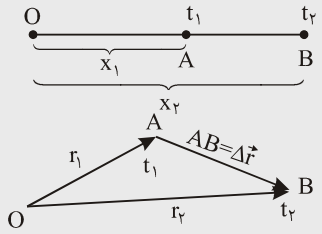
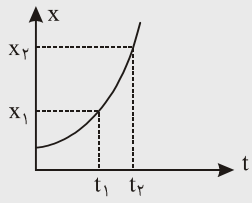
حرکت‌شناسی

سرعت متوسط: کمیتی برداری است. جابه‌جایی متحرک در واحد زمان است. سرعت متوسط بین دو لحظه‌ی t_1 و t_2 برابر است با:



در یک بعد $\vec{V}_{AB} = \dfrac{\vec{x}_2 - \vec{x}_1}{t_2 - t_1} = \dfrac{\overrightarrow{\Delta x}}{\Delta t}$

در دو بعد $\vec{V}_{AB} = \dfrac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{t_2 - t_1} = \dfrac{\overrightarrow{\Delta r}}{\Delta t}$

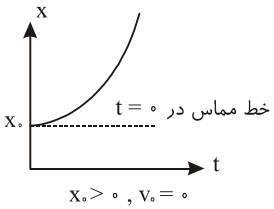


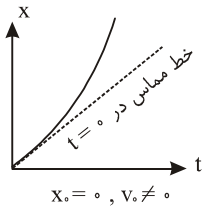
سرعت لحظه‌ای: حد سرعت متوسط است وقتی Δt به سمت صفر میل کند.

لحظه‌ای $V = \lim\limits_{\Delta t \to 0} \dfrac{\Delta x}{\Delta t} = \dfrac{dx}{dt}$

نتیجه‌ی ۱: بردار سرعت همواره مماس بر مسیرحرکت است. پس اگر مسیر حرکت، خط راست نباشد، حتی اگر اندازه‌ی سرعت ثابت بماند بردار سرعت تغییر می‌کند.

نتیجه‌ی ۲: شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان در هر لحظه، سرعت در آن لحظه می‌باشد.





بردارهای مکان یک متحرک در دو لحظه‌ی $t_1 = ۲$ و $t_2 = ۴$ به صورت $\vec{r}_1 = ۲\vec{i} + ۴\vec{j}$ و $\vec{r}_2 = \alpha\vec{i} + ۳\vec{j}$ می‌باشد. اگر سرعت متوسط متحرک بین این دو لحظه $\vec{V} = ۲\vec{i} + \beta\vec{j}$ باشد، α و β کدام است؟

حل:

$$\vec{V} = \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{t_2 - t_1} \Rightarrow ۲\vec{i} + \beta\vec{j} = \frac{(\alpha - ۲)\vec{i} + (۳ - ۴)\vec{j}}{۴ - ۲} \Rightarrow (\alpha - ۲)\vec{i} - \vec{j} = ۴\vec{i} + ۲\beta\vec{j} \Rightarrow \begin{cases} \alpha - ۲ = ۴ \rightarrow \alpha = ۶ \\ ۲\beta = -۱ \rightarrow \beta = -\frac{۱}{۲} \end{cases}$$

شتاب متوسط و شتاب لحظه‌ای: تغییر بردار سرعت در واحد زمان را شتاب متوسط می‌گوییم. شتاب لحظه‌ای مشتق معادله‌ی سرعت نسبت به زمان و یا مشتق دوم معادله‌ی حرکت نسبت به زمان می‌باشد.

لحظه‌ای $\alpha = \dfrac{dV}{dt} = \dfrac{d^2x}{dt^2}$	متوسط $\vec{\alpha} = \dfrac{\vec{V}_2 - \vec{V}_1}{t_2 - t_1} = \dfrac{\overrightarrow{\Delta V}}{\Delta t}$

معادله حرکت متحرکی که بر روی محور xها حرکت می‌کند در SI به صورت $x = t^3 + ۳t + ۶$ می‌باشد. بدست آورید:

۱) شتاب متوسط در دو ثانیه اول حرکت **۲) شتاب در $t = ۳$**

حل:

$$\bar{\alpha} = \frac{V_2 - V_0}{t_2 - t_0} = \frac{(۳\times ۲^2 + ۳) - (۳\times ۰^2 + ۳)}{۲ - ۰} = ۶\frac{m}{s^2}$$

$$۱)\ V = \frac{dx}{dt} = ۳t^2 + ۳$$

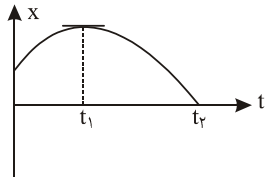
$$۲)\ \alpha = \frac{dV}{dt} = ۶t \xrightarrow{t=۳} \alpha_۳ = ۶\times ۳ = ۱۸\frac{m}{s^2}$$

نوع حرکت (تندشونده یا کندشونده)

در حرکت یک بعدی	در حرکت دو بعدی
اگر a و V هم علامت باشند ⇐ حرکت تندشونده می‌باشد.	$\vec{a}.\vec{V} > ۰ \Rightarrow$ حرکت تندشونده
اگر a و Vهم علامت نباشند ⇐ حرکت کندشونده می‌باشد.	$\vec{a}.\vec{V} < ۰ \Rightarrow$ حرکت کندشونده

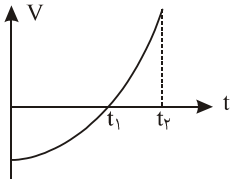
در نمودارهای سرعت - زمان: هرگاه نمودار به محور زمان نزدیک شود، حرکت کندشونده و هرگاه دور شود حرکت تندشونده است.

در نمودارهای مکان - زمان: هرگاه نمودار به نقاط اکسترمم نزدیک شود، حرکت کندشونده و هرگاه از نقاط اکسترمم دور شود حرکت تندشونده است.



بین $t = ۰$ و $t_۱$ حرکت کندشونده

بین $t_۱$ تا $t_۲$ حرکت تندشونده



بین $t = ۰$ تا $t_۱$ حرکت کندشونده

بین $t_۱$ تا $t_۲$ حرکت تندشونده

▼درباره نمودارهای مکان- زمان

۱- محل برخورد منحنی بر محورقائم، مکان اولیه را نشان می‌دهد.

۲- محل برخورد منحنی با محور افق، نمایش لحظه‌هایی است که متحرک در مبدأ مکان حضور دارد.

۳- شیب خط مماس بر منحنی در هر لحظه، سرعت در آن لحظه را نشان می‌دهد.

۴- نقاط اکسترمم، لحظه‌های توقف می‌باشد.

۵- نقاط عطف لحظه‌هایی را نشان می‌دهد که جهت نیرو یا شتاب متحرک عوض می‌شود.

۶- قسمت‌های صعودی تابع $V > ۰$ است و متحرک در جهت مثبت حرکت می‌کند. قسمت‌های نزولی تابع $V < ۰$ می‌باشد و متحرک در جهت منفی حرکت می‌کند.

▼درباره‌ی نمودارهای سرعت - زمان

۱- محل برخورد منحنی بر محورقائم، سرعت اولیه را نشان می‌دهد.

۲- محل برخورد منحنی با محور افق، نمایش لحظه‌های توقف می‌باشد.

۳- زمان‌هایی که نمودار بالای محور زمان است $V > ۰$ و متحرک در جهت مثبت حرکت می‌کند و قسمت‌هایی که نمودار زیر محور زمان است $V < ۰$ و متحرک در جهت منفی حرکت می‌کند.

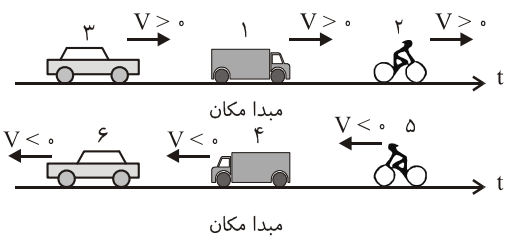
۴- شیب خط مماس بر منحنی درهر لحظه، شتاب در آن لحظه را نشان می‌دهد.

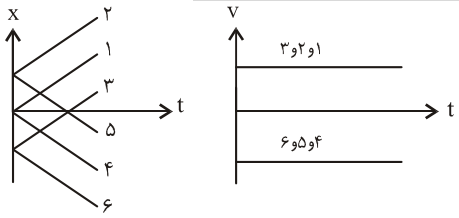
۵- مساحت زیر نمودار $V - t$، جابه‌جایی را نشان می‌دهد.

درباره نمودار شتاب - زمان: سطح زیر نمودار شتاب- زمان برابر با تغییر سرعت متحرک می‌باشد.

حرکت مستقیم الخط یکنواخت: سرعت حرکت ثابت است. جابه‌جایی متناسب با زمان جابه‌جایی و سرعت می‌باشد. در این حرکت سرعت متوسط برابر با سرعت لحظه‌ای است. تابع حرکت تابعی درجه ۱ نسبت به زمان به شکل مقابل می‌باشد. $\boxed{x = Vt + x_۰}$

نمودارهای x-t و v-t در حرکت یکنواخت:





حرکت بر روی خط راست با شتاب ثابت: در این حرکت جابه‌جایی برابر جابه‌جایی متحرکی است که به طور یکنواخت و با سرعتی برابر معدل سرعت‌های ابتدا و انتهای مسیر $(\frac{V + V_۰}{۲})$ حرکت می‌کند معادلات آن عبارتند از:

مستقل از زمان	مستقل از V	مستقل از مکان	مستقل از شتاب
$V^۲ - V_۰^۲ = ۲a\Delta x$	$x = \frac{۱}{۲}at^۲ + V_۰t + x_۰$	$V = at + V_۰$	$\Delta x = \frac{V + V_۰}{۲}t$
$\Delta x = -\frac{۱}{۲}at^۲ + Vt$	$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + V_۰t$	$\overline{V} = \frac{۱}{۲}at + V_۰$	$\overline{V} = \frac{V + V_۰}{۲}$

جابه‌جایی متحرک در n ثانیه‌ی آخر حرکت و در ثانیه‌ی آخر حرکت از رابطه‌های زیر به دست می‌آید:

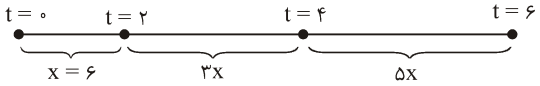
$$\Delta x = \frac{1}{2}an(2t-n)+nV_0 \xrightarrow{n=1\ \text{در ثانیه‌ی آخر}} \Delta x = \frac{1}{2}a(2t-1)+V_0$$

بنابراین نسبت جابه‌جایی در ثانیه‌ی P ام به جابه‌جایی در ثانیه‌ی Kام برابر خواهدبود:

$$\frac{\Delta x_p}{\Delta x_k} = \frac{\frac{1}{2}a(2p-1)+V_0}{\frac{1}{2}a(2k-1)+V_0} \xrightarrow{\text{اگر } V_0=0 \text{ باشد}} \frac{\Delta x_p}{\Delta x_k} = \frac{2p-1}{2k-1}$$

قضیه: متحرکی که بدون سرعت اولیه و با شتاب ثابت شروع به حرکت می‌کند، در بازه‌های زمانی یکسان، مسافت‌هایی به نسبت‌های x و 3x و 5x و . . . می‌پیماید.

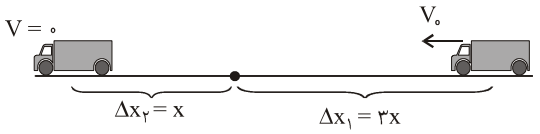
متحرکی بدون سرعت اولیه و با شتاب ثابت شروع به حرکت می‌کند و در دو ثانیه‌ی اول 6m جابه‌جا می‌شود. این متحرک بین دو لحظه‌ی $t=4$ و $t=6$ چقدر جابه‌جا می‌شود؟



حل: $\Rightarrow \Delta x = 5x = 5\times 6 = 30m$

قضیه: متحرکی که با شتاب‌ثابت ترمز می‌کند و می‌ایستد، از لحظه‌ی توقف به قبل در بازه‌های زمانی یکسان مسافت‌هایی به نسبت‌های x و 3x و 5x و . . . طی می‌کند.

متحرکی با شتاب ثابت ترمز می‌کند و پس از 4 ثانیه می‌ایستد. اگر در دو ثانیه‌ی اول Δx_1 و در دو ثانیه‌ی آخر Δx_2 متر جابه‌جا شود، نسبت $\frac{\Delta x_2}{\Delta x_1}$ چیست؟

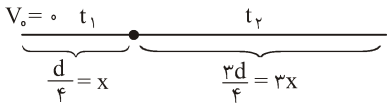


$$\Rightarrow \frac{\Delta x_2}{\Delta x_1} = \frac{x}{3x} = \frac{1}{3}$$

قضیه: اگر متحرکی بدون سرعت اولیه و با شتاب ثابت شروع به حرکت کند، و در بازه‌های زمانی t و t' و t'' و . . . مسافت‌هایی به نسبت‌های x و 3x و 5x و . . . طی کند، حتماً $t = t' = t'' = \ldots$ می‌باشد.

جسمی از حال سکون با شتاب ثابت بر مسیر مستقیم به حرکت در می‌آید و مسافت d را طی می‌کند. اگر $\frac{d}{4}$ اول مسیر را در مدت t_1 و بقیه‌ی مسیر را در مدت t_2 طی کرده باشد، نسبت $\frac{t_2}{t_1}$ چیست؟

حل: چون بین مسافت‌های طی شده نسبت‌های x و 3x برقرار است پس $t_1 = t_2$ و $\frac{t_2}{t_1} = 1$ می‌باشد.



حرکت شتاب ثابت کندشونده:

در صورتی که جهت اولیه‌ی حرکت را مثبت در نظر بگیریم: $(V_0 > 0)$ و شتاب در خلاف جهت حرکت باشد $(a < 0)$ در ابتدا حرکت کندشونده می‌شود. در صورتی که قدرمطلق شتاب را a فرض کنیم، معادلات این حرکت به شکل زیر می‌شود:

$$x = -\frac{1}{2}at^2 + V_0 t + x_0 \qquad V = -at + V_0 \qquad V^2 - V_0^2 = -2a\Delta x$$

متحرکی که حرکت کندشونده دارد پس از مدتی (زمان توقف) و پیمودن مسافتی (طول خط ترمز) می‌ایستد.

$$\text{طول خط ترمز } x = \frac{V_0^2}{2a} \qquad \text{زمان توقف } t = \frac{V_0}{a}$$

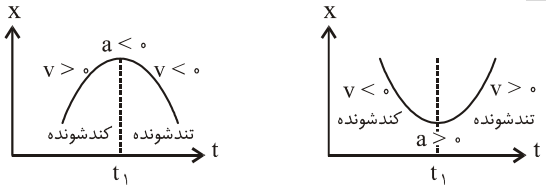
همانطوری که ملاحظه می‌شود، طول خط ترمز با مجذور سرعت اولیه متناسب است.

متحرکی با سرعت $۳۱\frac{m}{s}$ در حرکت است. ترمز می‌کند و با شتاب ثابت پس از پیمودن ۸ متر متوقف می‌شود. در صورتی که این متحرک با سرعت $۶۲\frac{m}{s}$ در حرکت باشد و با همان وضع ترمز کند پس از پیمودن چه مسافتی می‌ایستد؟

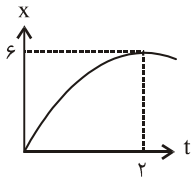
۱) ۸ ۲) ۱۶ ۳) ۳۲ ۴) ۲۴

حل: چون سرعت اولیه دو برابر شده طول خط ترمز چهاربرابر یعنی ۳۲ متر می‌شود.

نمودار مکان – زمان در حرکت شتاب ثابت: به صورت سهمی می‌باشند. اگر تقعر آن به سمت بالا باشد $a>۰$ و اگر به طرف پایین باشد $a<۰$ می‌باشد.



نمودار $x-t$ یک متحرک یک سهمی به شکل مقابل است. سرعت اولیه و شتاب حرکت چیست؟

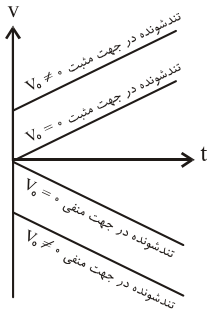


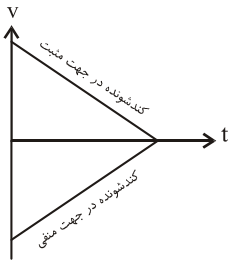
حل: در $t=۲$ سرعت صفر است.

$$\Delta x=\frac{V+V_۰}{۲}t \Rightarrow ۶=\frac{۰+V_۰}{۲}\times ۲ \rightarrow V_۰=۶\frac{m}{s}$$

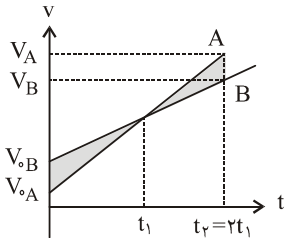
$$a=\frac{V-V_۰}{t}=\frac{۰-۶}{۲}=-۳\frac{m}{s^۲}$$

نمودار سرعت – زمان در حرکت شتاب ثابت: خطی با شیب ثابت است. اگر نمودار از محور زمان دور شود حرکت تندشونده و اگر نزدیک شود حرکت، کندشونده است. در صورتی که شیب خط مثبت باشد $a>۰$ و اگر منفی باشد $a<۰$ می‌باشد. اگر نمودار بالای محور زمان باشد $V>۰$ است و متحرک در جهت مثبت حرکت می‌کند و در صورتی که نمودار زیر محور زمان باشد، $V<۰$ است و متحرک در جهت منفی حرکت می‌کند.

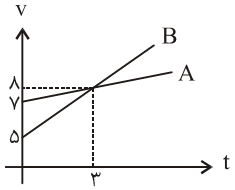




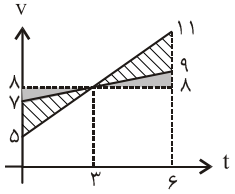
اگر نمودار $V-t$ دو متحرکی که همزمان و از یک نقطه شروع به حرکت کرده باشند به شکل مقابل باشد، دو متحرک در لحظه‌ی $t_۱$ سرعت یکسانی دارند و در لحظه‌ی $t_۲=۲t_۱$ به هم می‌رسند. در ضمن اختلاف سرعت آن‌ها در شروع و لحظه‌ی رسیدن به هم یکی است اما اگر در ابتدا سرعت B بیش‌تر از A است در لحظه رسیدن سرعت A بیش‌تر از B می‌شود.



نمودار دو متحرک که از یک نقطه همزمان شروع به حرکت می‌کنند به شکل مقابل است. در چه لحظه‌ای دو متحرک به هم می‌رسند و در این لحظه $\frac{V_A}{V_B}$ چه می‌شود؟



حل: در لحظه‌ی $t_۲=۲t_۱=۶s$ دو متحرک به هم می‌رسند. در ضمن برای آن که به هم برسند باید سطح زیر نمودار A و B باهم برابر باشد و لازمه‌ی آن این است که مثلث‌های نقطه‌چین با هم برابر و هاشورخورده‌ها نیز با هم برابر باشد.

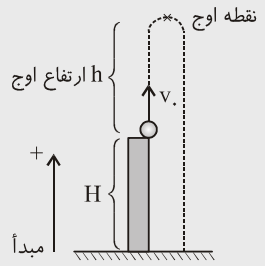


$$\frac{V_B}{V_A}=\frac{۱۱}{۹}$$

پرتاب جسم در راستای قائم: برای بررسی چنین حرکتی که با شتاب ثابت g انجام می‌شود، معمولاً مبدأ مکان را زمین و جهت مثبت را رو به بالا در نظر می‌گیریم در نتیجه معادلات آن به شکل صفحه بعد می‌شود.

نکته۱: در یک نقطه از مسیر سرعت رفت قرینه‌ی سرعت برگشت می‌باشد.

نکته۲: زمان‌ها در رفت و برگشت به یک نقطه برابرند.



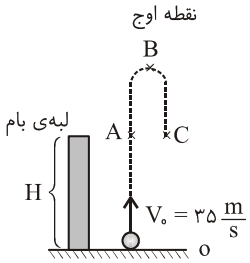
$$y = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0 t + H$$

$$V = -gt + V_0 \rightarrow \boxed{t_{\text{اوج}} = \frac{V_0}{g}}$$

$$V^2 - V_0^2 = -2g\Delta y \rightarrow \boxed{h_{\text{اوج}} = \frac{V_0^2}{2g}}$$

* طبق رابطه‌ی $t = \frac{V_0}{g}$ اگر زمان رسیدن گلوله از نقطه‌ی A تا اوج را (t) در $(g = 10)$ ضرب کنیم، سرعت گلوله در نقطه‌ی A بدست می‌آید.

گلوله‌ای را از پایین یک ساختمان در شرایط خلاء و در امتداد قائم با سرعت $35\frac{m}{s}$ به بالا پرتاب می‌کنیم. زمان دو عبورمتوالی از لبه‌ی بام 6s می‌شود. ارتفاع ساختمان چند متر است؟

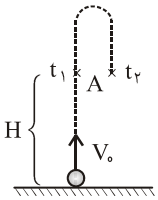


حل:

$$t_{ABC} = 6s \Rightarrow t_{AB} = 3s \Rightarrow V_A = 30\frac{m}{s}$$

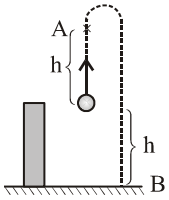
$$V_A^2 - V_0^2 = -2g\Delta y \Rightarrow 30^2 - 35^2 = -2\times 10(H - 0) \Rightarrow H = 16/25m$$

گلوله‌ای را در شرایط خلاء با سرعت V_0 در امتداد قائم رو به بالا پرتاب می‌کنیم. این گلوله در لحظه‌های t_1 و t_2 پس از پرتاب از نقطه‌ی A به ارتفاع h از محل پرتاب می‌گذرد در این صورت روابط زیر برقرار است:



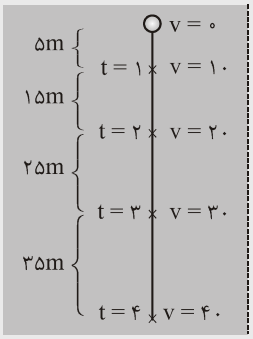
$$\boxed{V_A = \frac{1}{2}g(t_2 - t_1)} \qquad \boxed{V_0 = \frac{1}{2}g(t_1 + t_2)} \qquad \boxed{h = \frac{1}{2}gt_1t_2}$$

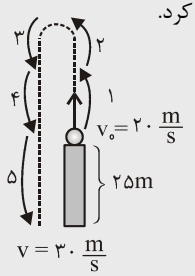
نکته: اگر گلوله‌ای در شرایط خلاء با سرعت V_0 پرتاب شود سرعت گلوله در h متری بالای افق پرتاب و در h متری پایین افق پرتاب از روابط زیر به دست می‌آید.



$$\boxed{V_B = \sqrt{V_0^2 + 2gh}} \qquad \boxed{V_A = \sqrt{V_0^2 - 2gh}}$$

نکته: به کمک جدول مقابل می‌توان بسیاری از مسائل مربوط به حرکت پرتاب در امتداد قائم را حل کرد.



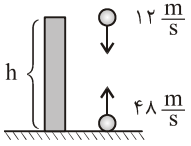


از بالای برجی به ارتفاع 25m گلوله‌ای را با سرعت $20\frac{m}{s}$ در امتداد قائم به بالا پرتاب می‌کنیم. پس از چه مدت و با چه سرعتی گلوله به سطح افق می‌رسد؟

حل: مطابق شکل پس از $t = 5s$ ثانیه و با سرعت $30\frac{m}{s}$ گلوله به زمین می‌رسد.

نکته: دو گلوله در شرایط خلاء به هرشکلی که در فضا همزمان پرتاب شوند نسبت به هم حرکتی یکنواخت دارند. برای حل مسائل مربوط به این دو گلوله فرض می‌کنیم یکی از گلوله‌ها ایستاده و دیگری با سرعت نسبی به طوریکنواخت حرکت می‌کند. (سرعت نسبی دوگلوله، تفاضل برداری دو سرعت می‌باشد اگر گلوله‌ها در یک راستا به طرف هم حرکت کنند، سرعت نسبی، جمع مقادیر دو سرعت و در صورتی که در یک جهت حرکت کنند، سرعت نسبی، تفاضل مقادیر سرعت‌ها می‌باشد.

از بالا و پایین برجی هم زمان دو گلوله مطابق شکل پرتاب می‌شوند و پس از ۱/۷۵ ثانیه به هم می‌رسند. ارتفاع برج چند متر است؟



حل: فرض می‌کنیم یکی از گلوله‌ها ایستاده و دیگری با سرعت $V = 12 + 48 = 60\frac{m}{s}$ یکنواخت به طرف دیگری حرکت می‌کند و پس از $t = 1/75s$ طول برج را طی می‌کند و به دومی می‌رسد. در این صورت داریم:

$$x = Vt \Rightarrow h = 60\times 1/75 = 105m$$

حرکت در دو بعد: بردار مکان متحرکی که در صفحه‌ی xoy حرکت می‌کند با بردار $\vec{r}$ نشان داده می‌شود.

$$\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} \xrightarrow[y=g(t)]{x=f(t)} \vec{r} = f(t)\vec{i} + g(t)\vec{j}$$

- اگر بردار مکان یک متحرک در یک لحظه $\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j}$ باشد فاصله‌ی آن در این لحظه از مبدأ برابر است با $|\vec{r}| = \sqrt{x^2 + y^2}$
- اگر بردار مکان یک متحرک در لحظه‌ی t_1 به صورت $\vec{r_1} = x_1\vec{i} + y_1\vec{j}$ و در لحظه‌ی t_2 به صورت $\vec{r_2} = x_2\vec{i} + y_2\vec{j}$ باشد بردار جابه‌جایی در مدت $\Delta t = t_2 - t_1$ برابر است:

$$\overrightarrow{\Delta r} = (x_2 - x_1)\vec{i} + (y_2 - y_1)\vec{j} = \Delta x\vec{i} + \Delta y\vec{j}$$

سرعت متوسط جسم در این بازه نیز از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$\overline{\vec{V}} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} = (\frac{\Delta x}{\Delta t})\vec{i} + (\frac{\Delta y}{\Delta t})\vec{j} = \overline{V}_x\vec{i} + \overline{V}_y\vec{j}$$

جسمی در صفحه حرکت می‌کند و مکان آن در SI به صورت $\vec{r} = 2t^2\vec{i} + (3t-1)\vec{j}$ است. سرعت متوسط آن در بازه‌ی زمانی بین صفر تا $t = 1$ چند متر بر ثانیه است؟

حل:

$$\left.\begin{matrix} t = 0 \Rightarrow \vec{r_0} = -\vec{j} \\ t = 1 \Rightarrow \vec{r_1} = 2\vec{i} + 2\vec{j} \end{matrix}\right| \Rightarrow \overrightarrow{\Delta r} = \vec{r_1} - \vec{r_0} = 2\vec{i} + 3\vec{j}$$

$$\overline{\vec{V}} = \frac{\overrightarrow{\Delta r}}{\Delta t} = \frac{2\vec{i} + 3\vec{j}}{1} = 2\vec{i} + 3\vec{j} \Rightarrow |\overline{\vec{V}}| = \sqrt{2^2 + 3^2} = \sqrt{13}\,\frac{m}{s}$$

سرعت لحظه‌ای: مشتق بردار مکان جسم نسبت به زمان می‌باشد.

$$\boxed{\vec{V} = \frac{d\vec{r}}{dt} = (\frac{dx}{dt})\vec{i} + (\frac{dy}{dt})\vec{j} = Vx\vec{i} + Vy\vec{j}}$$

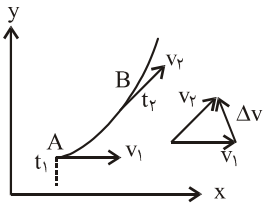
معادله‌های یک متحرک در دو امتداد x و y به صورت $x = 3t^2 + 5, y = 8t + 4$ می‌باشد. سرعت متحرک در $t = 1$ چیست؟

حل:

$$\vec{V} = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j} = 6t\vec{i} + 8\vec{j} \xrightarrow{t=1} \vec{V_1} = 6\vec{i} + 8\vec{j} \Rightarrow |\vec{V}| = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10\,\frac{m}{s}$$

شتاب متوسط و لحظه‌ای: تغییر بردار سرعت در واحد زمان را **شتاب متوسط** می‌گوییم.

اگر متحرک در لحظه‌ی t_1 در نقطه‌ی A سرعتی برابر V_1 و در لحظه‌ی t_2 در نقطه‌ی B سرعتی برابر V_2 داشته باشد داریم:



$$\boxed{\vec{a} = (\frac{\Delta V_x}{\Delta t})\vec{i} + (\frac{\Delta V_y}{\Delta t})\vec{j} = \overline{a}_x\vec{i} + \overline{a}_y\vec{j}}$$

شتاب لحظه‌ای در t_1، حد مقدار فوق است وقتی Δt به سمت صفر میل کند.

$$\vec{a} = \frac{dV_x}{dt}\vec{i} + \frac{dV_y}{dt}\vec{j} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j}$$

* در حرکت با بزرگی سرعت ثابت روی دایره، $\overrightarrow{\Delta V}$ بر $\vec{V}$ عمود است یعنی شتاب بر سرعت عمود می‌باشد.

بردار مکان یک متحرک در SI به صورت $\vec{r} = (2t^3 + 3t)\vec{i} + (4t^2 - t)\vec{j}$ داده شده است.

۱) شتاب متوسط متحرک در دو ثانیه اول حرکت چیست؟ **۲) شتاب متحرک در $t = 2$ چند متر بر مجذور ثانیه است؟**

حل:

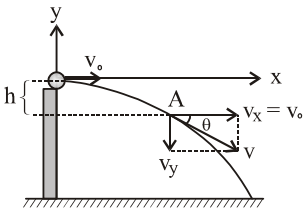
۱) $\vec{V} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j} = (6t^2 + 3)\vec{i} + (8t - 1)\vec{j}$

$$\vec{a} = \frac{V_2 - V_0}{\Delta t} = \frac{\left[(6\times 2^2 + 3)\vec{i} + (8\times 2 - 1)\vec{j}\right] - (3i - j)}{2 - 0} = 12\vec{i} + 8\vec{j}$$ شتاب متوسط

۲) شتاب لحظه‌ای $\vec{a} = \frac{dV_x}{dt}\vec{i} + \frac{dV_y}{dt}\vec{j} = \frac{d(6t^2 + 3)}{dt}\vec{i} + \frac{d(8t - 1)}{dt}\vec{j} = 12t\vec{i} + 8\vec{j}$

$$t = 2 \Rightarrow \vec{a} = 24\vec{i} + 8\vec{j} \Rightarrow |\vec{a}| = \sqrt{24^2 + 8^2} = 8\sqrt{10}\,\frac{m}{s^2}$$

حرکت پرتابی در امتداد افق: (**مخصوص رشته ریاضی**). گلوله‌ای را در شرایط خلاء در امتداد افق با سرعت V_0 پرتاب می‌کنیم. حرکت گلوله در امتداد افق یکنواخت و با سرعت V_0 می‌باشد حرکت گلوله در امتداد قائم با شتاب g انجام می‌شود. و سرعت اولیه‌ای ندارد.



$$\begin{cases} x = V_0 t & \text{معادله حرکت در امتداد افق} \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 & \text{معادله‌ی حرکت در امتداد قائم} \end{cases} \Rightarrow \boxed{y = \frac{-g}{2V_0^2}x^2} \quad \text{معادله مسیر حرکت}$$

$$\vec{V} = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j} \Rightarrow \vec{V} = V_0\vec{i} - gt\vec{j} \Rightarrow |\vec{V}| = \sqrt{V_0^2 + g^2t^2} \xrightarrow{t=-\frac{2y}{g}} |\vec{V}| = \sqrt{V_0^2 - 2g\Delta y}$$

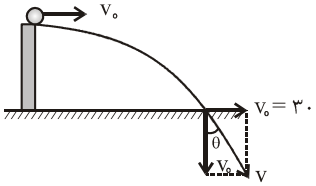
$$|\vec{V}_A| = \sqrt{V_0^2 + 2gh}$$

در هر لحظه سرعت با محور افق زاویه‌ی θ می‌سازد که از رابطه‌های زیر به دست می‌آید.

$$\boxed{\cos\theta = \frac{V_x}{V} = \frac{V_0}{V}} \quad , \quad \boxed{tg\theta = \frac{V_y}{V_x} = \frac{-gt}{V_0}}$$

گلوله‌ای از بالای برجی به ارتفاع ۸۰ متر به طور افقی پرتاب می‌شود. در فاصله‌ی ۱۲۰ متر از پای برج به زمین برخورد می‌کند. در لحظه‌ی برخورد به زمین، زاویه‌ی بین سرعت گلوله و راستای قائم چند درجه است؟

حل: در لحظه‌ی برخورد گلوله به زمین $y = -80m$ می‌باشد.



$$y = -\frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow -80 = -\frac{1}{2}\times 10\times t^2 \rightarrow \boxed{t = 4s}$$

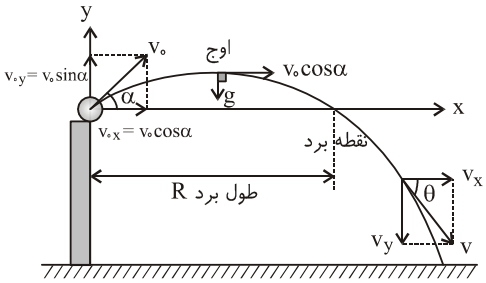
در امتداد افق $x = V_0 t \Rightarrow 120 = V_0 \times 4 \Rightarrow \boxed{V_0 = 30\frac{m}{s}}$

سرعت گلوله در لحظه‌ی برخورد به زمین $V = \sqrt{V_0^2 + 2gh} = \sqrt{30^2 + 2\times 10\times 80} = 50\frac{m}{s}$

$$\sin\theta = \frac{V_0}{V} = \frac{30}{50} = 0/6 \Rightarrow \theta = 37^\circ$$

▼ پرتاب گلوله تحت زاویه‌ی α بالای افق پرتاب:

حرکت گلوله در امتداد افق، یکنواخت و با سرعت $V_0\cos\theta$ و در امتداد قائم با شتاب g و با سرعت اولیه‌ی $V_0\sin\theta$ انجام می‌شود.



معادله در امتداد افق $= x = V_0\cos\alpha t$

معادله در امتداد قائم $= y = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0\sin\alpha . t$

معادله مسیرحرکت $= y = \frac{-g}{2V_0^2\cos^2\alpha}x^2 + x tg\alpha$

معادله سرعت از مشتق معادله حرکت به دست می‌آید:

$$\begin{cases} V_x = \frac{dx}{dt} = V_0\cos\alpha \\ V_y = \frac{d_y}{dt} = -gt + V_0\sin\alpha \end{cases} \Rightarrow \boxed{V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{V_0^2 + 2g\Delta y}}$$

در اوج ۱- سرعت بر شتاب عمود است. ۲) مولفه قائم سرعت صفر است. ۳) سرعت کم‌ترین مقدار در طول مسیر را دارد.

$$V_{اوج} = V_0\cos\alpha$$

$$\boxed{\text{زمان رسیدن گلوله به اوج} = t = \frac{V_0\sin\alpha}{g}} \Rightarrow \boxed{\text{ارتفاع اوج} = h = \frac{V_0^2\sin^2\alpha}{2g}} \Rightarrow \boxed{\text{طول اوج} \quad x = \frac{V_{0x}V_{0y}}{g} = \frac{V_0^2\sin 2\alpha}{2g}}$$

طول برد، دو برابر طول اوج است.

$$\text{برد } R=\frac{2V_{0x}V_{0y}}{g}=\frac{V_0^2\sin 2\alpha}{g}$$

بین ارتفاع اوج و برد یک پرتابه رابطه روبرو برقرار است.

$$tg\alpha=\frac{4h}{R}$$

نکته: ۱- به ازاء $\alpha=45$ برد پرتابه به بیشینه مقدار خود می‌رسد.

۲- اگر دو گلوله تحت زوایای α و β با سرعت‌های یکسان پرتاب شود در صورتی که $\alpha+\beta=90^\circ$ باشد، برد دو پرتابه برابر می‌شود.

گلوله‌ای را در شرایط خلاء به بالا پرتاب می‌کنیم. بعد از ۲ ثانیه با سرعت $20\frac{m}{s}$ از نقطه‌ی اوج می‌گذرد. v_0 و α بدست آورید؟

حل:

$$t_{\text{اوج}}=\frac{V_0\sin\alpha}{g}=2\Rightarrow V_0\sin\alpha=20\frac{m}{s}$$

$$\text{سرعت اوج}=V_x=V_0\cos\alpha=20\frac{m}{s}$$

$$\xrightarrow{\text{تقسیم می‌کنیم}}\quad tg\alpha=1\Rightarrow\alpha=45^\circ$$

$$V_0\sin 45=20\Rightarrow V_0=20\sqrt{2}\frac{m}{s}$$

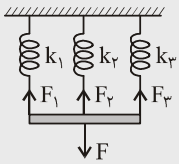
دینامیک

۱- نیروی فنر: نیروی فنر از رابطه‌ی مقابل به دست می‌آید

$$\text{نیروی فنر (N)}\leftarrow F=-k.x\rightarrow\text{تغییر طول فنر (m)}=\Delta L$$

$$\text{ضریب سختی (ثابت) فنر}=\frac{N}{m}$$

اتصال موازی



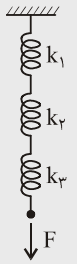
$$F=F_1+F_2+F_3$$

$$x=x_1=x_2=x_3$$

$$k_e=k_1+k_2+k_3$$

اگر فنری به ثابت k به n قسمت مساوی تقسیم کنیم، ضریب سختی هر قسمت $k'=nk$ می‌شود.

اتصال متوالی (سری)



$$F=F_1=F_2=F_3=\dots$$

$$x=x_1+x_2+x_3+\dots$$

$$\frac{1}{k_e}=\frac{1}{k_1}+\frac{1}{k_2}+\frac{1}{k_3}+\dots$$

در صورت اتصال دو فنر به طور متوالی $k_e=\frac{k_1k_2}{k_1+k_2}$

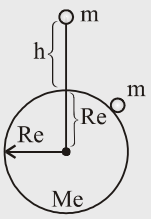
۲- نیروی گرانش: دو جسم به جرم‌های m_1 و m_2 که فاصله‌ی مراکزشان r است نیروی جاذبه‌ای بر هم وارد می‌کنند که از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید.

$$N\leftarrow F=G\frac{m_1m_2}{r^2}\rightarrow kg,\ \rightarrow m^2\quad ;\quad G=6/67\times10^{-11}\frac{N-m^2}{kg^2}$$

شدت میدان جاذبه‌ی جرم m در فاصله‌ی r از آن، نیرویی است که به واحد جرم در آن فاصله وارد می‌شود.

$$\frac{N}{kg}=\frac{m}{s^2}\leftarrow\boxed{g=G\frac{m}{r^2}};G=6/67\times10^{-11}\frac{N-m^2}{kg^2}$$

نیروی وزن: نیرویی است که از طرف کره‌ی زمین به جسم وارد می‌شود. نیروی وزن یک جسم در سطح زمین و در فاصله h از سطح زمین و همین طور شدت میدان جاذبه در آن دو نقطه از روابط زیر بدست می‌آید.



وزن جسم در سطح زمین $W_0=G\frac{M_e.m}{R_e^2}$

شدت جاذبه در سطح زمین $g_0=\frac{GM_e}{R_e^2}$

$$\Rightarrow\boxed{W_0=mg_0}$$

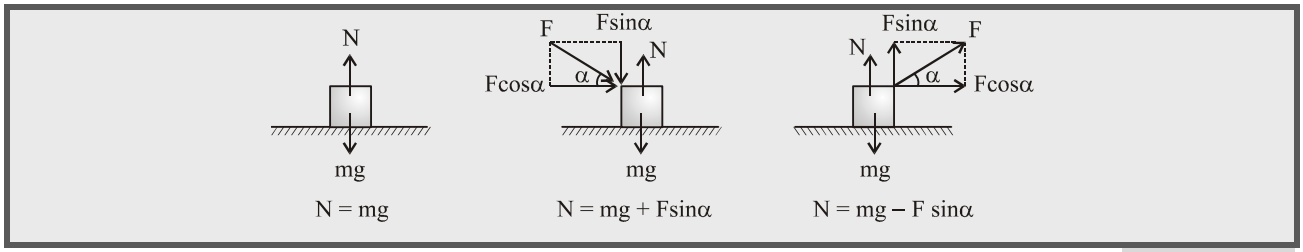
وزن جسم در h متری از سطح زمین $W_h=G\frac{M_em}{(R_e+h)^2}$

شدت جاذبه در h متری از سطح زمین $g_h=\frac{GM_e}{(R_e+h)^2}$

$$\Rightarrow\boxed{W_h=mg_h}$$

$$\Rightarrow\boxed{\frac{W_0}{W_h}=\frac{g_0}{g_h}=\left(\frac{R_e+h}{R_e}\right)^2}$$

نیروی عمودی سطح: نیرویی است که از طرف سطح به طور عمود بر جسم وارد می‌شود.



قانون اول نیوتن: هرگاه برآیند نیروهای وارد بر جسمی صفر باشد. اگر جسم ساکن است ساکن می‌ماند و اگر حرکت دارد به حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت خود ادامه می‌دهد.

قانون دوم نیوتن: برآیند نیروهای وارد بر جسم به آن شتابی هم راستا و هم‌جهت و متناسب با آن می‌دهد بطوری که شتاب با جرم جسم نسبت معکوس دارد.

$$\boxed{\sum \mathbf{F} = \mathbf{ma}} \rightarrow (\frac{\mathbf{m}}{\mathbf{s}^2})\ \text{شتاب جسم} \qquad \leftarrow \text{برآیند نیروها (N)} \qquad \text{جرم جسم (kg)} \rightarrow$$

قانون سوم نیوتن: هر عمل یک عکس‌العمل دارد مساوی خود و در خلاف جهت آن. نیروهای عمل و عکس‌العمل به دو جسم وارد می‌شوند در نتیجه نمی‌توان برآیندی برای آن‌ها در نظر گرفت.

تکانه: کمیتی برداری است. حاصل‌ضرب جرم در سرعت جسم می‌باشد. آن را با $\mathbf{P}$ نشان می‌دهیم.

$$\mathbf{kg}\frac{\mathbf{m}}{\mathbf{s}} \leftarrow \boxed{\mathbf{P} = \mathbf{mV}} \rightarrow \frac{\mathbf{m}}{\mathbf{s}}$$

جرم جسم (kg)

- تکانه همواره بر مسیر حرکت مماس می‌باشد. تکانه هم راستا و هم جهت با سرعت است.
- نمودار $\mathbf{P}-\mathbf{t}$ شبیه به نمودار $\mathbf{V}-\mathbf{t}$ می‌باشد.
- اگر تغییر تکانه‌ی جسمی در مدت $\mathbf{\Delta t}$، $\mathbf{\overrightarrow{\Delta P}}$ باشد نیروی متوسطی که در این مدت بر جسم وارد می‌شود برابر است با: $\boxed{\overline{\mathbf{F}} = \frac{\mathbf{\Delta P}}{\mathbf{\Delta t}}}$
- نیروی وارد برجسم در هر لحظه برابر با مشتق معادله‌ی تکانه نسبت به زمان است. $\boxed{\mathbf{F} = \frac{\mathbf{dP}}{\mathbf{dt}}}$ لحظه‌ای
- هرگاه برآیند نیروهای وارد برجسمی صفر باشد، تکانه‌ی آن ثابت می‌ماند.
- سطح زیر نمودار $\mathbf{F}-\mathbf{t}$ برابر با تغییر تکانه‌ی جسم است.
- **رابطه‌ی تکانه با انرژی جنبشی:** $\boxed{\mathbf{K} = \frac{\mathbf{P}^2}{2\mathbf{m}}}$
- هرگاه به دو جسم در زمان‌های مساوی نیروهای یکسانی وارد شود، تغییر تکانه‌ی آن‌ها نیز یکسان می‌شود و در صورتی که در ابتدا تکانه‌ی دو جسم برابر باشد (مثلاً دو جسم ساکن باشند) در هر لحظه، تکانه‌ی دو جسم برابر می‌شود. در این صورت می‌توان نوشت:

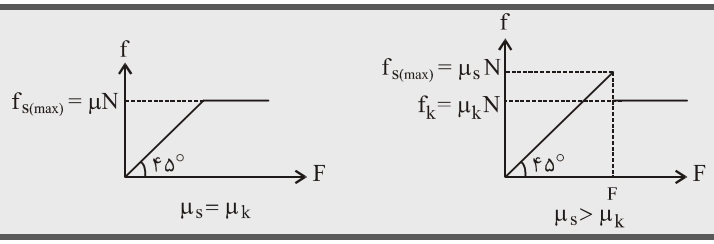
$$\left.\begin{aligned}\mathbf{m}_1\mathbf{V}_1 &= \mathbf{m}_2\mathbf{V}_2\\ \mathbf{m}_1\mathbf{x}_1 &= \mathbf{m}_2\mathbf{x}_2\\ \mathbf{m}_1\mathbf{a}_1 &= \mathbf{m}_2\mathbf{a}_2\end{aligned}\right| \Rightarrow \boxed{\frac{\mathbf{V}_2}{\mathbf{V}_1} = \frac{\mathbf{a}_2}{\mathbf{a}_1} = \frac{\mathbf{x}_2}{\mathbf{x}_1} = \frac{\mathbf{k}_2}{\mathbf{k}_1} = \frac{\mathbf{m}_1}{\mathbf{m}_2}}$$

نیروی اصطکاک: نیرویی است که از طرف سطح و مماس بر سطح به جسم وارد می‌شود. عکس‌العمل آن نیرویی است مماس بر سطح که از طرف جسم به سطح وارد می‌شود. اگر جسم روی سطح نلغزد، نیروی اصطکاک را **ایستایی** می‌گوییم و آن را با $\mathbf{f_s}$ نشان می‌دهیم. در این حالت نیروی اصطکاک از رابطه‌ی کلی $\overrightarrow{\sum \mathbf{F}} = \mathbf{m}\vec{\mathbf{a}}$ محاسبه می‌شود. وقتی جسم در آستانه‌ی لغزش قرار می‌گیرد، نیروی اصطکاک به بیش‌ترین مقدار خود می‌رسد که از رابطه $\mathbf{f_{s\,max}} = \mu_s\mathbf{N}$ به دست می‌آید μ_s ضریب اصطکاک ایستایی است که به جنس سطح تماس و میزان صافی و زبری آن بستگی دارد.

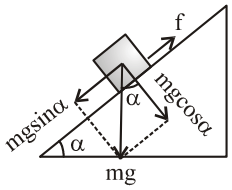
در صورتی که جسم روی سطح بلغزد، نیروی اصطکاک را «**جنبشی**» می‌گوییم و آن را با $\mathbf{f_k}$ نشان می‌دهیم مقدار آن از رابطه‌ی $\mathbf{f_k} = \mu_k\mathbf{N}$ محاسبه می‌شود.

نیروی اصطکاک
- جسم روی سطح می‌لغزد $\rightarrow \boxed{\mathbf{f_k} = \mu_k\mathbf{N}}$
- جسم روی سطح نمی‌لغزد $\rightarrow \boxed{0 \le \mathbf{f_s} \le \mathbf{f_{s\,max}} = \mu_s\mathbf{N}}$ $\Rightarrow$ از رابطه‌ی $\sum \mathbf{F} = \mathbf{ma}$ محاسبه می‌شود

نمودار نیروی اصطکاک برحسب نیروی محرک در امتداد سطح (F) به شکل زیر است.



اصطکاک روی سطح شیب‌دار: جسمی به جرم m را روی سطح شیب‌دار به زاویه‌ی α قرار می‌دهیم نیروی اصطکاک از روابط زیر به دست می‌آید.



۱) جسم ساکن می‌ماند. $\boxed{f_s = mg\sin\alpha} \Leftrightarrow \boxed{\mu_s > tg\alpha}$

۲) جسم در آستانه لغزش قرار می‌گیرد. $\boxed{f_s = \mu_s mg\cos\alpha = mg\sin\alpha} \Leftrightarrow \boxed{\mu_s = tg\alpha}$

۳) جسم به طور یکنواخت به پایین سر می‌خورد. $\boxed{f_k = \mu_k mg\cos\alpha = mg\sin\alpha} \Leftrightarrow \boxed{\mu_k = tg\alpha}$

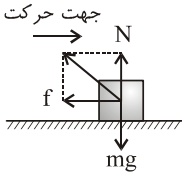
۴) جسم با شتاب به پایین سر می‌خورد. $\boxed{f_k = \mu_k mg\cos\alpha} \Leftrightarrow \boxed{\mu_k < tg\alpha}$

حرکت جسم روی سطح افقی بدون اعمال نیرو: جسمی به جرم m را با سرعت V_0 روی یک سطح افقی پرتاب می‌کنیم. شتاب حرکت جسم، زمانی که در راه است تا توقف کند و طول خط ترمز (مسافتی که طی می‌کند تا بایستد.) از روابط زیر به دست می‌آید.

$$\boxed{a = -\mu_k g} \Rightarrow \boxed{t_{\text{توقف}} = \frac{V_0}{\mu_k g}} \Rightarrow \boxed{\text{طول خط ترمز } x = \frac{V_0^2}{2\mu_k g}}$$

- شتاب حرکت جسم روی سطح افقی بدون اعمال نیروی خارجی به جرم جسم بستگی ندارد و با ضریب اصطکاک سطح متناسب است.

نیروی عکس‌العمل سطح (واکنش سطح): نیرویی است که از طرف سطح به جسم وارد می‌شود (R). دو مؤلفه دارد. یکی عمود بر سطح (N) و دیگری در امتداد سطح (اصطکاک f). و از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید.



$$\boxed{R = \sqrt{f^2 + N^2}}$$

در صورتی که جسم روی سطح در آستانه‌ی لغزش باشد و یا بلغزد نیروی واکنش سطح از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

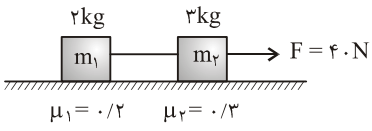
$$\boxed{R = \sqrt{f^2 + N^2} = N\sqrt{1+\mu^2}}$$

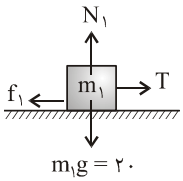
برای حل مسائل دینامیک پس از رسم شکل و نیروهای وارد برجسم، نیروها را به دو مولفه در امتداد حرکت و عمود بر آن تجزیه می‌کنیم و مقادیر مولفه‌ها را به دست می‌آوریم. سپس معادله نیوتن ($\sum F = ma$) در این دو امتداد را می‌نویسیم و آن‌ها را در یک دستگاه حل می‌کنیم.

کشش نخ: نیرویی است که به نخ پاره شده وارد می‌شود تا جسم وضع سابق خود را حفظ کند. در امتداد نخ به جسم وارد می‌شود و نوک پیکان آن به طرف بیرون جسم است. کشش نخ بدون جرم در طرفین قرقره‌ی بدون اصطکاک برابر است.

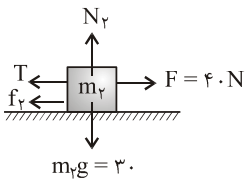
در شکل مقابل، کشش نخ را به دست آورید؟

حل:





$$m_1 \text{ برای } \begin{cases} \sum F_y = 0 \Rightarrow N_1 = 20, f_1 = \mu_1 N_1 = 0/2 \times 20 = 4N \\ \sum F_x = ma \Rightarrow T - 4 = 2a \ (A) \end{cases}$$



$$m_2 \text{ برای } \begin{cases} \sum F_y = 0 \Rightarrow N_2 = 30, f_2 = \mu_2 N_2 = 0/3 \times 30 = 9N \\ \sum F_x = ma \Rightarrow 40 - T - 9 = 3a \ (B) \end{cases}$$

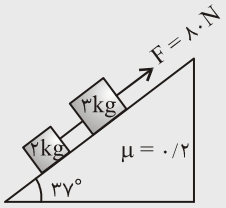
$$\Rightarrow \begin{cases} T = 14/8 N \\ a = 5/4 \frac{m}{s^2} \end{cases}$$

اگر **۱**- نیروی F در امتداد سطح باشد **۲**- ضریب اصطکاک کلیه سطوح یکسان باشد **۳**- اجسام در حال لغزش و یا در آستانه لغزش باشند می‌توان به کمک تناسب نیروی کشش نخ را به دست آورد.

در شکل‌های زیر نیروی کشش نخ چیست؟

۵kg ۱۰۰N

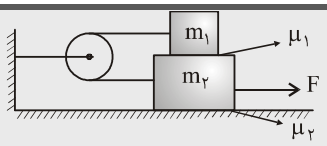
۲kg T = ۴۰N



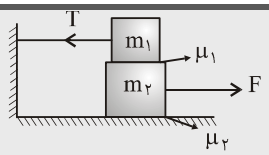
۵kg ۸۰N

۲kg T = ۳۲N

روابطی برای محاسبه حداقل F برای کشیدن وزنه‌ی زیری در شکل‌های زیر ارائه شده است:



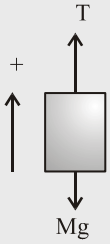
$$T = f_1 = \mu_1 m_1 g$$
$$F = 2f_1 + f_2 = 2\mu_1 m_1 g + \mu_2 (m_1 + m_2) g$$



$$T = f_1 = \mu_1 m_1 g$$
$$F = f_1 + f_2 = \mu_1 m_1 g + \mu_2 (m_1 + m_2) g$$

آسانسور

الف) آسانسور بالا می‌رود



$$\sum F_y = ma \Rightarrow T - Mg = Ma$$
$$\boxed{\vec{T} = M(\vec{g} + \vec{a})}$$

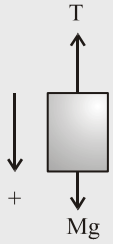
وزن ظاهری جسمی به جرم m درون آسانسور نیز از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید. $\overrightarrow{W'} = m(\vec{g} + \vec{a})$

۱) اگر آسانسور تندشونده بالابرود، $a > 0$ و $W' > W$ می‌باشد.

۲) اگر آسانسور یکنواخت بالابرود، $a = 0$ و $W' = W$ می‌باشد.

۳) اگر آسانسور کندشونده بالابرود، $a < 0$ و $W' < W$ می‌باشد.

ب) آسانسور پایین می‌رود



$$\sum F_y = ma \Rightarrow Mg - T = Ma$$
$$\boxed{\vec{T} = M(\vec{g} - \vec{a})}$$

وزن ظاهری جسمی به جرم m درون آسانسور نیز از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید. $\overrightarrow{W'} = m(\vec{g} - \vec{a})$

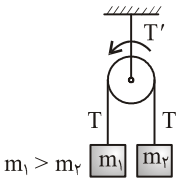
۱) اگر آسانسور تندشونده پایین برود، $a > 0$ و $W' < W$ می‌باشد

۲) اگر آسانسور یکنواخت پایین برود، $a = 0$ و $W' = W$ می‌باشد.

۳) اگر آسانسور کندشونده پایین برود، $a < 0$ و $W' > W$ می‌باشد.

* بنابراین اگر شتاب آسانسور روبه بالا باشد $W' > W$ و اگر رو به پایین باشد $W' < W$ می‌باشد.

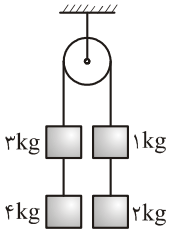
ماشین آتوود: در صورتی که $m_1 > m_2$ و دستگاه از حال سکون به حرکت در آید و از جرم قرقره و اصطکاک‌ها صرف‌نظر شود شتاب، کشش نخ طرفین قرقره و بالای قرقره از روابط زیر به دست می‌آید.



$$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g \qquad T = \frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} g \qquad \boxed{T' = 2T}$$

اگر در هر طرف قرقره دو یا چند جسم داشته باشیم روابط فوق صادق است. در این حالت مجموع جرم یک طرف را m_1 و طرف دیگر را m_2 در نظر می‌گیریم. کشش نخ بدست آمده، کشش نخ طرفین قرقره می‌باشد.

در شکل مقابل شتاب حرکت وزنه‌ها و کشش نخ طرفین قرقره چیست؟



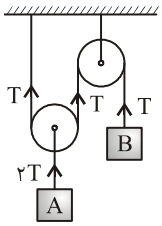
حل:

$$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g = \frac{(4+3) - (1+2)}{4+3+1+2} \times 10 = 4 \frac{m}{s^2}$$

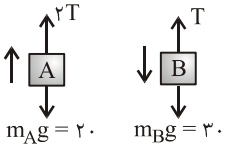
$$T = \frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} g = \frac{2 \times (4+3)(1+2)}{(4+3) + (1+2)} \times 10 = 42N$$

قرقره‌های متحرک: برای حل مسائل مربوط به قرقره‌های متحرک ابتدا جسم متصل به قرقره‌ی متحرک را به اندازه‌ی واحد جابه‌جا می‌کنیم و جابه‌جایی اجسام دیگر را اندازه می‌گیریم. نسبت سرعت و شتاب وزنه‌ها به نسبت جابه‌جایی آن‌ها خواهد بود.

در شکل مقابل $m_B = ۳kg, m_A = ۲kg$ می‌باشد. اگر از جرم نخ و اصطکاک‌ها صرف‌نظر شود، شتاب حرکت وزنه‌ی A چند متر بر مجذور ثانیه است؟



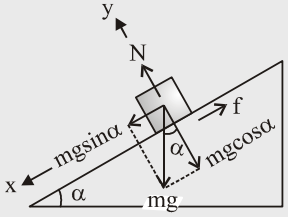
حل: در صورتی که وزنه‌ی A به اندازه واحد بالا برود و باید وزنه‌ی B، ۲ واحد جابه‌جا شود پس $a_B = ۲a_A$



$$\left.\begin{array}{l} A \text{ برای } \sum F = ma \Rightarrow ۲T - ۲۰ = ۲a_A \\ B \text{ برای } \sum F = ma \Rightarrow ۳۰ - T = ۳a_B = ۶a_A \end{array}\right| \Rightarrow a_A = \frac{۲۰}{۷}\frac{m}{s^۲}$$

سطح شیب‌دار: از پایین سطح شیب‌داری به زاویه‌ی α جسمی به جرم m را با سرعت اولیه $V_.$ به بالا پرتاب می‌کنیم جدول زیر شتاب در رفت و برگشت و همچنین زمان توقف و مسافت طی شده تا توقف در رفت را نشان می‌دهد.

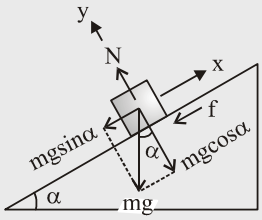
شتاب در برگشت:



$$\sum F_y = ۰ \rightarrow N = mg\cos\alpha$$
$$f = \mu mg\cos\alpha$$
$$\sum F = ma \rightarrow mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha = ma$$
$$\boxed{a = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}$$

اندازه‌ی شتاب در رفت بیش‌تر از برگشت و زمان رفت کم‌تر از زمان برگشت می‌باشد.

شتاب در رفت:



$$\sum F_y = ۰ \rightarrow N = mg\cos\alpha$$
$$f = \mu mg\cos\alpha$$
$$\sum F_x = ma \rightarrow -mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha = ma$$
$$\boxed{a = -g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)}$$

زمان توقف $t_s = \dfrac{V_.}{g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)}$

طول خط ترمز $x_s = \dfrac{V_.^۲}{۲g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)}$

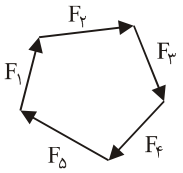
از پایین سطح شیب‌داری به زاویه‌ی ۴۵° گلوله‌ای که ضریب اصطکاکش با سطح $\mu = ۱/۴$ است را با سرعت $۱۲\frac{m}{s}$ به طرف بالا پرتاب می‌کنیم گلوله چه مسافتی برحسب متر روی سطح بالا می‌رود و با چه شتابی برحسب $\frac{m}{s^۲}$ به پایین برمی‌گردد؟

حل:

$$x = \frac{V_.^۲}{۲g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)} = \frac{۱۲^۲}{۲\times۱۰(\frac{\sqrt{۲}}{۲} + ۱/۴\times\frac{\sqrt{۲}}{۲})} = ۳\sqrt{۲}m$$

چون $\mu = ۱/۴ > tg۴۵ = ۱$ می‌باشد پس جسم به پایین برنمی‌گردد و شتاب در برگشت صفر می‌شود.

تعادل: جسمی در حال تعادل است که برآیند نیروهای وارد بر آن صفر باشد. در این صورت نیروها تشکیل یک کثیرالاضلاع می‌دهند. برآیند یک دسته از نیروها قرینه‌ی برآیند دسته باقی‌مانده می‌شود.



در این صورت اگر یک دسته از نیروها حذف شود، اندازه‌ی برآیند دسته باقیمانده اندازه‌ای برابر با اندازه‌ی برآیند نیروهای حذف شده دارد.

$$\vec{F_۱} + \vec{F_۲} + \vec{F_۳} + \vec{F_۴} + \vec{F_۵} = ۰$$
$$(\vec{F_۱} + \vec{F_۲} + \vec{F_۳}) = -(\vec{F_۴} + \vec{F_۵})$$

جسمی به جرم ۲kg تحت اثر نیروهایی با اندازه‌های ۱۰N و ۲۰N و ۳۰N و ۴۰N در حال تعادل است. اگر نیروی ۳۰ نیوتنی حذف شود جسم با چه شتابی حرکت می‌کند؟

حل: با حذف نیروی ۳۰ نیوتنی، اندازه‌ی برآیند نیروهای باقیمانده ۳۰N می‌شود

$$\sum F = ma \Rightarrow ۳۰ = ۲a \rightarrow a = ۱۵\frac{m}{s^۲}$$

* در صورتی که به جسم در حال تعادل سه نیرو وارد شده باشد، آن سه نیرو تشکیل یک مثلث می‌دهند. در این حالت اندازه‌ی هر نیرو از جمع اندازه‌ی نیروهای دیگر کوچک‌تر یا مساوی و از تفاضل اندازه‌ی نیروهای دیگر بزرگ‌تر یا مساوی می‌باشد.

برآیند کدام دسته از نیروهای با اندازه‌های زیر می‌تواند صفر باشد؟

۱) ۲ و ۴ و ۷ ۲) ۳ و ۴ و ۸ ۳✓) ۵ و ۶ و ۹ ۴) ۲ و ۵ و ۸

حرکت دایره‌ای: حرکتی است که متحرک بر مسیر دایره انجام می‌دهد.

سرعت زاویه‌ای متوسط و لحظه‌ای: زاویه‌ای است که متحرک در واحد زمان طی می‌کند.

$$\bar{\omega}=\frac{\Delta\theta}{\Delta t}\ (\text{rad},\ \text{s}) \qquad \bar{\omega}=\frac{d\theta}{dt}$$

$$\frac{\text{rad}}{\text{s}} \rightarrow \bar{\omega}=\frac{\Delta\theta}{\Delta t}\ (\text{rad},\ \text{s})$$

معادله‌ی زاویه‌ی پیموده شده در یک حرکت دایره‌ای به صورت $\theta = t^3 + 2t + 1$ بدست آورید:

۱) سرعت زاویه‌ای متوسط در دو ثانیه‌ی اول ۲) سرعت زاویه‌ای در $t = 2$

حل:

$$1)\ \bar{\omega}=\frac{\theta_2-\theta_1}{2-0}=\frac{(2^3+2\times2+1)-(1)}{2}=6\frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$2)\ \omega=\frac{d\theta}{dt}=3t^2+2\xrightarrow{t=2}\omega_2=3\times2^2+2=14\frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

حرکت دایره‌ای یکنواخت: حرکتی است که با سرعت زاویه‌ای ثابت انجام می‌شود در این حرکت سرعت زاویه‌ای متوسط و لحظه‌ای برابرند معادله‌ی آن به صورت مقابل است.

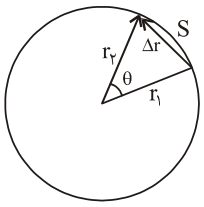
$$\theta=\omega t+\theta_0$$

دوره: مدت زمانی است که متحرک یک دور کامل دایره را طی می‌کند (T) واحد آن ثانیه است.

بسامد: تعداد دورها در واحد زمان می‌باشد (f) واحد آن هرتز است.

2π رادیان — T ثانیه	دور ۱ — T ثانیه
$\omega \Rightarrow \boxed{\omega=\frac{2\pi}{T}=2\pi f}$ — ۱	$f \Rightarrow \boxed{f=\frac{1}{T}}$ — ۱

سرعت خطی در حرکت دایره‌ای: در مدتی که متحرک زاویه‌ی θ را می‌پیماید طول قوس طی شده S می‌باشد.



طول قوس	زاویه‌ی طی شده
$2\pi R$	2π
$s \Rightarrow \boxed{s=R\theta}$	θ

طرفین رابطه را به Δt (زمان جابه‌جایی) تقسیم می‌کنیم. در حد وقتی Δt به سمت صفر میل‌کند طول قوس به سمت جابه‌جایی میل می‌کند.

$$|\bar{V}|=\lim_{\Delta t\to0}\left|\frac{\overrightarrow{\Delta r}}{\Delta t}\right|=\lim_{\Delta t\to0}\frac{\Delta s}{\Delta t}=R\lim_{\Delta t\to0}\frac{\Delta\theta}{\Delta t}\Rightarrow \boxed{V=R\omega}$$

شتاب در حرکت دایره‌ای یکنواخت: سرعت همواره مماس بر مسیر حرکت می‌باشد و در این نوع حرکت راستای آن تغییر می‌کند. در نتیجه‌ی تغییر بردار سرعت، حرکت شتاب‌دار است این شتاب در امتداد شعاع و به طرف مرکز دایره می‌باشد که به آن شتاب مرکزگرا می‌گوییم.

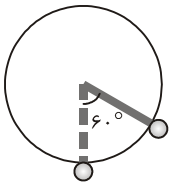
$$\boxed{a=\frac{V^2}{R}=R\omega^2=V\omega}$$

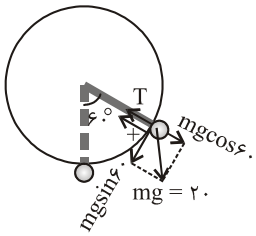
نیروی مرکزگرا: عامل دوران یک جسم روی مسیر دایره، نیرویی در امتداد شعاع و به طرف مرکز دایره است که به آن نیروی مرکزگرا می‌گوییم:

$$\boxed{F=m\frac{V^2}{R}=mR\omega^2=mV\omega}$$

- متحرکی به جرم m که با سرعت V بر روی دایره حرکت می‌کند. طی مدتی که زاویه‌ی α را طی می‌کند تغییر سرعتی برابر $\Delta V = 2V\sin\frac{\alpha}{2}$ دارد و تکانه‌اش به اندازه‌ی $\Delta P = 2P\sin\frac{\alpha}{2}$ تغییر می‌کند.
- برای حل مسئله‌ی دینامیک در حرکت دورانی پس از رسم شکل و نیروهای وارد برجسم، نیروها را به دو مولفه در امتداد شعاع و عمود به آن تجزیه می‌کنیم. سپس جهت مثبت در امتداد شعاع را به طرف مرکز دایره در نظر می‌گیریم و برآیند نیروهای مرکزگرا را محاسبه کرده آن‌ها را برحسب شرایط برابر $\frac{mV^2}{R}$ یا $mR\omega^2$ قرار می‌دهیم.

به انتهای میله‌ای به طول ۸۰cm گلوله‌ای به جرم ۲kg می‌بندیم و آن را حول انتهای دیگر میله در سطح قائم دوران می‌دهیم. در لحظه‌ی نشان داده شده سرعت گلوله ۲ $\frac{m}{s}$ است. نیروی کشش میله در این لحظه چند نیوتن است؟



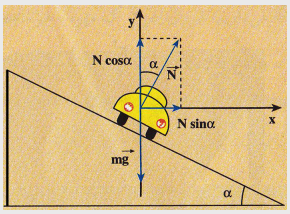


حل:

$$T - mg\cos ۶۰ = \frac{mV^۲}{R} \Rightarrow T = mg\cos ۶۰^\circ + \frac{mV^۲}{R}$$

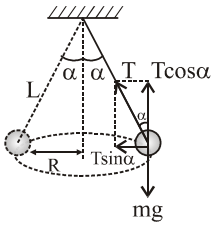
$$T = ۲۰\times\frac{۱}{۲} + \frac{۲\times ۲^۲}{۰/۸} = ۲۰N$$

شیب عرضی جاده: حداکثر سرعت مجاز در پیچ افقی یک جاده $V = \sqrt{\mu_s Rg}$ می‌باشد. برای افزایش این سرعت و برای دوران در جاده‌ی بدون اصطکاک در عرض به جاده شیب می‌دهیم. تا مولفه‌ی افقی نیروی وارد بر اتومبیل، تأمین کننده‌ی نیروی مرکزگرا شود.



$$\left.\begin{aligned} N\sin\alpha &= \frac{mV^۲}{R} \\ N\cos\alpha &= mg \end{aligned}\right| \Rightarrow \tan\alpha = \frac{V^۲}{Rg} = \frac{a}{g}$$

آونگ مخروطی: کشش نخ به دو مولفه یکی در امتداد قائم به مقدار $T\cos\theta$ که با mg خنثی می‌شود و دیگری در امتداد افق به مقدار $T\sin\alpha$ که نیروی مرکزگرا می‌باشد تجزیه می‌شود.



$$\left.\begin{aligned} T\sin\alpha &= mR\omega^۲ \\ T\cos\alpha &= mg \end{aligned}\right| \Rightarrow \tan\alpha = \frac{R\omega^۲}{g} = \frac{a}{g}$$

$$\tan\alpha = \frac{R\omega^۲}{g} \xrightarrow{R=L\sin\alpha} \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{L\sin\alpha.\omega^۲}{g} \Rightarrow \frac{۱}{\cos\alpha} = \frac{L\omega^۲}{g}$$

ماهواره: ماهواره فقط تحت اثر نیروی وزنش در حرکت است. حرکت ماهواره سقوط آزاد است. اجسام در ماهواره بی‌وزن هستند.

سرعت ماهواره: سرعت ماهواره از رابطه زیر بدست می‌آید.

$V = \sqrt{rg}$ → شتاب جاذبه در محل ماهواره

↘ (شعاع دوران ماهواره) فاصله از مرکز زمین

سرعت ماهواره از روابط زیر نیز محاسبه می‌گردد.

$$V = \sqrt{\frac{GM_e}{r}} = Re\sqrt{\frac{g.}{r}} \Rightarrow \boxed{V \propto \frac{۱}{\sqrt{r}}}$$

دوره‌ی حرکت ماهواره نیز از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

$$T^۲ = \frac{۴\pi^۲}{GM_e} r^۳ \Rightarrow \boxed{T^۲ \propto r^۳}$$

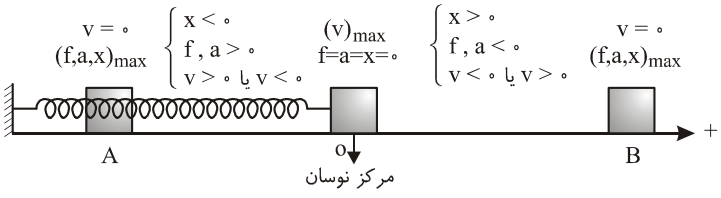
اگر شعاع دوران یک ماهواره چهار برابر شود، سرعت و دوره آن چند برابر می‌شود؟

حل:

$$\frac{V_۲}{V_۱} = \sqrt{\frac{r_۱}{r_۲}} = \sqrt{\frac{۱}{۴}} \Rightarrow \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{۱}{۲} \quad ; \quad (\frac{T_۲}{T_۱})^۲ = (\frac{r_۲}{r_۱})^۳ = ۴^۳ = ۶۴ \Rightarrow \frac{T_۲}{T_۱} = ۸$$

حرکت نوسانی

حرکت نوسانی: حرکتی است که یک متحرک روی یک پاره‌خط (AB) حول وسط آن (نقطه‌ی o) چنان انجام می‌دهد که همواره شتابی متناسب با فاصله نوسانگر از مرکز نوسان و به طرف مرکز نوسان داشته باشد.



بعد حرکت: به فاصله‌ی نوسانگر از مرکز نوسان بعد می‌گوییم. بیش‌ترین فاصله از مرکز نوسان **دامنه** می‌باشد. زمان یک رفت و برگشت کامل را **دوره حرکت** می‌نامیم. و تعداد نوسانات در واحد زمان را **بسامد** می‌نامیم. و داریم:

$$\boxed{T=\frac{1}{f}}$$

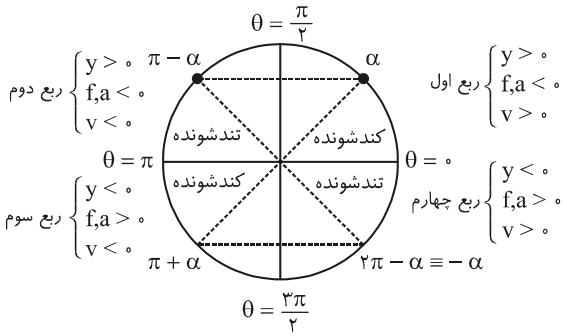
تعریف دیگر حرکت نوسانی: هرگاه یک متحرک روی دایره حرکت دورانی یکنواخت کند، تصویرش روی هر یک از قطرها، یک حرکت نوسانی دارد.

معادله‌ی حرکت نوسانی: معادله‌ای است که در هر لحظه، فاصله‌ی نوسانگر را از مرکز نوسان نشان می‌دهد.

$$\text{بعد حرکت} \leftarrow \boxed{y=A\sin(\omega t+\theta_0)} \rightarrow \text{فاز اولیه} \xrightarrow{t=0} y_0=A\sin\theta_0 \rightarrow \boxed{\sin\theta_0=\frac{y_0}{A}}$$

(بعد بیشینه (دامنه) — فاز حرکت)

اگر متحرک فرضی روی دایره‌ی مرجع حرکت دایره‌ای یکنواخت داشته باشد. تصویرش حرکت نوسانی دارد. که اگر نوسانگر به طرف انتهای مسیر برود حرکت کندشونده و وقتی متحرک به طرف مرکز نوسان می‌رود حرکت تندشونده است.



* اگر متحرک روی پاره‌خطی به طول d نوسان کند، $A=\frac{d}{2}$ است.

رابطه‌ی سرعت زاویه‌ای – بسامد و دوره $\boxed{\omega=2\pi f=\frac{2\pi}{T}}$

نوسانگری بر روی پاره‌خطی به طول ۱۰ سانتی‌متر نوسان می‌کند و در مدت ۴ ثانیه ۲۰ بار پاره‌خط را طی می‌کند. اگر در مبدأ زمان در نصف بعد ماکزیمم در بعدهای منفی حرکت کندشونده داشته باشد معادله‌ی حرکت آن در SI چیست؟

حل:

(نوسان) ۱۰ = ۲۰ بار ۴ ثانیه

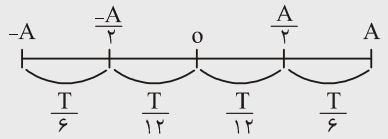
$$A=\frac{d}{2}=\frac{10}{2}=5cm=0/05m$$

$$1 \quad f=2/5Hz \Rightarrow \omega=2\pi f=5\pi$$

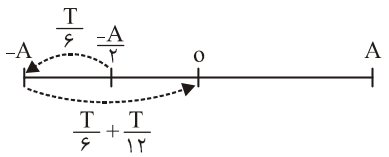
$$\sin\theta_0=\frac{y_0}{A}\xrightarrow{y_0=-\frac{1}{2}A}\sin\theta_0=-\frac{1}{2}\xrightarrow[\text{کندشونده}]{y<0}\text{ربع سوم}\Rightarrow\theta_0=\pi+\frac{\pi}{6}=\frac{7\pi}{6}$$

$$y=A\sin(\omega t+\theta_0)\Rightarrow y=0/05\sin(5\pi t+\frac{7\pi}{6})$$

* اگر نوسانگری از مرکز نوسان حرکت کند و مسیرش را تا انتها به دو نیمه‌ی مساوی تقسیم کند، نیمه‌ی اول را در $\frac{T}{12}$ و نیمه‌ی دوم را در مدت $\frac{T}{6}$ می‌پیماید.



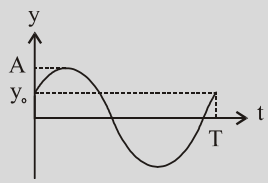
نوسانگری با دوره‌ی $T=0/12s$ در حرکت است. در ابتدا در نصف بعد بیشینه و در بعدهای منفی قرار دارد و به طرف انتهای مسیر پیش می‌رود. پس از چه مدت به مرکز نوسان می‌رسد؟



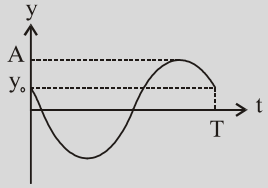
حل:

$$t=\frac{T}{6}+\frac{T}{6}+\frac{T}{12}=\frac{5}{12}T=\frac{5}{12}\times 0/12=0/05s$$

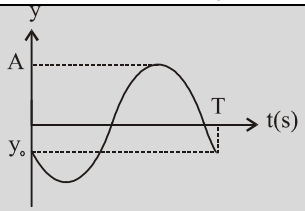
▼ نمودار مکان- زمان در حرکت نوسانی



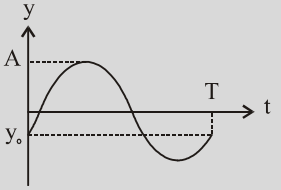
فاز اولیه در ربع اول



فاز اولیه در ربع دوم

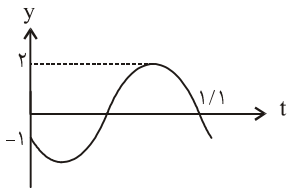


فاز اولیه در ربع سوم



فاز اولیه در ربع چهارم

نمودار مکان- زمان جسم مرتعشی به شکل مقابل است. معادله‌ی حرکت آن چیست؟



حل:

$$\sin\theta_{\circ}=\frac{y_{\circ}}{A}=-\frac{۱}{۲}\xrightarrow{\text{ربع سوم}}\theta_{\circ}=\pi+\frac{\pi}{۶}=\frac{۷\pi}{۶}$$

در لحظه‌ی $t=۱/۱$ برای دومین بار $y=۰$ می‌شود.

$$y=۲\sin(\omega t+\frac{۷\pi}{۶})=۰$$

مقادیر صفر و π قابل قبول نیستند چون $t<۰$ می‌شود. در ۲π برای اولین بار و ۳π یا ۲π یا π

$$\sin(\omega t+\frac{۷\pi}{۶})=۰\Rightarrow\omega t+\frac{۷\pi}{۶}=۰\ \text{یا}\ \pi\ \text{یا}\ ۲\pi$$

۳π برای دومین بار $y=۰$ می‌شود.

$$t=۱/۱\Rightarrow ۱/۱\omega+\frac{۷\pi}{۶}=۳\pi\rightarrow\omega=\frac{۵\pi}{۳}$$

$$y=A\sin(\omega t+\theta_{\circ})\Rightarrow y=۲\sin(\frac{۵\pi}{۳}t+\frac{۷\pi}{۶})$$

سرعت- شتاب و نیرو در حرکت نوسانی

$$y=A\sin(\omega t+\theta_{\circ})$$

$$V=\frac{dy}{dt}=A\omega\cos(\omega t+\theta_{\circ})\Rightarrow\boxed{V_m=A\omega}$$

$$a=\frac{dV}{dt}=-A\omega^{۲}\sin(\omega t+\theta_{\circ})\Rightarrow\boxed{a_m=A\omega^{۲}}\Rightarrow\boxed{a_m=V_m.\omega}$$

$y=A\sin(\omega t+\theta)$

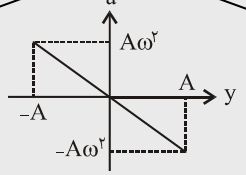
$$\boxed{a=-\omega^{۲}y}\xrightarrow{a+\omega^{۲}y=۰}\boxed{\frac{d^{۲}y}{dt^{۲}}+\omega^{۲}y=۰}$$ شکل دوم معادله نوسانی

$\omega=\frac{۲\pi}{T}$

$$\boxed{T=۲\pi\sqrt{\frac{-y}{a}}}$$

$F=ma$

$$\boxed{F=-m\omega^{۲}y}$$ نیروی نوسانی



روابط مستقل از زمان درحرکت‌های نوسانی

روابط مستقل از زمان در حرکت‌های نوسانی	
$(\frac{y}{A})^{۲}+(\frac{V}{V_m})^{۲}=۱$	$\rightarrow\ V=\pm\omega\sqrt{A^{۲}-y^{۲}}$
$(\frac{a}{a_m})^{۲}+(\frac{V}{V_m})^{۲}=۱$	$\rightarrow\ a=\pm\omega\sqrt{V_m^{۲}-V^{۲}}$

معادله حرکت متحرکی در SI به صورت $y=۰/۰۲\sin(۱۰۰t-\frac{\pi}{۸})$ می‌باشد. وقتی نوسان‌گر در $x=+۱cm$ قرار دارد و حرکتش تندشونده است، سرعتش چند متر بر ثانیه می‌باشد؟

حل: وقتی بعد مثبت و حرکت تندشونده است، فاز اولیه در ربع دوم می‌باشد و سرعت منفی است.

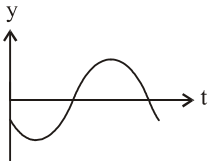
$$V=-\omega\sqrt{A^{۲}-x^{۲}}\xrightarrow{A=۰/۰۲m=۲cm}V=-۱۰۰\sqrt{۲^{۲}-۱^{۲}}=-۱۰۰\sqrt{۳}\,\frac{cm}{s}=-\sqrt{۳}\,\frac{m}{s}$$

اختلاف فاز بین معادله حرکت- سرعت و شتاب

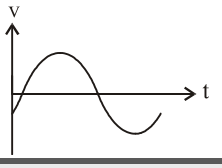
در حرکت نوسانی همواره نیرو و شتاب هم فازند	$y=A\sin(\omega t+\theta_{\circ})$
و نسبت به سرعت $\frac{\pi}{۲}$ و نسبت به بعد به اندازه‌ی π تقدم فاز دارند.	$V=A\omega\cos(\omega t+\theta_{\circ})=V_m\sin(\omega t+\theta_{\circ}+\frac{\pi}{۲})$
سرعت نسبت به شتاب $\frac{\pi}{۲}$ تأخیر فاز و نسبت به بعد به	$a=-A\omega^{۲}\sin(\omega t+\theta_{\circ})=a_m\sin(\omega t+\theta_{\circ}+\pi)$
اندازه‌ی $\frac{\pi}{۲}$ تقدم فاز دارد.	$f=ma\rightarrow f=f_m\sin(\omega t+\theta_{\circ}+\pi)$

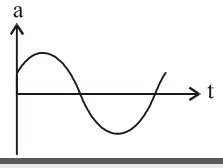
با توجه به مطالب فوق. اگر فاز اولیه معادله حرکت در ربع اول باشد فاز اولیه معادله سینوسی سرعت در ربع دوم و فاز اولیه‌ی شتاب در ربع سوم است. اگر فاز اولیه معادله حرکت در ربع دوم باشد، فاز اولیه معادله‌ی سینوسی سرعت در ربع سوم و فاز اولیه شتاب در ربع چهارم است.

نمودار $y-t$ یک نوسانگر به شکل مقابل است. نمودار سرعت – زمان و شتاب زمان، آن چگونه است؟

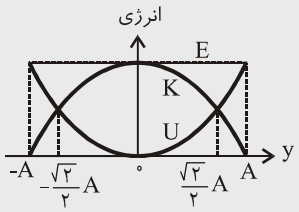


حل: چون فاز اولیه $y-t$، در ربع سوم است، فاز اولیه سرعت و شتاب به ترتیب ربع چهارم و اول می‌باشد.





▼ انرژی



انرژی جنبشی $K=\frac{1}{2}mV^2=\frac{1}{2}m\omega^2(A^2-y^2)$

انرژی پتانسیل $U=\frac{1}{2}m\omega^2y^2$

انرژی مکانیکی $E=K+U=\frac{1}{2}m\omega^2A^2$

$$\Rightarrow \frac{K}{U}=\frac{A^2-y^2}{y^2}\quad \frac{K}{E}=\frac{A^2-y^2}{A^2}\quad \frac{U}{E}=\frac{y^2}{A^2}$$

انرژی مکانیکی $E=\frac{1}{2}m\omega^2A^2$ با مجذور دامنه و مجذور بسامد نسبت مستقیم دارد.

در چه فاصله‌ای از مرکز نوسان انرژی پتانسیل و جنبشی برابر است؟

حل:

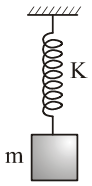
$$\frac{k}{U}=1\Rightarrow\frac{A^2-y^2}{y^2}=1\rightarrow y^2=\frac{1}{2}A^2\Rightarrow\boxed{y=\pm\frac{\sqrt{2}}{2}A}$$

در حرکت‌های نوسانی در مکان‌های $y=\pm\frac{\sqrt{2}}{2}A$ و در فازهای $\theta=(2n-1)\frac{\pi}{4}$ انرژی پتانسیل و جنبشی برابرند.

نوسان جرم و فنر: دوره حرکت و بسامد زاویه‌ای از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید.

* دوره حرکت نوسانی جرم و فنر به دامنه، شتاب جاذبه و طول فنر بستگی ندارد. با جذر جرم نسبت مستقیم و با جذر ضریب سختی فنر نسبت عکس دارد.

* انرژی مکانیکی مجموعه‌ی جرم و فنر از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید.



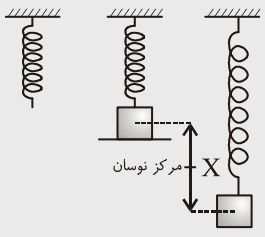
$$\boxed{T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}}\Rightarrow\boxed{\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}}$$

$$\boxed{E=\frac{1}{2}kA^2}$$

به فنری به ثابت k، جسمی به جرم m می‌بندیم و با دامنه‌ی A به نوسان در می‌آوریم. انرژی مکانیکی آن E می‌شود اگر فنر را به دو نیمه تقسیم کنیم و به یک نیمه‌ی آن جسمی به جرم $3m$ بیاویزیم و آن را به دامنه $\frac{A}{2}$ به نوسان درمی‌آوریم. انرژی مکانیکی آن چند E می‌شود؟

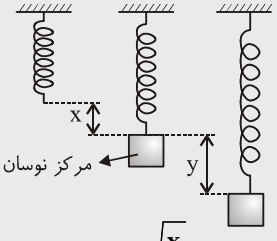
حل: **وقتی فنری به ثابت k به دو نیمه تقسیم می‌شود، ضریب سختی هر نیمه $2k$ می‌شود.** $E=\frac{1}{2}kA^2\rightarrow\frac{E_2}{E_1}=\frac{k_2}{k_1}.(\frac{A_2}{A_1})^2\Rightarrow\frac{E_2}{E_1}=2\times(\frac{1}{2})^2=\frac{1}{2}$

به فنری به ثابت k، جسمی به جرم m می‌بندیم و رها می‌کنیم تا جسم بر روی پاره‌خطی به طول X نوسان کند دامنه و دوره آن از رابطه زیر بدست می‌آید.



$$A=\frac{X}{2},\ T=2\pi\sqrt{\frac{X}{2g}}$$

به فنری به ثابت k، که از سقف آویزان است جسمی به جرم m می‌بندیم. فنر پس از تغییر طولی به اندازه x جسم را به تعادل در می‌آورد. جسم را به اندازه y از وضع تعادل خارج کرده و رها می‌کنیم و جسم با دامنه و دوره زیر نوسان می‌کند



$$A=y,\ T=2\pi\sqrt{\frac{x}{g}}$$

آونگ ساده: دوره‌ی یکه آونگ ساده از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$\boxed{T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}}$$

دوره آونگ ساده به جرم گلوله بستگی ندارد.

اگر به جرم گلوله علاوه بر نیروی وزن نیرویی در امتداد قائم وارد شود برای محاسبه‌ی دوره حرکت آونگ، شتاب ناشی از این نیرو تأثیر دارد. اگر نیرو به طرف بالا بود این شتاب را از g کم و اگر به طرف پایین بود جمع می‌کنیم.

$$T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g\pm a}}$$

نیرو به طرف پایین

نیرو به طرف بالا

گلوله‌ی یک آونگ آهنی است و با دوره‌ی $T = ۲s$ نوسان می‌کند. طول آونگ را نصف می‌کنیم و به کمک یک آهنربا نیرویی معادل وزن گلوله در امتداد قائم به طرف پایین به آن وارد می‌کنیم. دوره‌ی آن چند ثانیه می‌شود؟

حل:

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{L'}{L} \times \frac{g}{g + \frac{F}{m}}} \Rightarrow \frac{T'}{۲} = \sqrt{\frac{۱}{۲} \times \frac{g}{g + \frac{mg}{m}}} \Rightarrow T' = ۱s$$

موج‌های مکانیکی

موج با سرعت ثابت در یک محیط همگن منتشر می‌شود. و معادله‌ی انتشار آن به صورت $x = Vt$ می‌باشد. سرعت انتشار امواج مکانیکی در جامدات بیش‌تر از مایعات و در مایعات بیش‌تر از گازهاست.

سرعت ارتعاشات ذرات محیط $V = A\omega\cos(\omega t + \theta_{.})$ به خواص منبع ($\theta_{.}, \omega, A$) بستگی دارد. مستقل از خواص محیط است.	سرعت انتشار موج به خواص محیط بستگی دارد. به خواص منبع بستگی ندارد.

طول موج: مسافتی که موج در یک دوره طی می‌کند طول موج نام دارد. (λ)

$$\boxed{\lambda = VT = \frac{V}{f}}$$

سرعت انتشار موج در یک سیم: جرم واحد طول سیم را با μ نشان می‌دهیم

$$\mu = \frac{m}{L} \leftarrow \text{جرم واحد طول سیم } (\frac{kg}{m})$$

$$\boxed{V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F}{\rho.A}} = \frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\pi\rho}}} \rightarrow \quad \text{چگالی سیم } (\frac{kg}{m^۳})$$

$\frac{m}{s}$ سرعت انتشار ارتعاش

قطر سیم (m)

بنابراین برای مقایسه سرعت انتشار ارتعاشات در دو سیم از روابط زیر استفاده می‌کنیم.

$$\frac{V_۲}{V_۱} = \sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}} \times \sqrt{\frac{\mu_۱}{\mu_۲}} \Big/ \sqrt{\frac{\rho_۱}{\rho_۲}} \times \sqrt{\frac{A_۱}{A_۲}} \quad \text{یا} \quad \sqrt{\frac{\rho_۱}{\rho_۲}} \times \frac{D_۱}{D_۲}$$

تاری به طول L را که m گرم جرم دارد با نیروی F بین دو نقطه می‌کشیم و آن را مرتعش می‌کنیم. اگر تار دیگری به طول $\frac{۵}{۴}L$ و جرم $۸m$ را با همان نیروی کشش، مرتعش کنیم، سرعت انتشار موج در آن چند برابر سیم اول است؟

حل:

$$\mu_۲ = \frac{m_۲}{L_۲} = \frac{۰/۸m}{\frac{۵}{۴}L} = (۰/۸)^۲\frac{m}{L} = (۰/۸)^۲\mu_۱ \Rightarrow \frac{V_۲}{V_۱} = \sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}} \times \sqrt{\frac{\mu_۱}{\mu_۲}} = ۱ \times \sqrt{\frac{\mu_۱}{۰/۸^۲\mu_۱}} = \frac{۵}{۴}$$

در رابطه‌ی $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{FL}{m}}$ در صورتی که جرم سیم تغییر نکند و طول آن تغییرکند سرعت انتشار ارتعاشات با جذر طول سیم نسبت مستقیم پیدا می‌کند ولی اگر با تغییر طول سیم جرم آن هم به همان نسبت تغییرکند، μ ثابت می‌ماند و سرعت انتشار ارتعاشات به طول سیم بستگی ندارد.

سرعت انتشار ارتعاشات در سیمی که با نیروی F کشیده می‌شود V می‌باشد. اگر سیم را از دستگاهی عبور دهیم تا طولش دو برابر شود و سیم را با همان نیرو بکشیم، سرعت انتشار ارتعاشات در سیم چند برابر می‌شود؟

حل: چون جرم ثابت می‌ماند سرعت انتشار ارتعاشات با جذر طول نسبت مستقیم دارد.

$$\frac{V_۲}{V_۱} = \sqrt{\frac{L_۲}{L_۱}} = \sqrt{۲}$$

دو سیم به طول‌های L و $۳L$ از یک کلاف سیم همگن می‌بریم و آن‌ها را با نیروی کشش یکسان می‌کشیم. سرعت انتشار ارتعاشات در سیم اول چند برابر سرعت در سیم دوم است؟ (جواب: ۱ برابر)

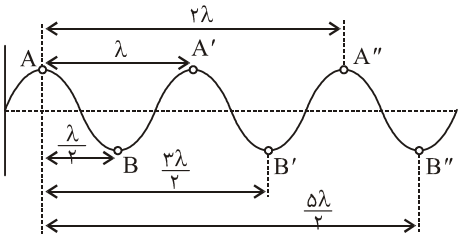
* وقتی امواج یک منبع موج از یک محیط وارد محیط دیگری می‌شود بسامد ثابت می‌ماند در این صورت طبق رابطه‌ی $\lambda = \frac{V}{f}$ طول موج به نسبت تغییرات سرعت انتشار موج تغییرمی‌کند.

$$f_۱ = f_۲ \Rightarrow \boxed{\frac{\lambda_۱}{\lambda_۲} = \frac{V_۱}{V_۲}}$$

* اگر دو منبع امواج خود را در یک محیط منتشر کنند، سرعت انتشار امواج برای هر دو منبع در این محیط برابر است و $V_1 = V_2 \Rightarrow \boxed{\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{f_2}{f_1}}$

طبق رابطه‌ی $\lambda = \frac{V}{f}$ طول موج با فرکانس منبع نسبت عکس دارد.

نقاط هم فاز: نقاطی هستند که در هر لحظه بعدهای برابر دارند. فاصله‌ی آن‌ها از یکدیگر مضرب صحیح از λ است، موج فاصله نقاط هم‌فاز را در مضرب صحیحی از یک دوره طی می‌کند (نقاط A, A', A'') اختلاف فاز معادله آن‌ها مضرب زوجی از π است.



نقاط در فاز مقابل: نقاطی هستند که در هر لحظه بعد قرینه‌ای دارند. فاصله آن‌ها از یکدیگر مضرب فردی از $\frac{\lambda}{2}$ است. موج فاصله‌ی دو نقطه‌ی در فاز مقابل را در مضرب فردی از $\frac{T}{2}$ طی می‌کند (نقاط A با B' یا B'' یا B''')

نقاط هم‌فاز	نقاط در فاز مقابل
$d = n\lambda$	$d = (2n-1)\frac{\lambda}{2}$
$\Delta\theta = 2n\pi$	$\Delta\theta = (2n-1)\pi$
$t = nT$	$t = (2n-1)\frac{T}{2}$

موج طولی: موجی است که امتداد ارتعاشات ذرات محیط، منطبق بر امتداد انتشار موج است. امواج مکانیکی در سیالات طولی منتشر می‌شوند.

موج عرضی: موجی است که امتداد ارتعاشات ذرات محیط، عمود بر امتداد انتشار موج است. در سطح جدایی بین دو محیط امواج مکانیکی، عرضی منتشر می‌شوند.

معادله موج: اگر معادله‌ی منبع ارتعاشات یک موج که با سرعت V و طول موج λ در یک محیط منتشر می‌شود به صورت $y_{.} = A\sin(\omega t + \theta_{.})$ باشد معادله ارتعاشات نقطه‌ای به فاصله‌ی x از منبع موج (ox در جهت انتشارموج) به شکل‌های زیر است.

$$U_y = A\sin(\omega t - kx) = A\sin(\omega t - \omega t_m) = A\sin(\omega t - \frac{\omega x}{V}) = A\sin(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}) \qquad \boxed{k = \frac{\omega}{V} = \frac{2\pi}{\lambda}}$$

(U_y: جهت انتشار ذرات محیط، kx: جهت انتشار موج)

t_m زمان رسیدن موج از منبع به نقطه‌ی موردنظر و k عدد موج است.

بنابراین اختلاف فاز معادله حرکت ارتعاشی دو نقطه که در یک امتداد با منبع موج هستند از روابط زیر بدست می‌آید: $\boxed{\phi = \frac{\omega x}{V} = \omega t_m = \frac{2\pi x}{\lambda} = kx}$

معادله‌ی حرکت ارتعاشی دو نقطه از یک محیط در یک امتداد با منبع موج هستند به صورت $y_A = 2\sin(100\pi t - \frac{\pi}{8})$ و $y_B = 2\sin(100\pi t - \frac{\pi}{12})$ می‌باشد. اگر امواج با سرعت $24\frac{m}{s}$ درمحیط منتشر شوند، بدست آورید؟

۱) حداقل فاصله این دو نقطه

۲) فاصله این دو نقطه به شرطی که بدانیم بین این دو نقطه، سه نقطه‌ی هم فاز با A وجود دارد.

حل:

$$۱)\ \phi = \frac{\pi}{8} - \frac{\pi}{12} = \frac{\pi}{24} \qquad \phi = \frac{\omega x}{V} \Rightarrow \frac{\pi}{24} = \frac{100\pi x}{24} \Rightarrow \boxed{x = 0/01m}$$

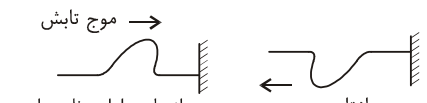
در این حالت به ازاء هر نقطه هم فاز با یکی از دو نقطه، به مقدار فوق λ اضافه می‌کنیم.

$$۲)\ \lambda = \frac{V}{f} = \frac{24}{50} = 0/48m$$

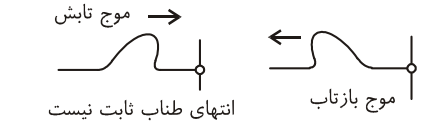
$$x' = x + 3\lambda = 0/01 + 3\times 0/48 = 1/54m$$

جبهه‌ی موج: مکان هندسی نقطه‌هایی از محیط است که در آن نقطه‌ها، تابع موج دارای فاز یکسانی است.

بازتاب موج از انتهای ثابت: اگر انتهای یک محیط نتواند نوسان کند، آن را مانع سخت می‌گوییم. موج در برخورد به مانع سخت طوری برمی‌گردد که امواج در رفت به طرف مانع و برگشت از روی آن در محل مانع اختلاف فازی به اندازه‌ی π دارند. یعنی موج برگشتی، وارون موج رفت می‌باشد.

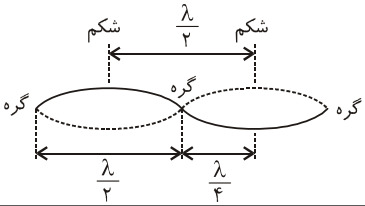


بازتاب موج از انتهای آزاد: اگر انتهای محیط بتواند آزادانه نوسان کند، آن را مانع نرم می‌گوییم. موج در برخورد به مانع نرم بدون اختلاف فاز برمی‌گردد. یعنی موج وارونه نمی‌شود.



اصل برهم نهی موج‌ها: هر موج در حال انتشار بدون آن که برای انتشار سایر موج‌ها مزاحمتی ایجاد کند، از آن‌ها عبور می‌کند. در نقطه‌ای که دو یا چند موج با هم تلاقی می‌کنند. جابه‌جایی ذره‌ای از محیط که در آن نقطه است، برابر برآیند جابه‌جایی‌های حاصل از هر یک از موج‌هاست $\vec{U} = \vec{U_1} + \vec{U_2} + \dots$

فاصله‌ی گره‌ها و شکم‌ها: فاصله‌ی دو گره متوالی یا دو شکم متوالی $\frac{\lambda}{2}$ و فاصله‌ی یک گره از شکم مجاورش $\frac{\lambda}{4}$ می‌باشد.



تعیین بسامد و طول موج: در تارهای دو سربسته و یک سر بسته

تارهای یک سربسته

اولین صوت (صوت اصلی) $L = \frac{\lambda}{4}$

دومین صوت $L = \frac{3\lambda}{4}$

سومین صوت $L = \frac{5\lambda}{4}$

$L = (2n-1)\frac{\lambda}{4} \xrightarrow{\lambda=\frac{V}{f}} f = \frac{(2n-1)V}{4L} = \frac{2n-1}{4L}\sqrt{\frac{F}{\mu}}$

تعداد شکم‌ها= تعداد گره‌ها= شماره صوت = n

شماره هماهنگ $= 2n-1$

به ازاء $n=1$ تار بم‌ترین صوت (صوت اصلی) را اجرا می‌کند. تار مرتعش یک سربسته فقط هماهنگ‌های فرد صوت اصلی را اجرا می‌کنند.

بسامد صوت اصلی $\rightarrow f_n = (2n-1)f_1$ بسامد صوت n ام

اگر f' و f'' بسامدهای متوالی تار باشند داریم:

$f_1 = \frac{|f' - f''|}{2}$

تارهای دو سربسته

اولین صوت (صوت اصلی) $L = \frac{\lambda_1}{2}$

دومین صوت $L = 2\frac{\lambda}{2}$

سومین صوت $L = \frac{3\lambda_3}{2}$

$L = n\frac{\lambda_n}{2} \xrightarrow{\lambda=\frac{V}{f}} f = \frac{nV}{2L} = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F}{\mu}}$

تعداد شکم‌ها = شماره صوت = شماره هماهنگ = n

تعداد گره‌ها $= n+1$

به ازاء $n=1$ تار بم‌ترین صوت (صوت اصلی) را اجرا می‌کند.

مضارب صحیحی از بسامد صوت اصلی را هماهنگ صوت اصلی می‌گوییم تارمرتعش دو سربسته هماهنگ‌های فرد و زوج صوت اصلی را اجرا می‌کنند.

بسامد صوت اصلی $\rightarrow f_n = nf_1$ بسامد صوت n ام

اگر f' و f'' بسامدهای متوالی تار باشند داریم: $f_1 = |f' - f''|$

برهم نهی سازنده: هرگاه اختلاف فاصله‌ی یک نقطه تا دو منبع مضرب صحیح از λ باشد، امواج رسیده از دو منبع به این نقطه، هم فازند ترکیب امواج در این نقطه، سازنده است. دامنه ارتعاشی این نقطه برابر با جمع دامنه‌های امواج رسیده به این نقطه می‌شود. انرژی ارتعاشی این نقطه بیشینه می‌شود. در این حالت در این نقطه شکم تولید می‌شود.

$d_2 - d_1 = n\lambda$

برهم نهی ویرانگر: هرگاه اختلاف فاصله‌ی یک نقطه از دو منبع مضرب فردی از $\frac{\lambda}{2}$ باشد، امواج رسیده به این نقطه، در فاز مقابل‌اند. ترکیب امواج در این نقطه ویرانگر است دامنه ارتعاشی این نقطه تفاضل دامنه دو موج رسیده می‌باشد. انرژی ارتعاشی این نقطه کم‌ترین است در این حالت در این نقطه گره ایجاد می‌شود.

$d_2 - d_1 = (2n-1)\frac{\lambda}{2}$

صوت

امواجی که فرکانس آن‌ها بین $20Hz$ تا $20000\ Hz$ باشد توسط انسان شنیده می‌شود. صوتی که بسامدش کم‌تر است **فروصوت** و صوتی که بسامدش بیش‌تر است **فراصوت** می‌گوییم. سرعت انتشار صوت در یک گاز از رابطه زیر به دست می‌آید.

$V = \sqrt{\gamma\frac{RT}{M}}$ $\rightarrow T = C + 273$ $\rightarrow M = \frac{m}{n}$

$\gamma = \frac{C_{MP}}{C_{MV}}$ (به تعداد اتم‌های تشکیل دهنده مولکول گاز بستگی دارد)

برای مقایسه سرعت انتشار صوت در دو گاز از رابطه‌ی زیر استفاده می‌کنیم.

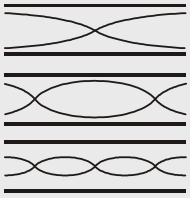
$\frac{V}{V'} = \sqrt{\frac{\gamma}{\gamma'}\times\frac{T}{T'}\times\frac{M'}{M}}$

سرعت صوت در هوا، سرعت صوت در هوای صفردرجه $331\ \frac{m}{s}$ است. در دماهای حدود صفر از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید.

$V = V_0 + 0/6\theta$

لوله‌های صوتی دو سرباز

اولین صوت (صوت اصلی) $L=\frac{\lambda}{2}$



$L=\frac{2\lambda}{2}$

$L=\frac{3\lambda}{2}$

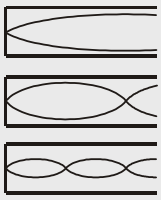
$L=\frac{n\lambda}{2} \xrightarrow{\lambda=\frac{V}{f}} f=\frac{nV}{2L}=\frac{n}{2L}\sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$

تعداد گره‌ها= شماره صوت = شماره هماهنگ= n

تعداد شکم‌ها $=n+1$

لوله‌های صوتی یک سربسته

اولین صوت (صوت اصلی) $L=\frac{\lambda}{4}$



دومین صوت $L=\frac{3\lambda}{4}$

سومین صوت $L=\frac{5\lambda}{4}$

$L=(2n-1)\frac{\lambda}{4} \xrightarrow{\lambda=\frac{V}{f}} f=\frac{(2n-1)V}{4L}=\frac{2n-1}{4L}\sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$

تعداد گره‌ها = تعداد شکم‌ها = شماره صوت = n

شماره هماهنگ $=2n-1$

اگر f' و f'' فرکانس‌های دو صوت متوالی یک لوله صوتی باز باشد داریم:

$f_1=|f'-f''|$

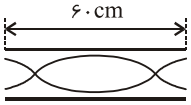
اگر f' و f'' فرکانس‌های دو صوت متوالی یک لوله صوتی یک سربسته باشد داریم: $f_1=\frac{|f'-f''|}{2}$

- در صورتی که دو منبع صوتی هم صدا باشند، بسامد آن‌ها برابر است.
- در صورتی که بسامد دو منبع صوتی برابر باشد، یکدیگر را تشدید می‌کنند.
- در لوله‌های صوتی، موج‌های ایستاده‌ی طولی و در تارهای مرتعش، موج‌های ایستاده عرضی تولید می‌شود.

▼مقایسه‌ی لوله‌های صوتی باز و بسته

$$\frac{f_{باز}}{f_{بسته}}=\frac{n_{باز}}{2n-1_{بسته}}\times\frac{2L_{بسته}}{L_{باز}}\times\sqrt{\frac{\gamma_{باز}}{\gamma_{بسته}}\times\frac{T_{باز}}{T_{بسته}}\times\frac{M_{بسته}}{M_{باز}}}$$

در شکل مقابل، لوله‌ی صوتی؛ صدای دیاپازونی به تشدید درآمده است. طول لوله صوتی یک انتهای بسته‌ای چند سانتی‌متر باشد؛ آن هم در همان محل به تشدید در آید و در طول آن نیز ۳ شکم تشکیل شود.



(سراسری ریاضی -۸۹)

حل: $\frac{f_{باز}}{f_{بسته}}=\frac{n_{باز}}{2n-1_{بسته}}\times\frac{2L_{بسته}}{L_{باز}} \xrightarrow{f=f} 1=\frac{2}{2\times3-1}\times\frac{2\times L_{بسته}}{60} \Rightarrow L_{بسته}=75cm$

شدت صوت: مقدار انرژی صوتی است که در واحد زمان عمود بر واحد سطح عبور کند. آن را با I نشان می‌دهیم.

$I=\frac{\frac{E}{t}}{A}=\frac{E}{A.t}=\frac{P}{A}$

$I=\frac{P}{4\pi R^2}$ ← شدت صوت گذرنده از کره‌ای به شعاع R

مقایسه‌ی شدت صوت‌ها: شدت صوت با مجذور دامنه ارتعاش منبع و مجذور فرکانس آن نسبت مستقیم و با مجذور فاصله‌ی شنونده از منبع نسبت عکس دارد.

$I\alpha\frac{A^2f^2}{d^2} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1}=(\frac{A_2}{A_1}\times\frac{f_2}{f_1}\times\frac{d_1}{d_2})^2$

شدت صوت آستانه‌ی شنوایی: کم‌ترین شدت صوتی که انسان می‌تواند بشنود، آستانه‌ی شنوایی می‌باشد شدت آن برابر است با:

$I_0=10^{-6}\frac{\mu w}{m^2}=10^{-12}\frac{w}{m^2}$

شدت آستانه‌ی دردناکی: بیشینه‌ی شدت صوتی که انسان می‌تواند بدون درد گوش بشنود، آستانه دردناکی می‌باشد. شدت آن برابر با آستانه‌ی شنوایی و دردناکی به بسامد بستگی دارند.

$I=1\frac{w}{m^2}$

تراز شدت صوت: عبارتست از لگاریتم در پایه‌ی ده نسبت شدت صوت به صوت مبنا و آن را با β نشان می‌دهیم.

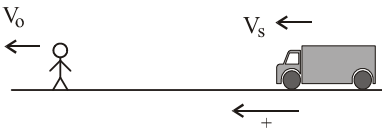
$\beta=\log\frac{I}{I_0}$

تراز شدت دو صوت: برای مقایسه‌ی تراز شدت صوت‌ها از رابطه‌ی زیر استفاده می‌شود.

$\frac{I_2}{I_1}=(\frac{f_2}{f_1}\times\frac{A_2}{A_1}\times\frac{d_1}{d_2})^2$; $\beta_2-\beta_1=\log\frac{I_2}{I_1}$

▼اثر دوپلر (مخصوص رشته ریاضی):

هرگاه یک منبع و یک شنونده نسبت به هم حرکت داشته باشند. بسامدی که شنونده دریافت می‌کند با بسامد واقعی منبع صوت متفاوت است به این پدیده، **«پدیده دوپلر»** می‌گوییم.



در استفاده از این رابطه جهت مثبت از طرف منبع به طرف شنونده است.

سرعت شنونده ↑
بسامدی که شنونده دریافت می‌کند ← $f_o = \frac{V - V_o}{V - V_s} f_s$ ← بسامد منبع
سرعت صوت در هوا ↙ ↘ سرعت منبع

* **اگر منبع صوت ساکن باشد، همواره شنونده صوت دریافتی را با همان طول موج گسیل شده از منبع دریافت می‌کند.**

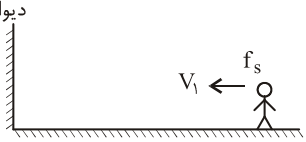
$$\lambda_o = \lambda_s = \frac{V}{f_s}$$

* اگر چشمه‌ی صوت با سرعت V_s حرکت کند طول موج در جلو و پشت منبع از رابطه‌های زیر محاسبه می‌شود.

$$\left.\begin{array}{l} \lambda_{o_1} = \dfrac{V - V_s}{f_s} \quad \text{در جلوی چشمه صوت} \\ \lambda_{o_2} = \dfrac{V + V_s}{f_s} \quad \text{در پشت چشمه صوت} \end{array}\right| \Rightarrow \boxed{\frac{\lambda_{o_1}}{\lambda_{o_2}} = \frac{f_{o_2}}{f_{o_1}} = \frac{V - V_s}{V + V_s}}$$

; فرکانس در جلوی منبع = f_{o_1} ، فرکانس در پشت منبع = f_{o_2}

اگر شخصی منبعی با بسامد f_s در دست داشته باشد و با سرعت V_1 به طرف دیواری حرکت کند. بسامد صوت برگشتی از صخره که توسط شنونده ساکن دریافت می‌شود و همچنین بسامد صوت برگشتی که خودشخص دریافت می‌کند از دو رابطه‌ی زیر بدست می‌آید.



$f = \frac{V + V_1}{V - V_1} f_s$ بسامد پژواک (دریافتی توسط شخص)	$f = \frac{V}{V - V_1} f_s$ بسامد پژواک (دریافتی توسط شنونده ساکن)

تذکر: اگر شخص از دیوار با سرعت V_1 دور شود. در فرمول‌های فوق به جای V_1 بایستی $-V_1$ قرار داد.

موج‌های الکترومغناطیس

از دو میدان الکتریکی و مغناطیسی متناوبِ هم فرکانسِ عمود برهم تشکیل می‌شود.

۱- از تغییر هریک از دو میدان، دیگری به وجود می‌آید.
۲- امواجی عرضی و رونده می‌باشند.
۳- از روی موانع منعکس می‌شوند.
۴- برای انتشار نیاز به محیط مادی ندارند.
۵- توسط محیط‌های مادی جذب می‌شوند.
۶- در محیط‌های غیرفلزی، هم فازند.
۷- حامل بارالکتریکی نیستند.
۸- حامل انرژی هستند.
۹- تمامی آن‌ها در خلاء با سرعت C منتشر می‌شوند که از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$C = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0}} \simeq 3\times10^8 \frac{m}{s} \quad \mu_0 = 4\pi\times10^{-7} \frac{T.m}{A}, \varepsilon_0 = 8/85\times10^{-12} \frac{C^2}{N.m^2}$$

طیف امواج الکترومغناطیس: این موج‌ها، طیف پیوسته‌ای را تشکیل می‌دهند که با وجود تفاوت بسیار در بسامد و نحوه‌ی تولید و آشکارسازی آن‌ها ماهیت و قانون‌های حاکم بر آن‌ها یکسان است.

اشعه گاما	اشعه X	فرابنفش UV	نورمرئی	فروسرخ IR	امواج رادیویی			
			بنفش-نیلی-آبی-سبز-زرد-نارنجی-قرمز		ماهواره	تلویزیون	رادیو	بی‌سیم
$\lambda = 10^{-12}m$	$\lambda = 10^{-10}m$	$\lambda = 10^{-8}m$	$\lambda v = 4100\text{Å}$ $\lambda r = 6600\text{Å}$	$\lambda = 10^{-4}m$	$\lambda = 10^{-2}m$			$\lambda = 10^{5}m$

طول موج کوتاه‌تر- بسامد، قدرت نفوذ، انرژی بیشتر ←

* رنگ یک نور وابسته به بسامد آن است. وقتی نور از یک محیط وارد محیط دیگر می‌شود، بسامد آن تغییر نمی‌کند ولی سرعت انتشار آن تغییر می‌کند. بنابراین رنگ نور عوض نمی‌شود. طبق رابطه $\lambda = \frac{V}{f}$، طول موج نور به نسبت تغییر سرعت آن، تغییر می‌کند. ضریب شکست →

$$\boxed{\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{n_1}{n_2}}$$

طول موج (m) ← ، سرعت انتشار نور ($\frac{m}{s}$) ←

نحوه‌ی تولید، آشکارسازی و کاربرد طیف موج‌های الکترومغناطیسی

نام و حدود طول موج	چشمه	وسایل آشکارسازی	بعضی از ویژگی‌های خاص و کاربرد
پرتو گاما (γ) $1Pm = 10^{-12}m$	هسته‌ی مواد رادیواکتیو و پرتوهای کیهانی	شمارش‌گر گایگر- مولر و فیلم عکاسی	فوتون‌های با انرژی بسیار بالا و با قدرت نفوذ بسیار زیاد، خیلی خطرناک کاربرد : بافت‌های سرطانی را ازبین می‌برد، برای پیدا کردن ترک در فلزات، برای ضدعفونی‌کردن تجهیزات و وسایل
پرتوی ایکس (X) $100Pm = 10^{-10}m$	لامپ پرتو X	فیلم عکاسی و صفحه‌ی فلوئورسان	فوتون‌های بسیار پرانرژی و با قدرت نفوذ زیاد، خیلی خطرناک کاربرد : استفاده در پرتونگاری، استفاده در مطالعه‌ی ساختار بلورها، معالجه‌ی بیماری‌های پوستی، استفاده در پرتو درمانی
فرابنفش (uv) $10nm = 10^{-8}m$	خورشید، جسم‌های خیلی داغ، جرقه‌ی الکتریکی، لامپ بخار جیوه	فیلم عکاسی، فوتوسل	ویژگی‌ها : توسط شیشه جذب می‌شود، سبب بسیاری از واکنش‌های شیمیایی می‌شود، یاخته‌های زنده را از بین می‌برد. کاربرد : لامپ‌های uv در پزشکی
نور مرئی (سبز) $0/6\mu m = 6\times10^{-7}m$	خورشید، جسم‌های داغ، لیزرها	چشم، فیلم عکاسی، فوتوسل	ویژگی‌ها : در دیدن اجسام نقش اساسی دارد، برای رشد گیاهان و عمل فتوسنتز نقش حیاتی دارد. کاربرد : در سیستم‌های مخابراتی (لیزر و تارهای نوری) مورد استفاده قرار می‌گیرد.
فروسرخ (IR) $100\mu m = 10^{-4}m$	خورشید، جسم‌های گرم و داغ	فیلم‌های مخصوص عکاسی	ویژگی : هنگامی که جذب می‌شود، پوست را گرم می‌کند. کاربرد : برای گرم‌کردن، برای فیلم‌برداری و عکاسی در مه و تاریکی، عکاسی IR توسط ماهواره‌ها
رادیویی $3m(VHF)$	اجاق‌های مایکروویو، آنتن‌های رادیویی و تلویزیونی	رادیو و تلویزیون	کاربرد : در آشپزی، رادیو، تلویزیون، مخابرات ماهواره‌ای و در رادارها برای آشکارسازی هواپیما، موشک و کشتی

آزمایش یانگ: دو منبع نوری تک رنگ در فاصله‌ی a از یکدیگر قرار دارند و امواجی را با طول موج λ در محیط منتشر می‌کنند، پرده‌ای در فاصله‌ی D از دو منبع قرار دارد و نوارهای تداخلی روی آن تشکیل می‌شود. عمودمنصف S_1, S_2 دو منبع را در دو نقطه‌ی O قطع می‌کنند که محل تشکیل نوار روشن مرکزی است. در آزمایش یانگ از فرمول‌های زیر استفاده می‌شود.

فاصله‌ی n امین نوار روشن از نوار روشن مرکزی (فاصله‌ی $n+1$ نوار روشن و یا تاریک متوالی) $x = n\frac{\lambda D}{a}$

فاصله‌ی n امین نوار تاریک از نوار روشن مرکزی $x = \frac{2n-1}{2}\frac{\lambda D}{a} = (n-0/5)\frac{\lambda D}{a}$

اگر پهنای نوارها یکسان باشد پهنای هر نوار برابر خواهدبود با: $I = \frac{1}{2}\frac{\lambda D}{a}$

اختلاف فاز امواج رسیده از دو منبع به محل تشکیل n امین نوار روشن ..... $\Delta\phi = 2n\pi$

اختلاف فاز امواج رسیده از دو منبع به محل تشکیل n امین نوار تاریک ..... $\Delta\phi = (2n-1)\pi$

اختلاف راه امواج رسیده از دو منبع به محل تشکیل n امین نوار روشن ..... $d_2 - d_1 = n\lambda$

اختلاف راه امواج رسیده از دو منبع به محل تشکیل n امین نوار تاریک ..... $d_2 - d_1 = (2n-1)\frac{\lambda}{2}$

اختلاف زمانی امواج رسیده از دو منبع به محل تشکیل n امین نوار روشن ..... $\Delta t = nT = n\frac{\lambda}{C}$

اختلاف زمانی امواج رسیده از دو منبع به محل تشکیل n امین نوار تاریک ..... $\Delta t = (2n-1)\frac{T}{2} = \frac{2n-1}{2}\frac{\lambda}{C}$

آشنایی با فیزیک اتمی و لیزر

تابش ازسطح اجسام: ازسطح همه‌ی اجسام در هر دمایی موج‌های الکترومغناطیسی گسیل می‌شودکه به آن «**تابش گرمایی**» می‌گوییم. تابش گسیل شده از هر جسم به دمای آن و برخی از **خصوصیات سطح** آن بستگی دارد. و در آن همه‌ی طول موج‌ها از فروسرخ تا مرئی و فرابنفش به صورت طیف پیوسته وجود دارد.

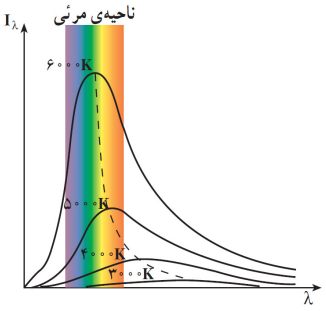
ضریب جذب: از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$a_\lambda = \frac{\text{انرژی تابشی جذب شده با طول موج } \lambda}{\text{انرژی تابشی فرودی با طول موج } \lambda} < 1$$

جسم سیاه: جسمی است که ضریب جذب آن برای تمام طول موج‌ها، ۱ باشد. هرجسم سیاهی، سیاه رنگ است ولی هرجسم سیاه رنگی جسم سیاه نیست.

شدت تابش: مقدار کل موج‌های الکترومغناطیسی‌ای که در واحد زمان از واحد سطح آن جسم گسیل می‌شود شدت تابش نام دارد هرچه ضریب جذب جسم بیش‌تر باشد، شدت تابش آن نیز بیش‌تر است. **جسم سیاه بهترین گسیل دهنده موج‌های الکترومغناطیسی و بهترین جذب کننده‌ی این موج‌هاست.**

تابندگی: تابندگی یک جسم در طول موج λ برابر است با مقدار انرژی موج‌های الکترومغناطیس با طول موج‌های بین λ و $\lambda + \Delta\lambda$ که در واحد زمان از واحد سطح جسم گسیل می‌شود. آن را با I_λ نشان می‌دهیم. نمودار تابندگی برحسب λ به شکل زیر است. وقتی دمای جسم بالا می‌رود اولاً گسترده‌ی طول موج‌های تابشی افزایش می‌یابد. ثانیاً تابندگی تمامی طول موج‌ها زیاد می‌شود. ثالثاً بیشینه‌ی منحنی یعنی طول موجی که با بیش‌ترین تابندگی گسیل می‌شود به طرف طول موج‌های کوتاه‌تر میل می‌کند این مطلب با معادله زیر بیان می‌شود.



$$\lambda_m . T = C = ۲/۹ \times ۱۰^{-۳}\ m.k$$

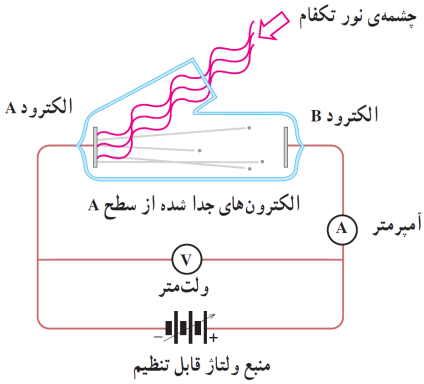
مقدار انرژی‌ای که جسم به صورت امواج الکترومغناطیسی گسیل می‌کند از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$E = nhf = nh\frac{C}{\lambda} \quad ; \quad h = ۶/۶۳ \times ۱۰^{-۳۴}\ J.s$$

الکترون ولت: تغییر انرژی یک الکترون است وقتی بین دو نقطه با اختلاف پتانسیل یک ولت جابه‌جا می‌شود.

$$۱ev = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\ J$$

پدیده فوتوالکتریک: کنده شدن الکترون از سطح یک فلز را پدیده **فوتوالکتریک** و الکترون کنده شده را فوتوالکترون می‌نامیم.



۱) افزایش ولتاژ، نقشی در ایجاد پدیده‌ی فوتوالکتریک ندارد.

۲) مقدار ولتاژ متوقف‌کننده به شدت پرتو فرودی و به عبارتی به تعداد فوتون‌های گسیلی بستگی ندارد.

۳) مقدار ولتاژ متوقف‌کننده به بسامد نور فرودی بستگی دارد.

۴) ولتاژ متوقف‌کننده به جنس الکترود فلز A بستگی دارد.

تابع کار: حداقل انرژی لازم برای کندن الکترون از سطح یک فلز را تابع کار آن فلز می‌گوییم. $(w_.)$

بسامد قطع: حداقل فرکانسی که فوتون بایستی داشته باشد تا بتواند الکترون را از سطح فلز جدا کند. $(f_.)$

طول موج قطع، حداکثر طول موجی که فوتون بایستی داشته باشد تا بتواند الکترون را از سطح فلز جدا کند $(\lambda_.)$

$$\lambda_. = \frac{C}{f_.} = \frac{ch}{w_.} \qquad f_. = \frac{w_.}{h}$$

انرژی جنبشی سریع‌ترین فوتوالکترون‌های گسیل شده و ولتاژ قطع از رابطه روبه‌رو بدست می‌آیند:

$$V_. = \frac{hf - w_.}{e} = \frac{h\frac{C}{\lambda} - w_.}{e}$$

$$J \leftarrow k = hf - w_. \rightarrow J \quad (J.s \ \ Hz)$$

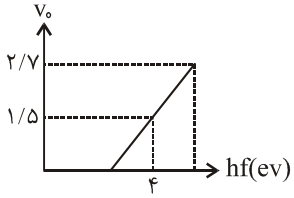
$$ev \leftarrow k = hf - w_. \rightarrow ev \quad (evs \ \ ev \ \ Hz)$$

منحنی ولتاژ منحنی نسبت به انرژی فوتون‌ها برحسب ev رسم شده است. برای چه فوتونی ولتاژ قطع ۲/۷ev می‌باشد؟

حل:

$$V_. = \frac{hf - w_.}{e} \Rightarrow ۱/۵ = ۴ - w_. \Rightarrow w_. = ۲/۵ev$$

$$V_. = \frac{hf - w_.}{e} \Rightarrow ۲/۷ = hf - ۲/۵ \Rightarrow hf = ۵/۲ev$$



▼انواع طیف‌ها:

۱- طیف پیوسته: طیفی است که فاصله‌ای بین طول موج‌هایی که در طیف وجود دارد نیست. و در آن مرز بین رنگ‌ها مشخص نمی‌باشد. مولد این طیف‌ها **جامدهای ملتهب** و **مذاب فلزات** می‌باشند.	**۲- طیف خطی یا اتمی:** از چند خط رنگی جدا از هم تشکیل می‌شود. مولد این طیف‌ها **بخار فلزات** و یا **گازهای ملتهب** می‌باشند.
۳- طیف گسیلی: از منبع نور مستقیماً وارد طیف نما می‌شود.	**۴ – طیف جذبی:** اگر نور قبل از ورود به طیف‌نما از یک محیط واسطه‌ی ملتهب عبور کند در طیف رنگی آن خطوط تاریکی ایجاد می‌شود که به آن خطوط جذبی می‌گویند.

* طیف‌های گسیلی و جذبی هیچ دو عنصری مثل هم نیست.

* طیف جذبی هر عنصر منطبق بر طیف نشری آن است.

طیف خورشید: یک طیف رنگی دارای خطوط جذبی می‌باشد. که این خطوط مربوط به عناصر واقع در جو خورشید می‌باشند. این خطوط را خطوط «**فرانهوفر**» می‌گویند.

رابطه‌ی ریدبرگ- بالمر: طیف اتمی هیدروژن از چهارخط رنگی تشکیل می‌شود. طول موج این خط‌ها از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

$$(nm) \leftarrow \boxed{\lambda = ۳۶۴/۵۶\frac{n^۲}{n^۲-۴}}, n = ۳,۴,۵,۶$$

خط‌های دیگر طیف هیدروژن که در ناحیه نامرئی هستند از روابط زیر محاسبه می‌شوند.

$$\boxed{\lambda = ۳۶۴/۵۶\frac{n^۲}{n^۲-۱۶}}; n = ۵و۶ \qquad \boxed{\lambda = ۳۶۴/۵۶\frac{n^۲}{n^۲-۹}}; n = ۴و۵و۶$$

ریدبرگ فرمول دیگری برای محاسبه تمامی خطوط طیف هیدروژن بدست آورد. براساس این فرمول هرگاه الکترون از مدار n به n' پرش کند طول موج فوتون تابش از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$\boxed{\frac{۱}{\lambda} = R_H(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{n^۲})} \quad n > n', R_H = ۰/۰۱(nm)^{-۱}$$

* به ازاء $n' = n+۱$ فوتون تابشی که کم‌ترین انرژی در بین فوتون‌های آن رشته و بلندترین طول موج را دارد به دست می‌آید.

نام رشته	مقدار n'	رابطه‌ی ریدبرگ مربوط	مقدارهای n	گستره‌ی طول موج
لیمان	۱	$\frac{۱}{\lambda} = R_H(\frac{۱}{۱^۲}-\frac{۱}{n^۲})$	$n = ۲,۳,۴,...$	فرابنفش
بالمر	۲	$\frac{۱}{\lambda} = R_H(\frac{۱}{۲^۲}-\frac{۱}{n^۲})$	$n = ۳,۴,۵,...$	فرابنفش و مرئی
پاشن	۳	$\frac{۱}{\lambda} = R_H(\frac{۱}{۳^۲}-\frac{۱}{n^۲})$	$n = ۴,۵,۶,...$	فروسرخ
براکت	۴	$\frac{۱}{\lambda} = R_H(\frac{۱}{۴^۲}-\frac{۱}{n^۲})$	$n = ۵,۶,۷,...$	فروسرخ
پفوند	۵	$\frac{۱}{\lambda} = R_H(\frac{۱}{۵^۲}-\frac{۱}{n^۲})$	$n = ۶,۷,۸,...$	فروسرخ

▼الگوهای اتمی:

۱- مدل تامسون: در این مدل اتم به صورت خمیری دارای بار مثبت فرض شده که الکترون‌ها (دارای بارمنفی) مثل کشمش‌های یک کیک کشمشی در آن توزیع شده‌اند. این مدل قادر به توجیه آزمایش پراکندگی ذرات α (آزمایش رادرفورد نیست.)

۲- مدل رادرفورد: در این مدل، هسته‌ی اتم، کم حجم و سنگین و دارای بارالکتریکی مثبت است که الکترون‌های دارای بارمنفی در فواصل بسیار دوری از آن قرار دارند. و بر روی دایره‌هایی در اطراف هسته در چرخش هستند. اشکالات این مدل ۱- عدم توجیه پایداری الکترون در اطراف آن ۲- عدم توجیه طیف اتمی عناصر

۳- مدل بور: بر مبنای چهار فرضیه استوار است.

۱- الکترون‌ها تنها روی مدارهای دایره‌ای با شعاع‌های معینی حرکت می‌کنند. این مدارها را مانا می‌نامیم. برای کوچک‌ترین شعاع مدارالکترون در اتم هیدروژن داریم.

$$\boxed{a_۰ = \frac{h^۲}{۴\pi^۲ mke^۲}}$$

۲- الکترون در حین حرکت روی یک مدار مانا، تابشی گسیل نمی‌کند.

۳- شعاع چرخشی الکترون در مدارهای مانا از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید.

$$\boxed{a_n = n^۲ a_۰} \; n = ۲,۳,...$$

۴- الکترون وقتی از یک حالت مانا با انرژی E_{n_1} به حالت مانای دیگری به انرژی کم‌تر (E_{n_2}) برود موج الکترومغناطیسی تابش می‌کند.

$$E_{n_1} - E_{n_2} = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

* سرعت الکترون با جذر شعاع دوران نسبت عکس دارد.

$$V \propto \frac{1}{\sqrt{r}}$$

* انرژی الکترون با شعاع دوران نسبت عکس دارد. می‌توان نوشت:

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{r_1}{r_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

اگر انرژی الکترون در مدار پایه E_R باشد انرژی الکترون در مدار n ام برابر است با:

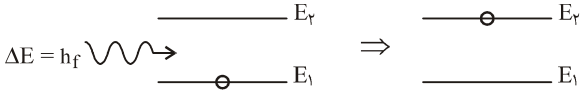
$$E_n = \frac{-E_R}{n^2} \quad E_R = 13/6 ev$$

نظریه‌ی بور برای اتم‌های که در مدارآخریشان تک الکترون دارند نیز بکار می‌رود (به شکل مقابل)

$$E_n = -E_R \frac{Z^2}{n^2}$$ (Z عدداتمی عنصر موردنظر)

لیزر: از فوتون‌هایی که همگی هم جهت و هم فاز و هم انرژی‌اند تشکیل شده است. اساس لیزر بر مبنای «القا» استوار است.

اتم برانگیخته: برای آن که الکترونی را از حالت n_1 به $n_2 > n_1$ منتقل کنیم باید به آن انرژی‌ای برابر با اختلاف انرژی دو لایه بدهیم



(*اتم= فوتون + اتم)

گسیل خودبه خودی: هرگاه اتم در حالت برانگیخته باشد با گسیل یک فوتون به حالت پایه می‌رود که گسیل خودبه خودی نامیده می‌شود.

فوتون + اتم $\rightarrow$ *اتم

گسیل القایی: اگر به اتم برانگیخته یک فوتون، انرژی hf (اختلاف انرژی دو تراز اتم) بتابانیم گسیل فوتون همراه با فوتونی دیگر با بسامد فوتون تابشی می‌شود.

دو فوتون + اتم $\rightarrow$ فوتون+ *اتم

اگر فرآیند فوق در یک محیط لیزری انجام شود، مجموعه‌ی فوتون‌ها هم فرکانس و هم امتداد به نام لیزر تشکیل می‌شود.

بازده لیزر: نسبت توان خروجی به توان ورودی را بازده لیزری گوییم.

$$R_a = \frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}}$$

فیزیک هسته‌ای و حالت جامد

ابعاد اتم: ابعاد هسته‌ی اتم در حدود $10^{-15} m$ و ابعاد اتم در حدود $10^{-10} m$ می‌باشد.

نمایش اتم: $\boxed{{}^{A}_{Z}X}$ ← A: تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها (عددجرمی) ← Z: تعداد پروتون‌ها (عدداتمی)

$\boxed{N = A - Z}$ تعداد نوترون‌ها

ایزوتوپ‌ها: هسته‌ی برخی از عناصر تعداد پروتون‌های یکسان دارند ولی تعداد نوترون‌های آن‌ها متفاوت است. به آن‌ها ایزوتوپ می‌گوییم. خواص شیمیایی آن‌ها یکسان ولی خواص فیزیکی آن‌ها متفاوت است.

نیروهای ربایشی هسته‌ای: نیروهایی هستند با برد کوتاه و انرژی زیاد که باعث پایداری هسته می‌شوند.

پایداری هسته: هرچه تعداد نوکلئون‌های یک هسته بیش‌تر باشد، هسته بزرگ‌تر و فاصله‌ی نوکلئون‌ها بیش‌تر و هسته پایدارتر می‌شود.

انرژی بستگی هسته: انرژی‌ای است که هسته هنگام تشکیل از دست می‌دهد. منشأ آن اختلاف جرم هسته تشکیل شده با جرم نوکلئون‌های تشکیل دهنده هسته است. که برطبق رابطه‌ی زیر به انرژی تبدیل می‌شود.

$$E = (\Delta m)C^2$$

یکای جرم اتمی : $\frac{1}{12}$ جرم اتم کربن ۱۲ را که طبق تعریف $12/000000 U$ در نظر می‌گیریم، یکای جرم اتمی می‌باشد جرم پروتون $1/007276 U$ و جرم نوترون $1/008665 U$ می‌باشد.

اگر جرم هسته‌ی تشکیل شده و جرم نوکلئون‌های تشکیل دهنده‌ی هسته را برحسب یکای اتمی به دست آورده و آن‌ها را از هم کم کنیم و عدد بدست آمده را در ۹۳۱/۵ ضرب کنیم، انرژی بستگی هسته برحسب Mev بدست می‌آید.

ترازهای انرژی هسته‌ای: اختلاف ترازهای الکترون در اتم حدود چند الکترون ولت است. درحالی که اختلاف انرژی ترازهای نوکلئون‌های هسته‌های سبک حدود Mev و در هسته‌های سنگین حدود Kev می‌باشد.

پرتوزایی:

۱- واپاشی آلفا: در این واپاشی هسته $^{A}_{Z}X$ با گسیل یک ذره‌ی α $^{4}_{2}$ متشکل از دو پروتون و دو نوترون به عنصر $^{A-4}_{Z-2}Y$ تبدیل می‌شود.

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$$

۲- واپاشی بتازا: در این واپاشی، هسته‌ی ناپایدار با گسیل ا لکترون یا پوزیترون (ذره‌ی دارای جرم برابر با الکترون و بارمثبت) به هسته‌ی جدیدی تبدیل می‌شود.

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{A}_{Z+1}Y \qquad ^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{0}_{+1}e + {}^{A}_{Z-1}y$$

۳- واپاشی گامازا: در این واپاشی، هیچ یک از عددهای جرمی و اتمی هسته تغییر نمی‌کند. بلکه هسته‌ای که درحالت برانگیخته است، با گسیل پرتوگاما به حالت پایه می‌رسد.

ثابت واپاشی: احتمال واپاشی یک هسته‌ی پرتوزا در یک ثانیه را ثابت واپاشی (λ) می‌گوییم که فقط تابع نوع هسته‌ای است که واپاشیده می‌شود و عامل‌های خارجی مثل دما، یا میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی تأثیری در آن ندارد.

نیمه عمر: زمانی که طول می‌کشد تا تعداد هسته‌های پرتوزای موجود در یک نمونه به نصف برسد را نیمه عمر می‌گوییم.

انرژی هسته‌ای: در هسته‌های اورانیوم، با اندک اختلالی درون هسته (مثل جذب یک نوترون) هسته می‌شکند و انرژی زیادی آزاد می‌شود.

جرم بحرانی: جرمی است که برای آن هر شکافت به طور میانگین، شکافت دیگری را به وجود می‌آورد. **جرم زیر بحرانی** جرمی است که در آن واکنش زنجیره‌ای ادامه نمی‌یابد. **جرم فوق بحرانی** جرمی است که در آن واکنش زنجیره‌ای به صورت انفجاری رشد می‌کند.

غنی سازی اورانیوم: جداسازی ^{235}U از دیگر ایزوتوپ‌های آن را غنی سازی اورانیوم می‌گوییم. غنای مناسب برای سوخت نیروگاهی حدود ۳٪ است.

▼آشنایی با فیزیک حالت جامد (مخصوص رشته‌ی ریاضی)

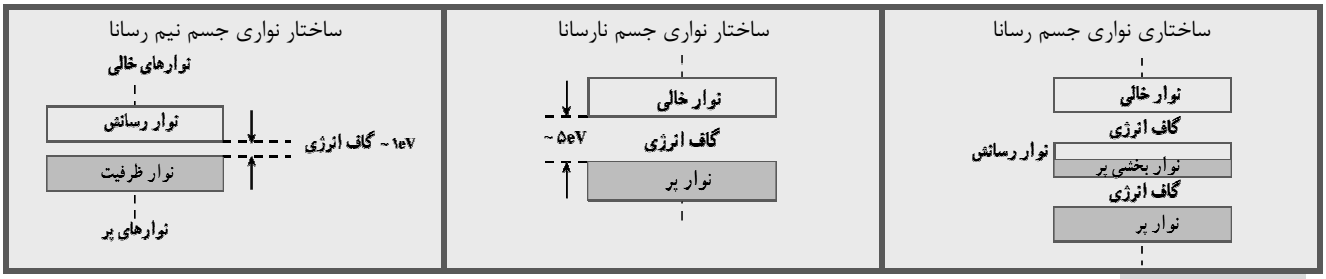
نظریه‌ی نواری: در یک جسم جامد مجموعه‌ای از اتم‌ها وجود دارد که بسیار نزدیک یکدیگرند.

۱- ترازهای انرژی الکترون در جسم جامد (مانند مدارهای اتمی) مقدارهای انرژی ویژه‌ی خود را دارند.

۲- ترازهای انرژی الکترون‌ها در جسم جامد نیز همانند ترازهای اتمی، گسسته‌اند.

۳- هر تراز انرژی تنها توسط یک الکترون می‌تواند اشغال شود.

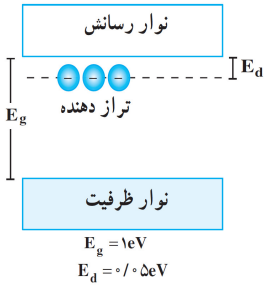
۴- ترازهای انرژی الکترون در جسم جامد تشکیل نوارهایی می‌دهند. هر نوار شامل تعداد بسیار زیادی تراز گسسته است. که از نظر مقدار انرژی به هم نزدیک هستند. ولی بین نوارهای مختلف در برخی موارد ممکن است از نظر انرژی فاصله‌ی زیادی باشد. یعنی بین بالاترین تراز انرژی در یک نوار و پایین‌ترین تراز انرژی در نوار بعدی ممکن است اختلاف انرژی زیادی وجود داشته باشد ساختار نواری اجسام رسانا، نیم رسانا و نارسانا به شکل زیر می‌باشد.



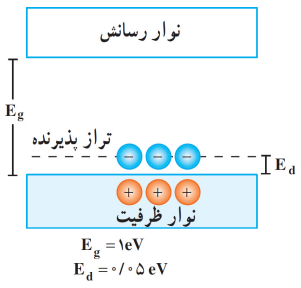
آلایش نیم رساناها: افزودن مقدار کمی ناخالصی به نیم رسانا را آلایش نیم رسانا می‌نامند.

نیم رسانای نوع n: اگر به یک نیم رسانا یک اتم ناخالص پنج ظرفیتی وارد کنیم، ساختار نواری تغییر می‌کند. یک تراز انرژی به نام ترازدهنده که در فاصله‌ی بسیار کمی زیر نوار رسانش قرار دارد تشکیل می‌شود و الکترون اضافه روی آن قرار می‌گیرد (شکل ۱)

نیم رسانای نوع P: اگر به یک نیم رسانا یک اتم ناخالص سه ظرفیتی واردکنیم، یک تراز پذیرنده در فاصله‌ی کمی، بالای نوار ظرفیت تشکیل می‌شود. بیش‌تر حاملان بار در این نوع نیم رسانا از نوع مثبت می‌باشند. (شکل ۲)



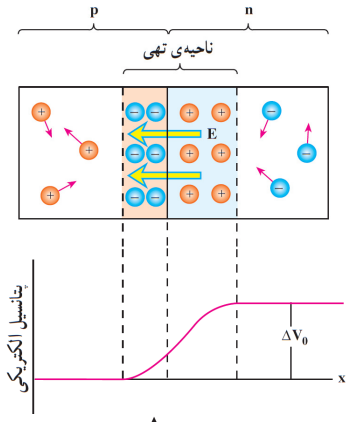
شکل (۱)



شکل (۲)

دیود و پیوندگاه P-n: اگر یک نیم رسانای نوع P را به یک نیم رسانای نوع n وصل کنیم. یک دیود تشکیل می‌شود. مرز مشترک آن‌ها را ناحیه‌ی پیوندگاه می‌نامیم. در ناحیه‌ی پیوندگاه حاملان بار آزاد بسیارکم است که آن را **ناحیه تهی** می‌نامند.

در ناحیه‌ی تهی یک میدان الکتریکی که جهت آن از n به طرف p است ایجاد می‌شود.

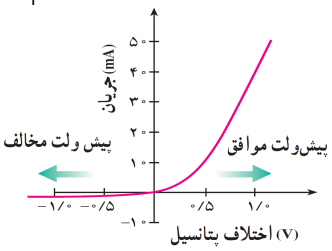


- در صورتی که P به پایانه مثبت و n به پایانه منفی مداری متصل شود جریان الکتریکی در دیود برقرار می‌شود در این حالت گوییم دیود دارای **پیش ولت موافق** (بایاس مستقیم) است.
- در صورتی که P به پایانه‌ی منفی و n به پایانه‌ی مثبت وصل شود، جریان الکتریکی در دیود برقرار نمی‌شود. در این حالت می‌گوییم دیود دارای **پیش ولت مخالف** (بایاس معکوس) می‌باشد.

در این حالت می‌توان گفت جریان ضعیفی از n به p برقرار می‌شود.

- شکل مقابل منحنی تغییرات شدت جریان برحسب اختلاف پتانسیل دوسر دیود را نشان می‌دهد.

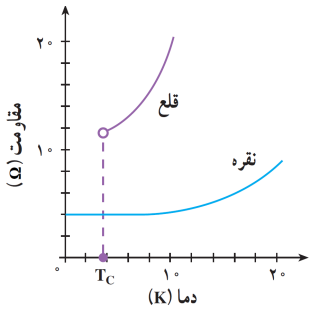
این نمودار، نشان می‌دهد که دیود از قانون اُهم پیروی نمی‌کند پس دیود **غیراهمی** است.



ابر رسانا: اگر یک رسانا را سرد کنیم، مقاومتش کم می‌شود ولی در دماهای کم کاهش مقاومت کاهش می‌یابد. و مقاومت ثابت می‌ماند. به این مقاومت، **مقاومت باقیمانده** می‌گوییم که علت آن دو چیز است.

۱- عدم تقارن در شبکه‌ی بلورهای تشکیل دهنده‌ی جسم.

۲) وجود ناخالصی اگر قلع را سرد کنیم در دمای حدود ۴ کلوین مقاومت ویژه‌ی آن افت سریعی می‌کند.



ترمودینامیک

▼معادله‌ی حالت گاز کامل

برای گاز کامل (گازی که در آن فاصله‌ی مولکول‌ها زیاد، فشار آن کم و یا رقیق باشد) رابطه‌ی زیر برقرار است:

$$PV = nRT$$

P فشار گاز (Pa)، V حجم گاز (m^3)، n تعداد مول $= \frac{m}{M}$ (m جرم گاز، M جرم مولکولی گاز)، T دما (کلوین) $T = C^\circ + 273$

$$\frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{n_1T_1}{n_2T_2}$$ (مقایسه دو گاز در شرایط متفاوت)

$R = 8/314 \frac{J}{mol.K}$ ثابت عمومی گازهاست

حجم 2kg اکسیژن در صفر درجه‌ی سلسیوس و فشار ۲ جو چند لیتر است؟ (حجم 32g اکسیژن را در صفر درجه‌ی سلسیوس و فشار ۱ جو ۲۲/۴ لیتر در نظر بگیرید.)

$$\frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{n_1T_1}{n_2T_2} \xrightarrow{n=\frac{m}{M}} \frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{m_1T_1}{m_2T_2} \Rightarrow \frac{2\times V_1}{1\times 22/4} = \frac{2\times(273+0)}{32(273+0)} \Rightarrow V_1 = 0/7 \text{ لیتر}$$

▼تبادل انرژی بین گاز و محیط

اگر گاز گرمایی به اندازه‌ی Q بگیرد، $Q > 0$ است و انرژی درونی گاز به همین مقدار افزایش می‌یابد.

اگر گاز گرمایی به اندازه‌ی Q به محیط بدهد، $Q < 0$ است و انرژی درونی گاز به همین مقدار کاهش می‌یابد.

اگر گاز کاری به اندازه‌ی W انجام دهد، $W < 0$ است و انرژی درونی گاز به همین مقدار کاهش می‌یابد.

اگر بر روی گاز، کاری به اندازه‌ی W انجام شود، $W > 0$ است و انرژی درونی گاز به همین مقدار افزایش می‌یابد.

کار: سطح زیر نمودار P–V اندازه‌ی کار مبادله شده بین محیط و گاز را نشان می‌دهد. $W=-\int PdV$

کار انجام شده بر روی گاز در انبساط منفی، در تراکم، مثبت و در فرآیند هم حجم صفر است.
کار انجام شده توسط گاز در انبساط مثبت، در تراکم منفی و در فرآیند هم حجم صفر است.

قانون اول ترمودینامیک: تغییر در انرژی درونی یک گاز برابر است با جمع جبری کار و گرمای مبادله شده بین گاز و محیط

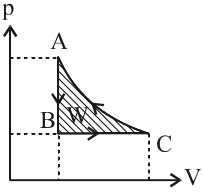
$U=\frac{3}{2}nRT$

$\Delta U=W+Q=\begin{cases}\frac{3}{2}nR\Delta T=\frac{3}{2}\Delta(PV) & \text{برای گازهای تک اتمی (هلیم، نئون، کریپتون و ...)}\\ \frac{5}{2}nR\Delta T=\frac{5}{2}\Delta(PV) & \text{برای گازهای دو اتمی (اکسیژن، هیدروژن، ازت و ...)}\\ \frac{7}{2}nR\Delta T=\frac{7}{2}\Delta(PV) & \text{برای گازهای چند اتمی (SO_2 ، H_2S ، CO_2 و ...)}\end{cases}$

چرخه: هرگاه یک گاز پس از چند فرآیند متوالی به وضع اولیه‌ی خود بازگردد، یک چرخه را طی کرده است. چون گاز به حالت اولیه می‌رسد داریم:

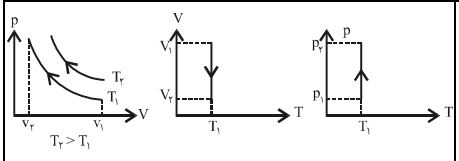
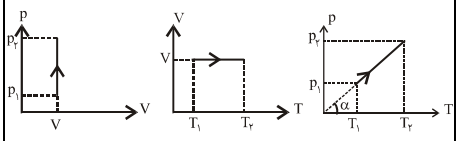
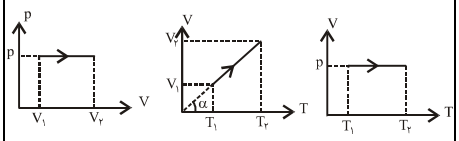
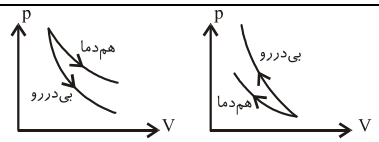
$\Delta T=0 \quad\Rightarrow\quad \Delta U\ (\text{چرخه})=0 \quad\Rightarrow\quad Q\ (\text{چرخه})=-W\ (\text{چرخه})$

سطح داخل چرخه برابر است با مقدار کار یا گرمای مبادله شده بین گاز و محیط اگر جهت چرخه ساعت گرد باشد، کار انجام شده بر روی گاز منفی است $W<0$ اگر جهت چرخه پادساعتگرد باشد، کار انجام شده بر روی گاز مثبت است $W>0$

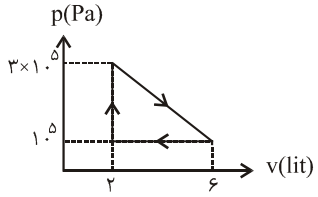


$W_t+Q_t=0 \quad ; \quad W_{\text{چرخه}}=W_{AB}+W_{BC}+W_{CA} \quad ; \quad Q_{\text{چرخه}}=Q_{AB}+Q_{BC}+Q_{CA}$

فرآیندهای ترمودینامیکی: هرگاه یک گاز با مبادله‌ی کار یا گرما و یا هر دو از یک حالت به حالت دیگر برسد، یک فرآیند ترمودینامیکی را طی کرده است.

نام فرآیند	روابط ترمودینامیکی	گرمای مبادله شده	کار مبادله شده	تغییر انرژی درونی	نمودارهای ترمودینامیکی
هم دما	$T=\text{ثابت} \Rightarrow p=\frac{nRT}{V}$ فشار با حجم گاز نسبت عکس دارد $p_1V_1=p_2V_2$	$Q=-W$ اندازه‌ی گرما برابر سطح زیر نمودار (p-v)	$W=-Q$ اندازه‌ی کار برابر با سطح زیر نمودار p-v	$\Delta U=0$	
هم حجم	$V=\text{ثابت} \Rightarrow P=\frac{nR}{V}T$ فشار با دمای مطلق نسبت مستقیم دارد $\frac{P_2}{P_1}=\frac{T_2}{T_1}$ $\frac{\Delta P}{P_1}=\frac{\Delta T}{T_1}$	$Q=nC_{MV}\Delta T$ $C_{MV}=\begin{cases}\frac{3}{2}R & \text{تک اتمی}\\ \frac{5}{2}R & \text{دو اتمی}\\ \frac{7}{2}R & \text{چند اتمی}\end{cases}$ $Q=\begin{cases}\frac{3}{2}nR\Delta T=\frac{3}{2}V\Delta P\\ \frac{5}{2}nR\Delta T=\frac{5}{2}V\Delta P\\ \frac{7}{2}nR\Delta T=\frac{7}{2}V\Delta P\end{cases}$	$W=0$	$\Delta U=Q$	 شیب نمودار P-T با تعداد مول نسبت مستقیم و با حجم گاز نسبت عکس دارد. $\tan\alpha=\frac{nR}{V}$
هم فشار	$P=\text{ثابت} \Rightarrow V=\frac{nR}{P}T$ حجم گاز با دمای مطلق نسبت مستقیم دارد $\frac{V_2}{V_1}=\frac{T_2}{T_1}$ $\frac{\Delta V}{V_1}=\frac{\Delta T}{T_1}$	$Q=nC_{MP}\Delta T$ $C_{MP}=\begin{cases}\frac{5}{2}R & \text{تک اتمی}\\ \frac{7}{2}R & \text{دو اتمی}\\ \frac{9}{2}R & \text{چند اتمی}\end{cases}$ $Q=\begin{cases}\frac{5}{2}nR\Delta T=-2/5W\\ \frac{7}{2}nR\Delta T=-3/5W\\ \frac{9}{2}nR\Delta T=-4/5W\end{cases}$	$W=-P\Delta V=-nR\Delta T$ برابر با سطح زیر نمودار P-V	$\Delta U=W+Q$ $\Delta U=\begin{cases}-1/5W\\ -2/5W\\ -3/5W\end{cases}$	 $\tan\alpha=\frac{nR}{P}$ شیب خط V-T با تعداد مول نسبت مستقیم و با فشار گاز نسبت عکس دارد.
بی دررو	در این فرآیند هر سه کمیت T, V, P تغییر می‌کند	$Q=0$	$\Delta U=W$ $W=\frac{3}{2}(P_2V_2-P_1V_1)$ تک اتمی $W=\frac{5}{2}(P_2V_2-P_1V_1)$ دو اتمی $W=\frac{7}{2}(P_2V_2-P_1V_1)$ چند اتمی	$\Delta U=W$	 همواره شیب نمودار بی دررو بیش‌تر از شیب نمودار هم دما می‌باشد.

مطابق شکل، گاز کاملی چرخه‌ای را می‌پیماید. کار انجام شده توسط گاز بر روی محیط چند ژول است؟



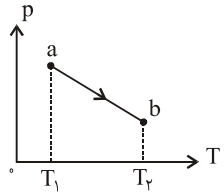
۱) ۴۰۰ ۲) -۴۰۰

۳) ۸۰۰ ۴) -۸۰۰

حل: چون جهت چرخه، ساعتگرد است، کار انجام شده بر روی گاز منفی و کار انجام شده توسط گاز، مثبت است.

$$W' = \text{سطح داخل چرخه} = \frac{(۶-۲)\times ۱۰^{-۳}\times(۳\times ۱۰^{۵}-۱۰^{۵})}{۲} = ۴۰۰J$$

نمودار $(P-T)$ یک مول گاز کامل مطابق شکل مقابل است. کدام عبارت در خصوص فرآیند ab درست است؟ (سراسری ریاضی -۸۸)

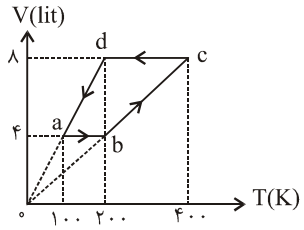


۱) حجم گاز افزایش یافته است. ۲) انرژی درونی گاز کاهش یافته است.

۳) گاز گرما از دست داده است. ۴) کار انجام شده روی گاز مثبت است.

حل: طبق رابطه‌ی $V = \frac{nRT}{P}$ چون دما افزایش و فشار کاهش یافته پس حجم گاز افزایش یافته است (گزینه‌ی (۱)) از طرفی به دلیل افزایش دما، انرژی درونی افزایش می‌یابد (گزینه‌ی (۲) غلط) چون حجم گاز زیاد شده پس $W < ۰$ است پس $Q > ۰$ می‌باشد و گاز گرما گرفته است. (گزینه ۳ غلط)

یک مول گاز کامل تک اتمی، چرخه‌ای مطابق شکل را طی می‌کند. گاز در کل چرخه چند ژول گرما از محیط می‌گیرد؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی -۸۷)



$(R = ۸J/mol.K)$

۱) ۲۰۰ ۲) ۴۰۰

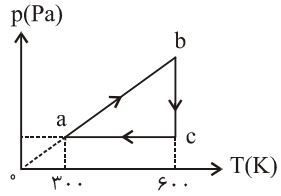
۳) ۶۰۰ ۴) ۸۰۰

حل: فرآیندهای ab و cd هم حجم و فرآیندهای bc و da هم فشار می‌باشند.

$$Q_t = Q_{ab} + Q_{bc} + Q_{cd} + Q_{da} = \frac{۳}{۲}nR\Delta T_{ab} + \frac{۵}{۲}nR\Delta T_{bc} + \frac{۳}{۲}nR\Delta T_{cd} + \frac{۵}{۲}R\Delta T_{da}$$

$$Q_t = \frac{۳}{۲}\times ۱\times ۸\times(۲۰۰-۱۰۰) + \frac{۵}{۲}\times ۱\times ۸(۴۰۰-۲۰۰) + \frac{۳}{۲}\times ۱\times ۸(۲۰۰-۴۰۰) + \frac{۵}{۲}\times ۱\times ۸(۱۰۰-۲۰۰) = ۸۰۰J$$

نمودار $(P-T)$ برای یک مول گاز کامل تک اتمی، مطابق شکل است. کار انجام شده روی گاز در فرآیند ca چند ژول است؟ $(R = ۸\frac{J}{mol.K})$ (سراسری خارج از کشور ریاضی -۸۸)



۱) صفر ۲) ۱۲۰۰

۳) ۲۴۰۰ ۴) باید فشار گاز در حالت a معین باشد.

حل: فرآیند ca هم فشار است. در فرآیند هم فشار برای گاز تک اتمی داریم:

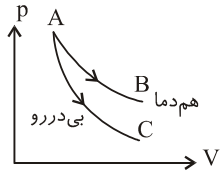
$$W = -nR\Delta T = -۱\times ۸\times(۳۰۰-۶۰۰) = ۲۴۰۰J$$

در فرآیند انبساط بی‌دررو گاز کامل: (سراسری خارج از کشور ریاضی -۸۸)

۱) دمای گاز کاهش می‌یابد. ۲) دمای گاز ثابت می‌ماند.

۳) تغییر انرژی درونی گاز صفر است. ۴) انرژی درونی گاز افزایش می‌یابد.

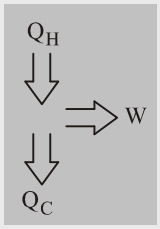
حل: گزینه (۱) در انبساط بی‌دررو، دمای گاز کاهش می‌یابد و در نتیجه انرژی درونی گاز کم می‌شود.



$$T_A = T_B > T_C$$

▼قانون دوم ترمودینامیک

ماشین گرمایی: وسیله‌ای است که گرمای Q_H از منبع گرم می‌گیرد و کار انجام می‌دهد و بخشی از گرما را هدر می‌دهد (Q_C)



$$Q_H = W + Q_C \qquad P_H = P_W + P_C$$

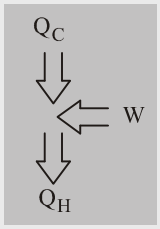
$$P_H = \frac{Q_H}{t} \quad P_C = \frac{Q_C}{t} \quad P_w = \frac{w}{t}$$

$$\text{بازده ماشین} = 1 - \frac{Q_C}{Q_H} = 1 - \frac{P_C}{P_H}$$

قانون دوم به بیان ماشین گرمایی: بازده ماشین گرمایی به ۱ نمی‌رسد.

* جهت چرخه ماشین گرمایی، ساعت گرد است.

یخچال: وسیله‌ای است که گرما از محفظه‌ی سرد می‌گیرد و به محیط گرم پس می‌دهد.



$$Q_H = W + Q_C$$

$$\Rightarrow P_H = P_W + P_C$$

$$\text{ضریب عملکرد } K = \frac{Q_C}{W} = \frac{P_C}{P_W}$$

قانون دوم به بیان یخچال: بدون صرف کار، انتقال گرما از منبع سرد به منبع گرم ممکن نیست.

* جهت چرخه‌ی یخچال پاد ساعت‌گرد است.

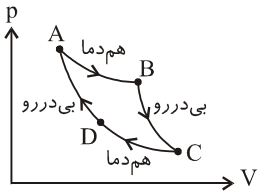
یک ماشین گرمایی در هر چرخه ۵۰۰۰J گرما از منبع گرم دریافت می‌کند. اگر بازده‌ی ماشین ۶۰ درصد باشد، گرمای تلف شده در هر چرخه چند ژول است؟ **(آزاد ریاضی/۸۷)**

۱) ۱۸۰۰ ۲) ۳۰۰۰ ۳) ۱۵۰۰ ۴) ۲۰۰۰

حل:

$$\eta = 1 - \frac{Q_C}{Q_H} \Rightarrow 0/6 = 1 - \frac{Q_C}{5000} \Rightarrow Q_C = 2000\,J$$

چرخه‌ی کار نو: از یک انبساط هم دما، انبساط بی‌دررو، تراکم هم دما و تراکم بی‌دررو تشکیل شده است. اگر یک ماشین با چرخه‌ی کارنو کار کند بازده آن بیشینه است.



$$\eta_{max} = 1 - \frac{T_C}{T_H} \Rightarrow \Delta\eta = -\frac{\Delta T_C}{T_H}$$

رابطه‌ی ضریب عملکرد یخچال با بازده ماشین گرمایی وقتی که یخچال به ماشین گرمایی تبدیل می‌شود.

$$\eta = \frac{1}{k+1}$$

یک ماشین که با چرخه‌ی کارنو کار می‌کند به اندازه‌ی $1/26\times10^7$ ژول گرما از منبع گرم با دمای ۶۲۷ درجه‌ی سلسیوس گرفته و مقداری از آن را به منبع سرد با دمای ۲۷ درجه‌ی سلسیوس می‌دهد کار انجام شده توسط ماشین و گرمایی را که به چشمه‌ی سرد داده است، به ترتیب از راست به چپ هر کدام چند ژول است؟ **(سراسری ریاضی -۸۸)**

۱) $|Q_C| = 8/4\times10^6$ ، $|W| = 4/2\times10^6$ ۲) $|Q_C| = 6\times10^5$ ، $|W| = 12\times10^6$

۳) $|Q_C| = 4/2\times10^6$ ، $|W| = 8/4\times10^6$ ۴) $|Q_C| = 12\times10^6$ ، $|W| = 6\times10^5$

حل: گزینه‌ی «۳»

$$\eta = 1 - \frac{Q_C}{Q_H} = 1 - \frac{T_C}{T_H} \Rightarrow \frac{Q_C}{Q_H} = \frac{T_C}{T_H} \Rightarrow \frac{Q_C}{1/26\times10^7} = \frac{27+273}{627+273} \rightarrow Q_C = 4/2\times10^6\,J$$

$$\eta = \frac{W}{Q_H} = 1 - \frac{T_C}{T_H} \Rightarrow \frac{W}{1/26\times10^7} = 1 - \frac{27+273}{627+273} \Rightarrow W = 8/4\times10^6\,J$$

الکتریسیته‌ی ساکن

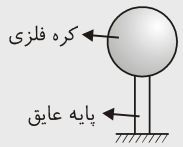
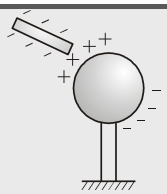
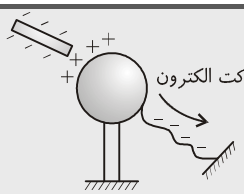
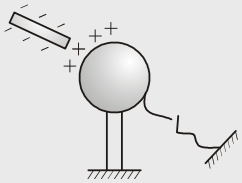
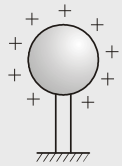
▼روش‌های باردارکردن اجسام

۱- روش مالش

میله الکترون از دست می‌دهد و بار آن مثبت می‌شود $\xrightarrow{\text{بر اثر مالش}}$ پارچه ابریشمی + میله شیشه‌ای

میله الکترون می‌گیرد و بار آن منفی می‌شود. $\xrightarrow{\text{بر اثر مالش}}$ پارچه پشمی + میله ابونیتی

۲- روش القا

 (۱)	 (۲)	 (۳)	 (۴)	 (۵)
	میله‌ی باردار به کره نزدیک می‌شود. بارهای هم نام یک‌دیگر را دفع می‌کنند.	توسط اتصال به زمین الکترون‌ها دفع شده به زمین می‌روند.	اتصال به زمین قطع می‌شود و بارهای منفی نمی‌توانند به کره برگردند.	با دورشدن میله، بار مثبت روی سطح کره پخش می‌شود.

اصل بقای بار: الکترون به وجود نمی‌آید و از بین نمی‌رود بلکه از جسمی به جسم دیگر منتقل می‌شود. در شرایط معمولی پروتون جابه‌جا نمی‌شود.

جسم رسانا: دارای الکترون آزاد بی‌شمار است. بار الکتریکی روی سطح خارجی آن توزیع می‌شود و با روش مالش و القا باردار می‌شوند.

جسم نارسانا: الکترون آزاد کمی دارند، بار داده شده به آن در محل توزیع به‌طور متمرکز باقی می‌ماند و توزیع نمی‌شود و با روش مالش باردار می‌شوند.

بار الکتریکی یک جسم: مضرب صحیحی از بار الکتریکی یک الکترون (کولن $e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}$) می‌باشد پس کمیتی کوانتومی است.

(-) جسم الکترون گرفته و (+) جسم الکترون از دست داده است. $n = ۱, ۲, ۳, ...$ $\boxed{Q = \pm ne}$

یک جسم که به وسیله‌ی مالش دارای بار الکتریکی شده است، چند کولن الکتریسیته می‌تواند داشته باشد. $(e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹} c)$

۱) ۲×۱۰^{-۱۹} **۲)** ۴×۱۰^{-۱۹} **۳)** ۸×۱۰^{-۱۹} **۴) هر سه مقدار فوق را**

حل: بار هر جسم مضرب صحیحی از بار یک الکترون است. پس فقط گزینه‌ی «۳» صحیح است.

$$n = \frac{Q}{e} = \frac{۸\times۱۰^{-۱۹}}{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}} = ۵$$

الکتروسکوپ: الف) اگر میله‌ی بارداری را به کلاهک الکتروسکوپ بدون باری **تماس دهیم** الکتروسکوپ **باردار** می‌شود و بار ورقه‌ها و کلاهک الکتروسکوپ هم نام با بار میله می‌شود.

ب) اگر میله‌ی بارداری را به کلاهک الکتروسکوپ بدون باری **نزدیک کنیم**، بار الکتریکی در الکتروسکوپ **القا** می‌شود. در این حالت بار ورقه هم نام با بار میله و بار کلاهک نا هم نام با بار میله می‌شود.

پ) اگر میله‌ای دارای بار الکتریکی هم نام با بار الکتریکی الکتروسکوپ را به کلاهک آن نزدیک کنیم، ورقه‌ها بیش‌تر از هم باز می‌شوند.

ت) اگر میله‌ای دارای بار الکتریکی نا هم‌نام با بار الکتریکی الکتروسکوپ را به کلاهک آن نزدیک کنیم، یا ورقه‌ها بسته می‌شوند و یا ابتدا بسته و سپس باز می‌شوند.

قانون کولن: نیرویی که دو بار نقطه‌ای $q_۱$ و $q_۲$ در فاصله‌ی r از یک‌دیگر بر هم وارد می‌کند از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

$$\boxed{F = k\frac{q_۱q_۲}{r^۲}} \quad k = \frac{۱}{۴\pi\varepsilon_۰} \simeq ۹\times۱۰^{۹}\frac{N.m^۲}{c^۲} \quad \varepsilon_۰ = ۸/۸۵\times۱۰^{-۱۲}\frac{c^۲}{N.m^۲}$$

این نیرو در امتداد خط اتصال مراکز دو بار می‌باشد. بارهای هم نام هم‌دیگر را می‌رانند و بارهای نا هم نام یک‌دیگر را می‌ربایند.

اتصال دو کره‌ی رسانای مشابه باردار به یکدیگر: اگر دو کره‌ی فلزی مشابه دارای بارهای $q_۱$ و $q_۲$ را توسط یک سیم فلزی به هم وصل کنیم بار هریک از آن‌ها برابر خواهد شد با $q = \frac{q_۱ + q_۲}{۲}$

میدان الکتریکی: فضائی است که اگر در آن فضا ذره‌ی بارداری قرار گیرد به ذره نیروی الکتریکی وارد می‌شود.

شدت میدان الکتریکی: در یک نقطه، نیرویی است که به واحد بار الکتریکی مثبت در آن نقطه وارد می‌شود (E). $\boxed{E = \frac{F}{q} = \frac{kq}{r^۲}}$

نیروی وارد بر ذره‌ی باردار در میدان الکتریکی: این نیرو، از رابطه مقابل محاسبه می‌شود. $\boxed{\vec{F} = \vec{E}q}$

به بار مثبت نیرو در جهت میدان و به بار منفی نیرو در خلاف جهت میدان وارد می‌شود.

خطهای میدان الکتریکی: میدان الکتریکی را در اطراف یک جسم باردار با خطهایی نشان می‌دهیم. که به آن **خطهای میدان الکتریکی** می‌گویند.

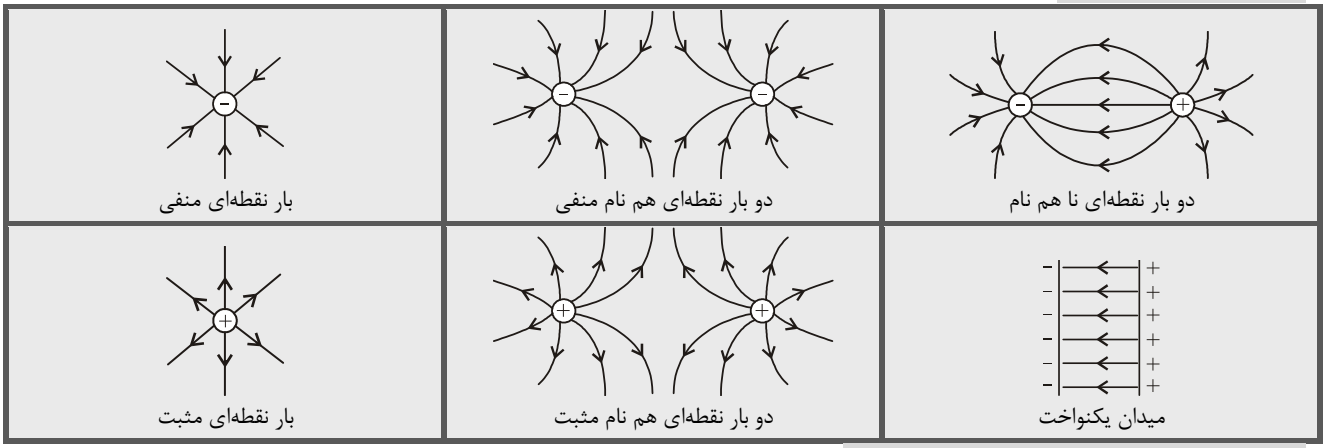
الف: خط‌های میدان در هر نقطه، هم جهت با نیروی وارد بر بار مثبت واقع در آن نقطه‌اند. پس از بار مثبت روبه خارج و به سوی بار منفی می‌باشند.

ب: خط‌های میدان در هر نقطه، جهت میدان در آن نقطه را نشان می‌دهند و میدان در هر نقطه، برداری است مماس بر خط میدان گذرنده از آن و همسو با آن.

پ: در هر ناحیه که میدان قوی‌تر باشد. خط‌های میدان به یک‌دیگر نزدیک‌تر و فشرده‌ترند.

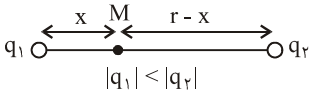
ت: خط‌های میدان یک‌دیگر را قطع نمی‌کنند یعنی از هر نقطه فقط یک خط میدان می‌گذرد و در هر نقطه از فضا فقط یک میدان الکتریکی وجود دارد.

میدان الکتریکی یکنواخت: میدانی است که شدت آن در تمام نقاط یکسان و خطوط میدان موازی یکدیگرند.



میدان الکتریکی صفر روی خط اتصال مراکز دو بار: اگر دو بار الکتریکی نقطه‌ای هم نام داشته باشیم روی خط اتصال مراکزشان و بین دو بار و نزدیک به بار کوچک‌تر نقطه‌ای وجود دارد که میدان در آن نقطه صفر می‌شود.

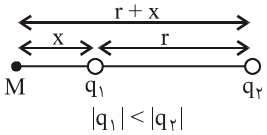
x فاصله‌ی نقطه‌ی M از بار q_1



$$|\mathbf{E}_1| = |\mathbf{E}_2| \Rightarrow \boxed{\frac{|q_1|}{x^2} = \frac{|q_2|}{(r-x)^2}}$$

اگر دو بار الکتریکی نقطه‌ای ناهم‌نام داشته باشیم روی خط اتصال مراکزشان و بیرون دوبار و نزدیک به بار کوچک‌تر نقطه‌ای وجود دارد که میدان در آن نقطه صفر است.

x فاصله‌ی نقطه‌ی M از بار q_1

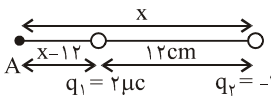


$$|\mathbf{E}_1| = |\mathbf{E}_2| \Rightarrow \boxed{\frac{|q_1|}{x^2} = \frac{|q_2|}{(r+x)^2}}$$

دو بار نقطه‌ای $q_1 = 2\mu c$ و $q_2 = -32\mu c$ در فاصله‌ی ۱۲ سانتی‌متری از یک‌دیگر قرار گرفته‌اند. میدان الکتریکی در چه فاصله‌ای از بار q_2 صفر است؟

۱) ۶ ۲) ۹ ۳) ۱۲ ۴) ۱۶

حل: نقطه‌ای که شدت میدان صفر است نزدیک به بار q_1 در بیرون پاره خط اتصال دو بار می‌باشد (نقطه‌ی A). اندازه‌ی شدت میدان دو بار در این نقطه برابر است.



$$|\mathbf{E}_1| = |\mathbf{E}_2| \Rightarrow \frac{q_1}{(x-12)^2} = \frac{q_2}{x_2} \Rightarrow \frac{2}{(x-12)^2} = \frac{32}{x^2} \Rightarrow \frac{1}{(x-12)^2} = \frac{16}{x^2} \Rightarrow \frac{1}{x-12} = \frac{4}{x} \rightarrow x = 16cm$$

توزیع بار الکتریکی: الف) اجسام رسانا: بار الکتریکی فقط روی سطح خارجی اجسام رسانا توزیع می‌شود.

ب) اجسام نارسانا: بار الکتریکی روی سطح جسم نارسانا پخش نمی‌شود و در محل بارگذاری (چه داخل و چه روی سطح) به‌طور متمرکز باقی می‌ماند.

چگالی سطحی بار: مقدار بار الکتریکی موجود در واحد سطح یک جسم را چگالی سطحی بار می‌گوییم

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{q_1}{q_2} \times \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 \xleftarrow{\text{مقایسه چگالی سطحی دو کره رسانا}} \boxed{\sigma = \frac{q}{4\pi R^2}} \xrightarrow{\text{چگالی سطحی کره‌ای به شعاع R}} \boxed{\sigma = \frac{q}{A}} \rightarrow \frac{C}{m^2}$$

در اجسام رسانا چگالی سطحی بار در نقاط نوک تیزتر بیش‌تر از سایرنقاط روی سطح می‌باشد.

دو کره‌ی توپر با شعاع‌های مساوی از مس و دیگری پلاستیکی روی پایه‌های عایق قرار دارند. به هر دو کره مقدار مساوی بار الکتریکی هم نام می‌دهیم. چگالی سطحی بار الکتریکی در آن‌ها چگونه است؟

۱) روی کره پلاستیکی بیش‌تر از کره‌ی فلزی است.
۲) روی کره‌ی فلزی بیش‌تر از کره‌ی پلاستیکی است.
۳) در تمام نقاط روی دو کره یکسان است.
۴✓) در بعضی نقاط کره‌ی پلاستیکی بیش‌تر از کره فلزی است.

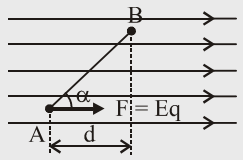
به دو کره‌ی رسانا به قطرهای ۴ و ۱۰ سانتی‌متر، دو مقدار مساوی بار الکتریکی می‌دهیم. نسبت چگالی سطحی بار در کره بزرگ‌تر به چگالی سطحی بار در کره کوچک‌تر چیست؟

۱) $\frac{۲}{۱۲۵}$ ۲) $\frac{۲}{۵}$ ۳) $\frac{۴}{۲۵}$ ۴) $\frac{۱}{۵}$

حل: گزینه‌ی «۳»

$$\sigma = \frac{q}{۴\pi R^۲} \Rightarrow \frac{\sigma_۱}{\sigma_۲} = (\frac{R_۲}{R_۱})^۲ = (\frac{۴}{۱۰})^۲ = \frac{۴}{۲۵}$$

انرژی پتانسیل و پتانسیل الکتریکی: برای جابه‌جایی یک بار الکتریکی در یک میدان الکتریکی با سرعت ثابت، بایستی به بار نیروی هم اندازه و در خلاف جهت نیرویی که از طرف میدان به آن وارد می‌شود، اعمال کرد. کار این نیرو باعث تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار می‌شود.



$$W_{(\text{کار ما})} = -W'_{(\text{کار میدان})} = \underset{\downarrow \frac{N}{C}}{\overset{\uparrow J}{\Delta U}} = \underset{\downarrow m}{\overset{\uparrow C}{Eqd}} \quad \text{و} \quad d = AB \times \cos\alpha$$

- پس پتانسیل الکتریکی یک نقطه برابر با مقدار انرژی واحد بار الکتریکی در آن نقطه می‌باشد.
- هرگاه در جهت خطوط میدان الکتریکی پیش برویم، پتانسیل نقاط کاهش می‌یابد.
- انرژی پتانسیل الکتریکی بار **مثبت**، در جابه‌جایی آن **در جهت** خطوط میدان، **کاهش** و در **خلاف جهت** خطوط میدان، **افزایش** می‌یابد.
- انرژی پتانسیل الکتریکی بار **منفی**، در جابه‌جایی آن، **در جهت** خطوط میدان، **افزایش** و در **خلاف جهت** خطوط میدان، **کاهش** می‌یابد.
- وقتی دو بار الکتریکی **هم نام** را به هم **نزدیک** کنیم، انرژی پتانسیل الکتریکی مجموعه افزایش و وقتی از هم **دور** می‌کنیم، **کاهش** می‌یابد.
- وقتی دو بار الکتریکی **ناهم نام** را به هم نزدیک می‌کنیم، انرژی پتانسیل الکتریکی مجموعه، **کاهش** و وقتی از هم **دور** می‌کنیم افزایش می‌یابد.
- اختلاف پتانسیل دو نقطه، تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی یکای بار الکتریکی است هنگامی که بین دو نقطه در میدان الکتریکی با سرعت ثابت جابه‌جا می‌شود.

$$\text{ولت} \leftarrow \boxed{\Delta V = \frac{\Delta U}{q}} \begin{matrix} \rightarrow J \\ \rightarrow C \end{matrix}$$

در یک میدان الکتریکی بار $۱\mu C$ از نقطه‌ی A به B می‌رود. اگر کار انجام شده توسط میدان $۴\mu J$ باشد پتانسیل این بار چند ولت و چگونه تغییر کرده است؟

۱) ۴V، افزایش ۲) ۴V، کاهش ۳) ۰/۲۵V، افزایش ۴) ۰/۲۵V، کاهش

حل: گزینه‌ی «۲»

$$\Delta U = \frac{\Delta U}{q} = \frac{-۴\times ۱۰^{-۶}}{۱\times ۱۰^{-۶}} = -۴V$$

پتانسیل الکتریکی در تمام نقاط روی یک رسانا یکسان است.

عامل جریان الکتریکی بین دو نقطه، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین آن دو نقطه است و همواره جریان الکتریکی از پتانسیل بیش‌تر به طرف پتانسیل کم‌تر می‌باشد.

بین دو صفحه‌ی موازی به فاصله‌ی d که به ولتاژ V متصل باشد میدان یکنواختی ایجاد می‌شود که شدتش از رابطه روبه‌رو به‌دست می‌آید.

$$\frac{V}{m} \leftarrow \boxed{E = \frac{V}{d}} \begin{matrix} \rightarrow V \\ \rightarrow m \end{matrix}$$

خازن

۱- ظرفیت خازن: نسبت بار ذخیره شده در خازن به اختلاف پتانسیل دو سرآن را ظرفیت خازن می‌گوییم. ظرفیت خازن به بار و یا اختلاف پتانسیل دو سر آن بستگی ندارد و تابعی از جنس عایق بین صفحه‌ها، مساحت سطح مشترک دو صفحه و فاصله‌ی آن‌ها است.

$$F \leftarrow \boxed{C = \frac{q}{v}} \begin{matrix} \rightarrow c \\ \rightarrow v \end{matrix} \qquad f \leftarrow \boxed{C = k\varepsilon_\circ \frac{A}{d}} \begin{matrix} \rightarrow m^۲ \\ \rightarrow m \end{matrix} \qquad \varepsilon_\circ = ۸/۸۵\times ۱۰^{-۱۲} \frac{c^۲}{N.m^۲}$$

اگر در یک صفحه‌ی رسانا به ضخامت e را به موازات دو صفحه درون آن قرار دهیم ظرفیت خازن برابر خواهد شد با:

$$\boxed{C = k\varepsilon_\circ \frac{A}{d-e}}$$

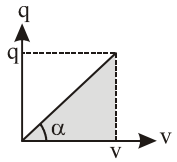
برای مقایسه‌ی ظرفیت دو خازن از رابطه مقابل استفاده می‌کنیم.

$$\boxed{\frac{C'}{C} = \frac{k'}{k} \times \frac{A'}{A} . \frac{d}{d'}}$$

اگر خازنی به ظرفیت C را به ولتاژ Vوصل کنیم، بار q انرژی U در آن ذخیره می‌شود به طوری که می‌توان نوشت:

$$U=\frac{1}{2}CV^2=\frac{1}{2}\frac{q^2}{C}=\frac{1}{2}qv$$

نمودار $q-v$ خطی گذرنده از مبدأ است که شیب آن برابر ظرفیت خازن و سطح زیر نمودار برابر با انرژی ذخیره شده در آن می‌باشد.



$U=$ سطح زیر نمودار و $\tan\alpha=c$

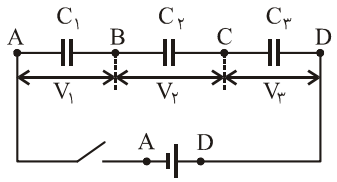
هرگاه دو سر یک خازن را به مولدی به ولتاژ V وصل کنیم، همواره اختلاف پتانسیل دو سر خازن برابر V و ثابت می‌ماند. در این حالت طبق رابطه‌های $q=CV$ و $U=\frac{1}{2}CV^2$ بار و انرژی ذخیره شده در خازن به نسبت تغییرات ظرفیت تغییر می‌کند.

هرگاه دو سر یک خازن را به مولدی وصل و سپس قطع کنیم، در صورتی که ظرفیت خازن تغییر نکند، بار آن ثابت می‌ماند در این حالت طبق رابطه‌های $q=CV$ و $U=\frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$ ولتاژ و انرژی ذخیره شده در خازن به نسبت عکس تغییرات ظرفیت تغییر می‌کند.

q ثابت $\Rightarrow \frac{U}{U'}=\frac{V}{V'}=\frac{C'}{C}$ خازن به مولد وصل نیست	V ثابت $\Rightarrow \frac{U}{U'}=\frac{q}{q'}=\frac{C}{C'}$ خازن به مولد وصل است

به هم بستن خازن‌ها:

۱- اتصال سری (متوالی) در این اتصال خازن‌ها به دنبال هم طوری بسته می‌شوند که دو صفحه‌ی مجاور هم مثلاً دو خازن C_1 و C_2 دارای پتانسیل یکسان (نقطه B) و صفحه‌های دیگرشان به دو نقطه با پتانسیل‌های متفاوت (نقاط A و C) بسته شده‌اند و از نقطه‌ی با پتانسیل یکسان (نقطه B) انشعابی نداریم.

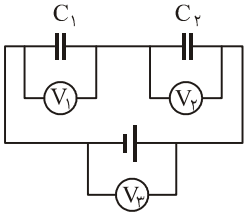


$$\begin{cases} q_t=q_1=q_2=q_3 \\ v=v_1+v_2+v_3 \\ \frac{1}{C_t}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\frac{1}{C_3} \end{cases} \Rightarrow \text{اتصال متوالی}$$

اگر n خازن مشابه که ظرفیت هریک C است را به‌طور متوالی به هم وصل می‌کنیم ظرفیت معادل برابر خواهد بود با:

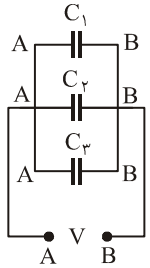
$$C_t=\frac{C}{n}$$

اگر دو خازن به ظرفیت‌های C_1 و C_2 را متوالی به هم وصل کنیم، می‌توان نوشت:



$$C_t=\frac{C_1C_2}{C_1+C_2} \quad و \quad V_1=\frac{C_2}{C_1+C_2}V \quad و \quad V_2=\frac{C_1}{C_1+C_2}V$$

۲- اتصال موازی: در این اتصال یک صفحه از هریک از خازن‌ها به یک نقطه (مثلاً با پتانسیل A) و صفحه‌های دیگرشان به نقطه‌ای (مثلاً با پتانسیل B) متصل می‌باشند.

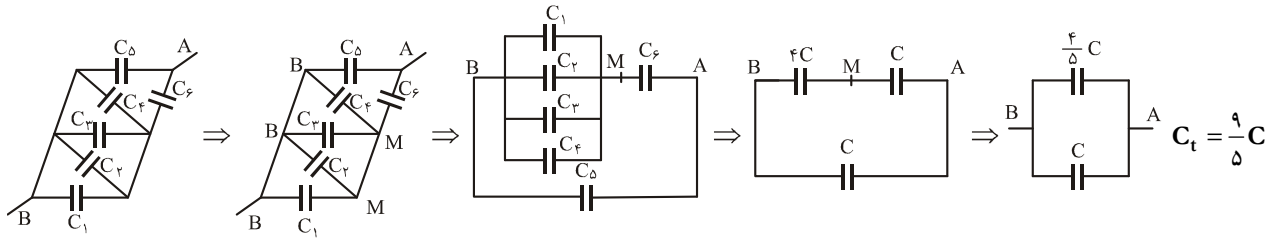


$$\begin{vmatrix} V=V_1=V_2=V_3=....=V_{AB} \\ q_t=q_1+q_2+q_3+..... \\ C_t=C_1+C_2+C_3+..... \end{vmatrix} \Rightarrow \text{اتصال موازی}$$

اگر n خازن مشابه به ظرفیت C_1 را به‌طور موازی به هم وصل کنیم ظرفیت معادل آن‌ها برابر خواهد بود با:

$$C_t=nC_1$$

ظرفیت معادل بین دو نقطه‌ی A و B چیست؟ (همه خازن‌ها ظرفیت یکسانی برابر C دارند.)

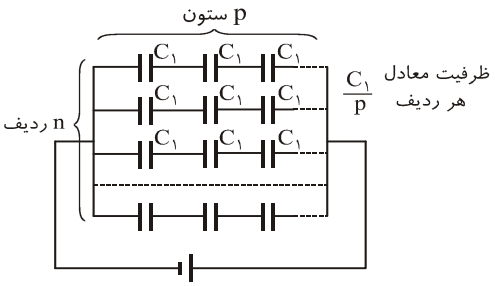


$$C_t=\frac{9}{5}C$$

دو خازن بدون مولد به هر شکلی که به هم وصل شوند نوع اتصال آن‌ها موازی می‌شود.

هرگاه خازن‌های مشابه با ظرفیت C_1 را مطابق شکل آرایش دهیم، ظرفیت معادل کل برابر خواهد شد با:

$$\text{ظرفیت معادل کل} = n\frac{C_1}{p}$$



اتصال صفحه‌های خازن‌های پر شده به یک‌دیگر: خازن‌های با ظرفیت‌های C_1 و C_2 را به ولتاژهای V_1 و V_2 وصل می‌کنیم تا بارهای q_1 و q_2 در آن‌ها ذخیره شود پس از جدا کردن خازن‌ها از ولتاژها صفحه‌های خازن‌ها را به هم وصل می‌کنیم. ولتاژ دو سر خازن‌ها برابر می‌شود و از روابط زیر محاسبه می‌شود.

اگر صفحه‌های نا هم‌نام را به هم وصل کنیم. $\bar{V} = \frac{\lvert q_1 - q_2 \rvert}{c_1 + c_2} = \frac{\lvert c_1v_1 - c_2v_2 \rvert}{c_1 + c_2}$	اگر صفحه‌های هم نام را به هم وصل کنیم. $\bar{V} = \frac{q_1 + q_2}{c_1 + c_2} = \frac{c_1v_1 + c_2v_2}{c_1 + c_2}$

جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

۱- شدت جریان متوسط: مقدار بار شارش شده در واحد زمان را شدت جریان متوسط می‌گوییم.

$$I_{\text{متوسط}} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{ne}{t} \quad \begin{matrix} \to e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\,c \\ \to s \end{matrix}$$

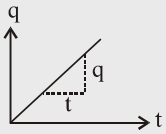
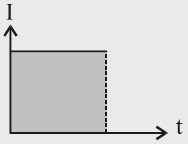
۲- شدت جریان لحظه‌ای: مشتق معادله‌ی بار شارش شده نسبت به زمان می‌باشد.

$$i = \frac{dq}{dt}$$

۳- جریان مستقیم: اگر شدت جریان متوسط و لحظه‌ای برابر باشند، جریان را مستقیم می‌گوییم.

$$I = \frac{q}{t} \Rightarrow \boxed{q = It}$$

در رابطه‌ی فوق اگر یکای شدت جریان آمپر و یکای زمان، ساعت باشد یکای بار، آمپر ساعت می‌شود.

شیب خط $(q-t)$ برابر با شدت جریان می‌باشد. $I = \frac{q}{t}$ 	سطح زیر نمودار $I-t$ برابر با بار شارش شده است. $q = S_{(I-t)}$ 

در یک مدار جریان مستقیم، در مدت ۴S تعداد ۸×۱۰^{۲۰} الکترون از قطب منفی به قطب مثبت جابه‌جا می‌شود. شدت جریان در مدار چند آمپر است؟

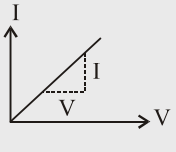
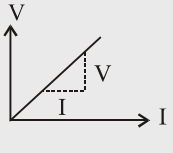
۱) ۱۲/۵ ۲) ۱۶ ۳) ۲۰ ۴) ۳۲

حل: گزینه‌ی «۴»

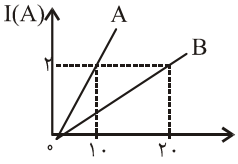
$$I = \frac{ne}{t} = \frac{(۸\times۱۰^{۲۰})\times(۱/۶\times۱۰^{-۱۹})}{۴} = ۳۲A$$

قانون اهم: در دمای ثابت، نسبت اختلاف پتانسیل دو سر رسانا به شدت جریان گذرنده از آن مقدار ثابتی است که **مقاومت الکتریکی** رسانا نام دارد.

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow \boxed{V = IR} \Rightarrow \boxed{\Delta V = I\Delta R}$$

نمودار $I-V$ خطی گذرنده از مبدا است که شیب آن عکس مقاومت الکتریکی می‌باشد. شیب نمودار $(I-V) = \frac{I}{V} = \frac{۱}{R}$ 	نمودار $V-I$ خطی گذرنده از مبدا است که شیب آن برابر با مقاومت الکتریکی می‌باشد. شیب نمودار $(V-I) = \frac{V}{I} = R$ 

نمودار شدت جریان عبوری از دو مقاومت A و B برحسب اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت A و B مطابق شکل است مقاومت B چند برابر مقاومت A است؟



۱) ۲ ۲) ۵ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) $\frac{۱}{۵}$

حل: به ازای شدت جریان یکسان $I = ۲A$ ولتاژ دو سر مقاومت ۱۰V و ۲۰V است.

$$I_A = I_B \Rightarrow \frac{V_A}{R_A} = \frac{V_B}{R_B} \Rightarrow \frac{۱۰}{R_A} = \frac{۲۰}{R_B} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{۱}{۲}$$

مقاومت الکتریکی در دما ثابت: مقاومت یک سیم در دمای ثابت از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

$$R=\rho\frac{l}{A} \xrightarrow{\text{مقایسه مقاومت الکتریکی دو سیم}} \frac{R_2}{R_1}=\frac{\rho_2}{\rho_1}\times\frac{L_2}{L_1}\times\frac{A_1}{A_2} \xrightarrow{A=\frac{\pi D^2}{4}\ \text{برای سیم با سطح مقطع دایره‌ای}} \frac{A_1}{A_2}=(\frac{D_1}{D_2})^2$$

مقایسه‌ی مقاومت‌های هم جنس و هم حجم و یا مقایسه‌ی مقاومت یک سیم پس از تغییر طول و سطح مقطع (بدون تغییر حجم) با حالت اول:

$$\frac{R_2}{R_1}=(\frac{L_2}{L_1})^2=(\frac{A_1}{A_2})^2=(\frac{D_1}{D_2})^4$$

یک سیم به مقاومت 2Ω را از حدیده عبور می‌دهیم تا بدون تغییر حجم طولش ۲ برابر شده مقاومتش چند اهم می‌شود؟

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۸

حل: گزینه‌ی «۴»

$$\frac{R_2}{R_1}=(\frac{L_2}{L_1})^2 \Rightarrow \frac{R_2}{2}=(2)^2 \Rightarrow R_2=8\Omega$$

اثر دما بر مقاومت رساناهای فلزی و نیم‌رساناها بر اثر افزایش دما، مقاومت رساناها افزایش و مقاومت نیم رسانا کاهش می‌یابد اگر سیمی به مقاومت R_1 به اندازه‌ی ΔT تغییر دما داشته باشد مقاومتش R_2 می‌شود به‌طوری که داریم:

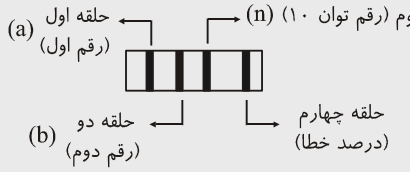
$$R_2=R_1(1+\alpha\Delta T)\ ;\ \alpha=\text{ضریب دمایی مقاومت}$$

- $\alpha<0$ برای جسم نیم‌رسانا
- $\alpha>0$ برای جسم رسانا

تغییر مقاومت $\Delta R=R_1\alpha\Delta T$

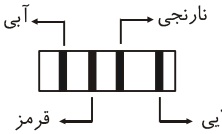
درصد تغییر مقاومت $\frac{\Delta R}{R_1}=\alpha\Delta T$

کد گذاری مقاومت‌ها: در روی مقاومت‌های کربنی چهار حلقه‌ی رنگی مشاهده می‌شود. حلقه‌ها را از سمت چپ به ترتیب رقم اول و دوم و سوم نام‌گذاری می‌کنیم هر رنگ معرف عددی است. مقاومت یک سیم را به شکل مقابل می‌نویسیم.



$$\Rightarrow R=\overline{ab}\times 10^n$$

اگر رنگ آبی معرف عدد ۶ و نارنجی عدد ۳ و قرمز عدد ۲ را نشان دهد اندازه‌ی مقاومت روبه‌رو چند اهم است؟



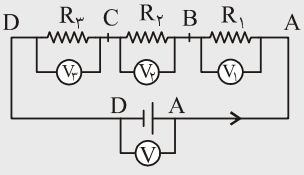
۱) 32×10^6 ۲) ۶۲۳ ۳) ۶۲۰۰۰ ۴) 23×10^6

حل:

$$R=\overline{ab}\times10^n \xrightarrow[n=3\ \text{نارنجی}]{b=2\ \text{قرمز و}\ a=6\ \text{آبی}} R=62\times10^3=62000\Omega$$

اتصال مقاومت‌ها

۱- اتصال متوالی: هر دو مقاومت مجاور هم (مثلاً R_1 و R_2) به یک نقطه (با پتانسیل مشخص مثلاً B) متصل هستند و دو سر دیگرشان به دو نقطه با پتانسیل‌های متفاوت (مثلاً A و C) متصل می‌باشند از نقطه‌ی مشترک انشعاب نداریم.

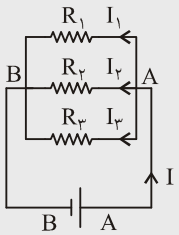


$$\begin{cases} I=I_1=I_2=I_3=.... \\ V=V_1+V_2+V_3+.... \\ R_t=R_1+R_2+R_3+..... \end{cases}$$

مقاومت معادل n مقاومت مشابه R_1 که متوالی به هم بسته شده‌اند

$$R_t=nR_1$$

۲- اتصال موازی: در این نوع اتصال دو سر تمامی مقاومت‌ها به دو نقطه با پتانسیل‌ها مثلاً A ولت و B ولت متصل‌اند.



$$\begin{cases} V=V_1=V_2=V_3 \\ I=I_1+I_2+I_3 \\ \frac{1}{R_t}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3} \end{cases}$$

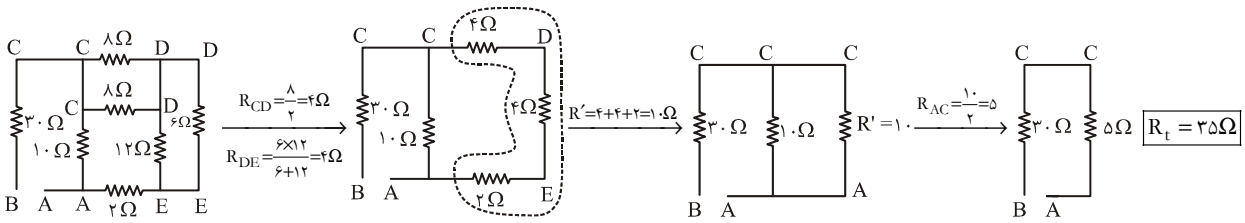
مقامت معادل دو مقاومت R_1 و R_2 که موازی به هم بسته شده‌اند.

$$R=\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}$$

مقاومت معادل n مقاومت مشابه R_1 که موازی به هم وصل شده‌اند.

$$R_t=\frac{R_1}{n}$$

مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی A و B چیست؟



انرژی الکتریکی مصرف شده در یک مقاومت: وقتی بار q از مقاومتی عبور کند انرژی پتانسیل الکتریکی به گرما تبدیل می‌شود که مقدار آن برابراست با:

$$U = RI^۲t = \frac{V^۲}{R}t = VIt = Vq = \frac{Rq^۲}{t}$$

توان: انرژی مصرف شده در واحد زمان را توان الکتریکی می‌گوییم. واحد آن $\frac{J}{S}$ یا وات است و از روابط زیر به‌دست می‌آید.

$$P = \frac{U}{t} = RI^۲ = \frac{V^۲}{R} = VI$$

اگر واحد توان برحسب کیلووات و واحد زمان برحسب ساعت در نظر گرفته شود واحد انرژی کیلووات ساعت می‌شود. $۱kwh = ۳/۶\times۱۰^۶ J$

توان و ولتاژ اسمی: مناسب‌ترین اختلاف پتانسیلی که می‌توان به دستگاه وصل کرد را ولتاژ اسمی (V_S) می‌گوییم. توانی که دستگاه به ازاء ولتاژ اسمی دارد را توان اسمی (P_S) می‌نامیم. این دو عدد بر روی دستگاه نوشته می‌شود. در صورتی که دستگاه به ولتاژی بیش از V_S متصل شود، آسیب می‌بیند و در صورتی که به ولتاژی کم‌تر از V_S متصل شود، توان مصرفی آن از توان اسمی کم‌تر می‌شود.

توان اسمی $P_S = \frac{V_S^۲}{R}$

توان مصرفی $P = \frac{V^۲}{R}$

$$\Rightarrow \frac{P}{P_S} = (\frac{V}{V_S})^۲$$

لامپی با مشخصات ۱۲V و ۳۶W را به منبع ۸V وصل می‌کنیم. اگر مقاومت الکتریکی لامپ ثابت بماند. توانش در این حالت چند وات می‌شود؟

۱) ۱۶ ۲) ۱۸ ۳) ۲۰ ۴) ۲۴

حل: گزینه‌ی«۱»

$$\frac{P}{P_S} = (\frac{V}{V_S})^۲ \Rightarrow \frac{P}{۳۶} = (\frac{۸}{۱۲})^۲ \Rightarrow P = ۱۶W$$

▼توان لامپ‌ها

هرگاه لامپ‌هایی با توان اسمی $P_۱$ ، $P_۲$ و . . . را به طور موازی به ولتاژ اسمی آن‌ها وصل کنیم، توان مصرفی هریک برابر با توان اسمی‌اش می‌شود و در این صورت توان مصرفی کل برابراست با: $P_t = P_۱ + P_۲ + P_۳ + ...$

هرگاه لامپ‌هایی با توان اسمی $P_۱$ ، $P_۲$ و . . . را به‌طور متوالی به هم وصل کنیم. اولاً توان مصرفی مجموعه از توان اسمی تک تک لامپ‌ها نیز کم‌تر است ثانیاً لامپی که توان اسمی کم‌تری دارد. توان مصرفی‌اش بیش‌تر از بقیه لامپ‌ها می‌شود. که از رابطه مقابل به دست می‌آید: $\frac{۱}{P_t} = \frac{۱}{P_۱} + \frac{۱}{P_۲} + ...$

در صورتی که دو لامپ با توان‌های اسمی $P_۱$ و $P_۲$ را به‌طور متوالی به هم وصل کنیم، توان مصرفی مجموعه و توان اسمی هریک از روابط زیر به‌دست می‌آید.

توان مصرفی دومی $P'_۲ = \frac{P_۱}{P_۱ + P_۲}P_t$ توان مصرفی اولی $P'_۱ = \frac{P_۲}{P_۱ + P_۲}P_t$ توان مصرفی کل $P_t = \frac{P_۱P_۲}{P_۱ + P_۲}$

اگر n لامپ مشابه که توان اسمی هر یک $P_۱$ است را به‌طور متوالی به هم وصل کنیم توان مصرفی مجموعه $P = \frac{P_۱}{n}$ و توان مصرفی هریک $P = \frac{P_۱}{n^۲}$ می‌شود.

دو لامپ با توان‌های $P_۱ = ۱۲۰W$ و $P_۲ = ۸۰W$ را به‌طور متوالی به هم وصل می‌کنیم. توان مصرفی آن‌ها به ترتیب از راست به چپ می‌شود؟

۱) ۸۰ و ۱۲۰ ۲) ۱۲۰ و ۸۰ ۳) ۱۹۲ و ۲۸/۸ ۴) ۲۸/۸ و ۱۹/۲

روش اول: اولاً توان مصرفی مجموعه از کوچک‌ترین توان $(P_2 = 80W)$ نیز کم‌تر است. ثانیاً لامپی که توان اسمی بیش‌تری دارد (P_1) توان مصرفی‌اش از دیگری کم‌تر است پس گزینه‌ی «۳» صحیح می‌باشد.

روش دوم: $P_2' = 48 - 19/2 = 28/8W$ $\quad P_1' = \frac{P_2}{P_1+P_2}P_t = \frac{80}{120+80}\times 48 = 19/2W$ $\quad P_t = \frac{P_1P_2}{P_1+P_2} = \frac{120\times 80}{120+80} = 48W$

۴ لامپ ۱۰۰W را به‌طور متوالی به برق شهر وصل می‌کنیم. توان مصرفی هریک چند وات می‌شود؟

۱) ۱۰۰ ۲) ۲۵ ۳) ۶/۲۵ ۴) ۴۰۰

حل: در این حالت توان مصرفی مجموعه $P = \frac{P_1}{n} = \frac{100}{4} = 25w$ و توان مصرفی هریک $P = \frac{P_1}{n^2} = \frac{100}{4^2} = 6/25w$ می‌شود.

انتقال انرژی یک مولد نیروگاهی به وسیله‌ی کابل: انتقال انرژی با ولتاژ بسیار بالا و شدت جریان کم انجام می‌شود تا از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد اگر P توان مولد الکتریکی و R مقاومت کابل‌های انتقال انرژی و ε نیروی محرکه مولد باشد، شدت جریان انتقال $I = \frac{P}{\varepsilon}$ و توان تلف شده در کابل‌ها $P' = RI^2$ و توان مفید در محل مصرف $P'' = P - P'$ می‌شود.

توان یک مولد الکتریکی ۱۵۰kw است برای انتقال انرژی به محل مصرف از کابل‌هایی با مقاومت ۳۰Ω استفاده می‌کنیم اگر نیروی محرکه مولد ۷۵۰۰V باشد، توان مفید در محل مصرف چند کیلووات است؟ (آزاد ریاضی -۷۶)

۱) ۱۴۹/۴ ۲) ۱۴۲/۵ ۳) ۱۳۸ ۴) ۱۲۷/۵

حل: گزینه‌ی «۳»

شدت جریان انتقال $I = \frac{P}{\varepsilon} = \frac{150000}{7500} = 20A$

$P'' = P - P' = 150 - 12 = 138kw$ مفید $\Rightarrow$ $P' = RI^2 = 30\times 20^2 = 12000W = 12kw$ توان تلف شده

آمپرسنج: به‌طور متوالی در مدار قرار می‌گیرد و شدت جریان را اندازه می‌گیرد مقاومت آمپرسنج ناچیز است. مقاومت آمپرسنج ایده‌ال صفر است حداکثر شدت جریان (مجاز) گذرنده از آن‌ها کم است. برای اندازه‌گیری شدت جریان‌های بیش از این مقدار مقاومت ناچیزی (R_s) را به‌طور موازی به آن وصل می‌کنیم. در این صورت شدت جریان گذرنده از آن (Ia) برابر خواهد بود با:

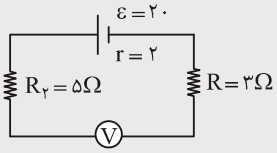
$$I_a = \frac{I}{1+\frac{Ra}{Rs}}$$

عقربه‌ی یک آمپرسنج به مقاومت ۱۸ اهم با عبور جریان ۰/۱A به بیش‌ترین انحراف خود می‌رسد. برای اندازه‌گیری شدت جریان ۱A چه مقاومتی و به چه شکلی باید به آن وصل کنیم؟

حل: موازی $I_a = \frac{I}{1+\frac{Ra}{Rs}} \Rightarrow 0/1 = \frac{1}{1+\frac{18}{Rs}} \rightarrow R_s = 2\Omega$

ولت‌سنج: به‌طور موازی در مدار قرار می‌گیرد و اختلاف پتانسیل را اندازه می‌گیرد مقاومتش زیاد است. مقاومت ولت‌سنج ایده‌آل بی‌نهایت است. اگر ولت‌سنج به اشتباه به‌طور متوالی در مدار قرار گیرد. شدت جریان مدار صفر می‌شود. در این صورت اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌ها، صفر می‌شود و ولت‌سنج، نیروی محرکه مولد را نشان می‌دهد. اگر ولت‌سنج به دو سر مولد متصل شود، نیروی محرکه مولد (ε) را نشان می‌دهد.

در شکل زیر ولت‌سنج چه عددی را نشان می‌دهد؟



۱) صفر ۲) ۲۰ ✓ ۳) ۲۴ ۴) ۱۶

تبدیل آمپرسنج به ولت‌سنج: برای تبدیل آمپرسنج به ولت سنج یک سیم با مقاومت زیاد را به‌طور متوالی به آن وصل می‌کنیم. باید دقت کنیم که شدت جریان مجاز گذرنده از ولت‌سنج همان شدت جریان گذرنده از آمپرسنج باشد.

مقاومت یک آمپرسنج ۴۰Ω است و عقربه‌ی آن با عبور جریان ۰/۱A به بیش‌ترین انحراف خود می‌رسد. برای تبدیل آن به ولت‌سنجی که بتواند ۴۰V را اندازه بگیرد، چه مقاومتی و به چه شکلی بایستی به آن وصل کرد؟

۱) ۴۰۰Ω و متوالی ۲) ۴۰۰Ω و موازی ۳) ۳۶۰Ω و موازی ۴) ۳۶۰Ω و متوالی

حل: گزینه‌ی «۴»

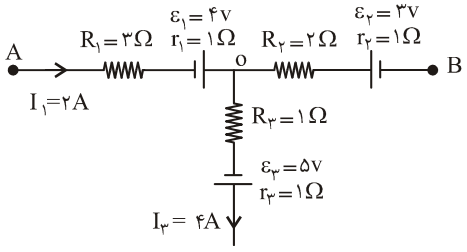
مقاومت موردنیاز ولت سنج $V = IR \Rightarrow 40 = 0/1R \Rightarrow R = 400\Omega$

مقاومتی که بایستی به آن به‌طور متوالی وصل کنیم. $R' = 400 - 40 = 360\Omega$

دستورالعمل: هرگاه در جهت جریان از مقاومت R عبور کنیم، ولتاژ به اندازه‌ی IR کاهش می‌یابد. در صورتی که در خلاف جهت جریان از مقاومت Rعبور کنیم، ولتاژ به اندازه‌ی IR افزایش می‌یابد.

صرف‌نظر از جهت جریان از پایانه مثبت به منفی مولد ولتاژ به اندازه‌ی ε (نیروی محرکه) کاهش و از پایانه‌ی منفی به مثبت مولد، ولتاژ به اندازه‌ی ε افزایش می‌یابد.

در مدار شکل مقابل V_{AB}، $(V_A - V_B)$ چند ولت است؟



حل: قانون اول کیرهشهف در نقطه‌ی Oرا می‌نویسیم:

$I_1 = ۲A$ به o وارد $I_3 = ۴A$ از o خارج می‌شود. پس $I_2 = ۲A$ بایستی به o وارد شود.

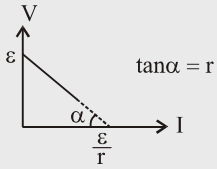
$$V_A - I_1R_1 + \varepsilon_1 - I_1r_1 + I_2R_2 - \varepsilon_2 + I_2r_2 = V_B$$

$$V_A - ۲\times۳ + ۴ - ۲\times۱ + ۲\times۲ - ۳ + ۲\times۱ = V_B \Rightarrow V_{AB} = +۱V$$

مولدها: وسایلی هستند که انرژی لازم برای حرکت الکترون‌ها در مدار را تأمین می‌کنند. دارای نیروی محرکه ε و مقاومت درونی r می‌باشد.

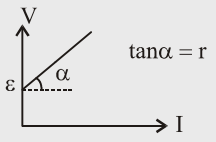
در صورتی که جریان از پایانه منفی مولد خارج شود،مولد مثل یک مصرف‌کننده در مدار عمل می‌کند.

۱- جریان از پایانه مثبت مولد خارج می‌شود.



$$V_{AB} = \varepsilon - Ir$$

۲- جریان از پایانه منفی مولد خارج می‌شود.

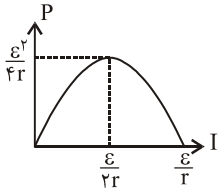


$$V_{AB} = \varepsilon + Ir$$

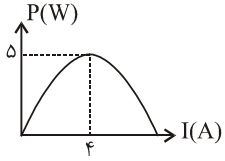
توان مولد: مولد توانی تولید می‌کند (p) بخشی از آن توسط مقاومت درونی تلف می‌شود (P') و بقیه به صورت توان مفید توسط مقاومت مدار مصرف می‌شود.

توان تلف شده $= P' = rI^2$ | توان مولد $= P = \varepsilon I$ | توان مصرفی مدار = توان مفید مولد $= P'' = \varepsilon I - rI^2$

نمودار توان مفید مولد برحسب شدت جریان گذرنده از آن به شکل مقابل است.



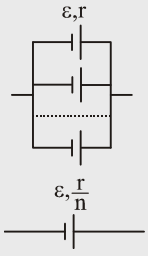
نمودار تغییرات توان مفید یک مولد برحسب شدت جریان گذرنده از آن به شکل مقابل است. نیروی محرکه‌ی مولد و مقاومت درونی آن چیست؟



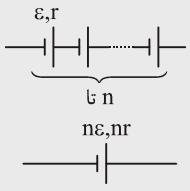
$$\begin{cases} \frac{\varepsilon^2}{۴r} = ۵ \\ \frac{\varepsilon}{۲r} = ۴ \end{cases} \xrightarrow{\text{تقسیم می‌کنیم}} \frac{\varepsilon}{۲} = \frac{۵}{۴} \rightarrow \varepsilon = ۲/۵V \xrightarrow{\text{با قراردادن در یکی از معادلات}} r = \frac{۵}{۱۶}\Omega$$

▼ اتصال مقاومت‌های مشابه به یک‌دیگر

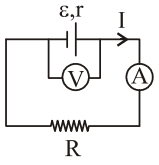
اتصال موازی: اگر n مقاومت مشابه (ε, r) را موازی وصل کنیم معادل مولدی با نیروی محرکه ε و مقاومت درونی $\frac{r}{n}$ می‌باشد.



اتصال متوالی: اگر n مولد مشابه (ε, r) را متوالی ببندیم معادل آن‌ها مولدی با نیروی محرکه $n\varepsilon$ و مقاومت درونی nr است.



مدار تک حلقه ساده



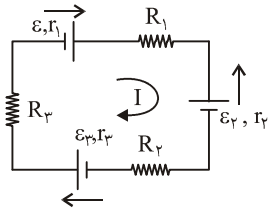
رابطه مستقل از I

$$V_\varepsilon = V_R = \frac{\varepsilon R}{R + r}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

مدار تک حلقه با چند مولد

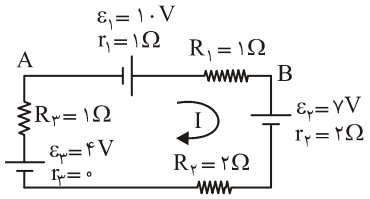
۱- **تعیین شدت جریان:** یک جهت دلخواه برای جریان در نظر می‌گیریم جهت نیروی محرکه مولدها را از پایانه منفی به طرف پایانه مثبت در نظر می‌گیریم سپس نیروی محرکه‌هایی که در جهت جریان هستند را با علامت مثبت و آن‌هایی که در خلاف جهت جریان هستند با علامت منفی در رابطه زیر به کار می‌بریم.



$$I=\frac{\Sigma\varepsilon}{\Sigma R+\Sigma r}\Rightarrow I=\frac{\varepsilon_1-\varepsilon_2+\varepsilon_3}{R_1+R_2+R_3+r_1+r_2+r_3}$$

۲- **تعیین اختلاف پتانسیل دو نقطه از مدار:** ابتدا شدت جریان را به‌دست می‌آوریم سپس از نقطه‌ی اول به طرف دوم می‌رویم و تغییر پتانسیل هر جزء را می‌نویسیم. تا اختلاف پتانسیل محاسبه می‌شود.

در مدار شکل مقابل V_{AB} چیست؟

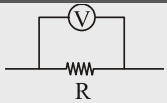
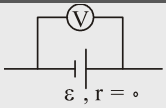
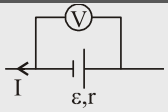
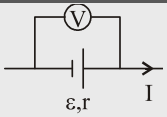


$$I=\frac{\varepsilon_3+\varepsilon_1-\varepsilon_2}{R_1+R_2+R_3+r_1+r_2+r_3}=\frac{4+10-7}{1+2+1+1+2}=1A$$

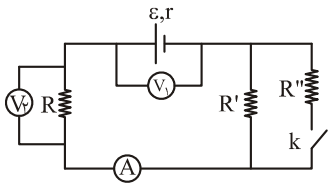
$$V_A+\varepsilon_1-Ir_1-IR_1=V_B\Rightarrow V_A+10-1=V_B$$

$$\Rightarrow V_A-V_B=VAB=-8V$$

برحسب آن که ولت متر به دو سر کدام جزء الکتریکی متصل شده باشد مقادیری نشان می‌دهد که در جدول زیر روابط آن مشخص شده است.

 $V=IR$ با افزایش شدت جریان ولتاژ افزایش می‌یابد	 $V=\varepsilon$ با تغییر شدت جریان V ثابت می‌ماند	 $V=\varepsilon+Ir$ جریان از پایانه منفی خارج می‌شود با افزایش شدت جریان V افزایش می‌یابد	 جریان از پایانه مثبت خارج می‌شود $V=\varepsilon-IV$ با افزایش شدت جریان V کاهش می‌یابد

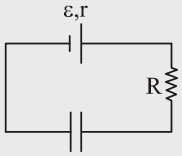
در مدار شکل مقابل با وصل کلید k اعدادی که آمپرسنج و ولت‌مترها نشان می‌دهند چه تغییری می‌کند؟



حل: با وصل کلید k، R'' به طور موازی با R' در مدار قرار می‌گیرد و مقاومت معادل مدار کاهش می‌یابد طبق رابطه‌ی $I=\frac{\Sigma\varepsilon}{\Sigma R+\Sigma r}$ شدت جریان افزایش می‌یابد. طبق رابطه $V_1=\varepsilon-Ir$ با افزایش I، V_1 کم می‌شود و طبق رابطه‌ی $V_2=IR$ با افزایش I، V_2 افزایش می‌یابد.

اتصال مقاومت و خازن در مدار

۱- خازن در مدار اصلی قرار دارد.

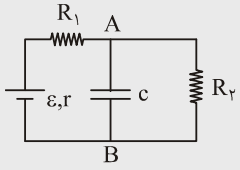


شدت جریان مدار $I=0$

$V_{(خازن)}=\varepsilon$

$q=C\varepsilon$

۲- خازن با یک جزء از مدار موازی بسته می‌شود.

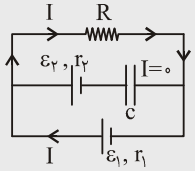


در این حالت ولتاژ دو سر خازن با ولتاژ قسمتی که با آن موازی است برابر می‌باشد.

$V_{(خازن)}=V_{R_2}=IR_2$

$q=CV$

۳- خازن در شاخه‌ی اصلی نیست و با هیچ جزئی موازی نیست.

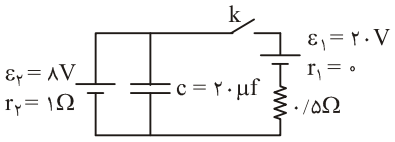


در این حالت از شاخه خازن جریان نمی‌گذرد.

$I=\frac{\varepsilon_1}{R+r_1}$; $V_\varepsilon+\varepsilon_2=IR$

با معلوم شدن V_C بار و انرژی خازن محاسبه می‌شود.

در شکل ابتدا کلید K باز است، اگر کلید بسته شود بار روی خازن . . . میکروکولن . . . می‌یابد.



۱) ۸۰ ، کاهش ۲) ۸۰ ، افزایش ۳) ۱۶۰ ، کاهش ۴✓) ۱۶۰ افزایش

حل: وقتی کلید K باز است، خازن به‌طور متوالی در مدار قرار دارد و از مدار جریان عبور نمی‌کند. در این حالت ولتاژ دو سر خازن برابر با نیروی محرکه‌ی ε_2 است.

$$q_1 = C_1 v_1 = ۲۰\times ۸ = ۱۶۰\mu c$$

پس از وصل کلید ولتاژ دو سر خازن برابر با ولتاژ دو سر مولد ε_2 می‌شود.

$$V_2 = \varepsilon_2 + Ir = ۸ + ۸\times ۱ = ۱۶V \qquad I = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{\Sigma R + \Sigma r} = \frac{۲۰-۸}{۰/۵+۱} = ۸A$$

$$q_2 = Cv = ۱۶\times ۲۰ = ۳۲۰\mu C \Rightarrow \Delta q = ۳۲۰ - ۱۶۰ = ۱۶۰\mu C$$

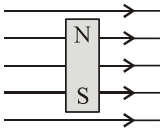
مغناطیس

مغناطیس: خاصیتی از موادی مثل آهن، کبالت و نیکل است که براده‌های آهن را جذب می‌کنند. این خاصیت در دو ناحیه قوی‌تر است که به آن‌ها **قطب‌های** آهن‌ربا می‌گوییم. قطب N آهن‌ربا به سمت شمال زمین و قطب S به سمت جنوب زمین قرار می‌گیرد.

میدان مغناطیسی: خاصیت مغناطیسی اطراف یک آهن‌ربا را با خط‌هایی نشان می‌دهیم. جهت خطوط در داخل آهن‌ربا از S به N و بیرون آن از N به S می‌باشد.

وقتی یک آهن‌ربا یا عقربه‌ی مغناطیسی در میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد، طوری منحرف می‌شود که میدان در داخل آن، همسو با میدان مغناطیسی شود.

یک آهن‌ربا را مطابق شکل در میدان مغناطیسی یکنواختی رها می‌کنیم. چگونه حرکت می‌کند؟



۱) به‌طرف چپ می‌رود. ۲) به طرف راست می‌رود.

۳) ۹۰° ساعتگرد می‌چرخد ۴) ۹۰° پادساعتگرد می‌چرخد

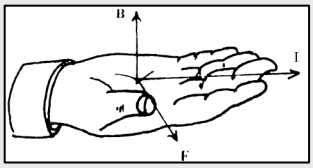
حل: گزینه‌ی «۳». جهت میدان خارجی از چپ به راست است. از آن‌جایی که جهت میدان داخل آهن‌ربا از S به N می‌باشد. آهن‌ربا طوری افقی می‌ایستد که قطب S در طرف چپ و قطب N در طرف راست قرار گیرد.

▼ نیروی وارد بر ذره‌ی باردار متحرک و یا سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی

نیروی وارد بر سیم حامل جریان (زاویه‌ی بین راستای سیم و B) $F = ILBSin\alpha$

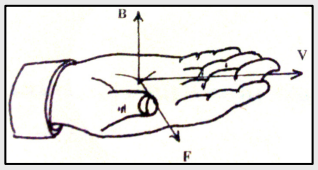
$۱T = ۱۰^۴ G$ و $\text{یکای میدان مغناطیسی (تسلا)} = \frac{\text{نیوتن}}{\text{آمپرمتر}}$

اگر عمود بر کف دست راست به طرف بیرون را جهت میدان و چهار انگشت باز شده را در جهت جریان در نظر بگیرید، شست جهت نیروی وارد بر سیم را نشان می‌دهد.



نیروی وارد بر ذره‌ی باردار مثبت (زاویه‌ی بین V و B) $F = qVBSin\alpha$

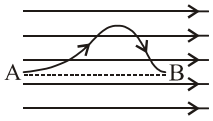
اگر عمود بر کف دست راست به طرف بیرون را جهت میدان (B) و چهار انگشت باز شده را در جهت پرتاب در نظر بگیریم، شست جهت نیروی وارد بر ذره‌ی باردار مثبت را نشان می‌دهد. عکس این جهت نیروی وارد بر ذره‌ی با بار منفی را نشان می‌دهد.



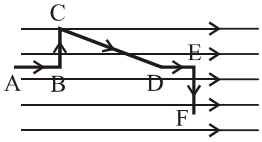
نیروی وارد بر ذره‌ی باردار، از طرف میدان مغناطیسی نیروی مرکزگرا می‌باشد و باعث حرکت ذره روی دایره‌ای می‌شود که شعاع آن از رابطه‌ی مقابل به‌دست می‌آید.

$$R = \frac{mV}{qBSin\alpha}$$

هرگاه سیم حامل جریانی در یک میدان مغناطیسی یکنواخت قرار گیرد. در صورتی که دو نقطه‌ی دلخواه AB روی سیم در نظر بگیریم به‌طوری که AB موازی خطوط میدان مغناطیسی شود، برآیند نیروهای وارد بر سیم AB از طرف میدان صفر می‌باشد.



سیم ABCDEF مطابق شکل در میدان مغناطیسی یکنواختی به شدت ۲T قرار گرفته و حامل جریان ۱۰A می‌باشد برآیند نیروهای وارد بر آن چیست؟ (CD = ۲m , AB = BC = DE = EF = ۱m)



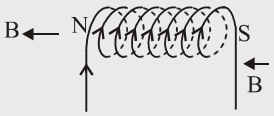
۱) ۲۰N، درون سو ۲✓) ۲۰N، برون سو ۳) ۱۰N، درون سو ۴) ۱۰N، برون سو

حل: چون خط AE همسو با میدان است برآیند نیروهای وارد بر سیم ABCDE صفر است. $F_{EF} = BILSin\alpha = ۲\times ۱۰\times ۱\times Sin۹۰ = ۲۰N$

▼آثار مغناطیسی ناشی از جریان الکتریکی

خاصیت مغناطیسی در وسط سیم لوله

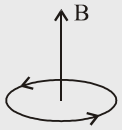
$$B = \mu_{\circ}\frac{NI}{L} = 4\pi\times10^{-7}\frac{NI}{L}$$



اگر چهار انگشت دست راست در جهت جریان باشد شست جهت میدان در داخل سیم لوله را نشان می‌دهد.

خاصیت مغناطیسی در وسط حلقه حامل جریان

$$B = \frac{\mu_{\circ}}{2}\frac{NI}{R} = 2\pi\times10^{-7}\frac{NI}{R}$$



اگر چهار انگشت خمیده دست راست در جهت جریان باشد شست جهت میدان را نشان می‌دهد.

خاصیت مغناطیسی اطراف سیم راست حامل جریان

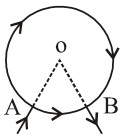
$$B = \frac{\mu_{\circ}}{2\pi}\frac{I}{R} = 2\times10^{-7}\frac{I}{R}$$

اگر سیم را در دست راست طوری بگیریم که شست در جهت جریان باشد چهار انگشت خمیده جهت میدان را نشان می‌دهد.

هرگاه دو سیم موازی حامل جریان‌های I_1 و I_2 در فاصله‌ی R از یک‌دیگر قرار داشته باشند نیرویی که به L متر از هریک از سیم‌ها وارد می‌شود، از رابطه زیر به‌دست می‌آید اگر جریان سیم‌ها همسو باشد نیرو جاذبه و اگر در دو سوی مخالف باشد نیرو دافعه می‌باشد.

$$F = 2\times10^{-7}\frac{I_1 I_2}{R}L$$

هرگاه دو نقطه دلخواه A و B را روی یک سیم دایره‌ای شکل انتخاب کنیم و جریان الکتریکی از نقطه‌ی A وارد و از B خارج شود، میدان مغناطیسی در نقطه O(مرکز دایره) صفر می‌باشد.



هرگاه از سیمی به طول d ، پیچه‌ی مسطحی که شعاع هر حلقه‌اش r است درست کنیم و جریانی به شدت I از آن عبور دهیم شدت میدان در مرکز پیچه از رابطه زیر به‌دست می‌آید.

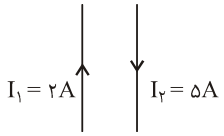
$$B = 10^{-7}\frac{dI}{r^2}$$

هرگاه از سیمی به طول d ، سیم لوله‌ای به طول L درست کنیم که شعاع هر حلقه‌اش r باشد و جریان I از آن عبور دهیم، شدت میدان مغناطیسی در مرکز سیم لوله از رابطه زیر به‌دست می‌آید.

$$B = 2\times10^{-7}\frac{dI}{rL}$$

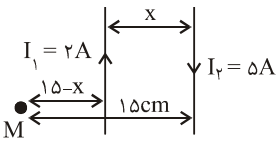
هرگاه دو سیم موازی حامل جریان‌های همسو داشته باشیم، مکان هندسی نقاطی که شدت میدان صفر است خطی است موازی دو سیم و در صفحه‌ی آن‌ها و بین دو سیم و نزدیک به سیم حامل جریان کم‌تر. در صورتی که جریان دو سیم در دو سوی مخالف باشد این مکان بیرون دو سیم نزدیک سیم حامل جریان کم‌تر می‌شود. با توجه به این نکته که اندازه‌ی میدان دو سیم در این مکان‌ها یکسان است موقعیت مکان مشخص می‌شود.

در شکل مقابل اگر در ۱۵ سانتی‌متری از سیم حامل جریان I_2 شدت میدان صفر باشد فاصله‌ی دو سیم از یک‌دیگر چند سانتی‌متر است؟



۱) ۹ ۲) ۸ ۳) ۲۱ ۴) ۲۷

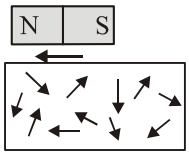
حل: در نقطه‌ای مثل M خارج از دو سیم نزدیک سیم حامل جریان I_1 ،اندازه‌ی دو میدان برابر ولی در خلاف جهت یک‌دیگرند و میدان صفر می‌شود.



$$B_1 = B_2 \Rightarrow 2\times10^{-7}\frac{I_1}{15-x} = 2\times10^{-7}\frac{I_2}{15} \Rightarrow \frac{2}{15-x} = \frac{5}{15} \Rightarrow x = 9cm$$

▼خاصیت مغناطیسی مواد

۱- دو قطبی مغناطیسی: کوچک‌ترین ذره‌ی تشکیل‌دهنده‌ی یک آهن‌ربا نیز آهن‌ربا هستند که آن‌ها را دو قطبی مغناطیسی می‌نامند.



۲- مواد پارامغناطیس: در این مواد دو قطبی‌های مغناطیسی به‌طور نامنظم توزیع شده‌اند و در میدان‌های مغناطیسی قوی خاصیت آهن‌ربایی به‌دست می‌آورند و در صورت حذف میدان این خاصیت را از دست می‌دهند مثل فلزات قلیایی، آلومینیوم اکسیژن، اکسید ازت و . . .

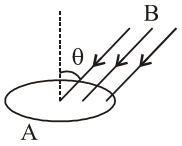
۳- مواد فرومغناطیس: در این مواد دو قطبی‌های مغناطیسی در قسمت‌های جداگانه به نام حوزه‌های مغناطیسی هم جهت می‌باشند اما سوی آن‌ها در حوزه‌های مختلف متفاوت می‌باشد. (مثل آهن ـ کبالت ـ نیکل)

۴- فرومغناطیس نرم: این مواد به آسانی در میدان مغناطیسی آهن‌ربا می‌شوند و با حذف میدان خاصیت آهن‌ربایی خود را از دست می‌دهند مثل آهن.

۵- فرومغناطیس سخت: این مواد در میدان مغناطیسی آهن‌ربا می‌شود ولی با حذف میدان این خاصیت را در خود حفظ می‌کنند مثل فولاد خاصیت مغناطیس در آهن بیش‌تر از فولاد است ولی در آهن موقتی در فولاد دائمی می‌باشد.

القای الکترومغناطیس

شار مغناطیسی: شار مغناطیسی گذرنده از یک حلقه‌ی بسته به مساحت A وقتی در یک میدان مغناطیسی به شدت B قرار می‌گیرد. از رابطه‌ی روبه‌رو به‌دست می‌آید.



$\boxed{\varphi = ABCos\theta}$ ← وبر (wb) ← زاویه بین نیم خط عمود بر سطح با خطوط میدان

قانون فارادی: در اثر تغییر شار گذرنده از یک حلقه در حلقه نیروی محرکه‌ای القا می‌شود که متناسب با شدت تغییرات شار است.

$\boxed{\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}}$ نیروی محرکه القایی متوسط

$\boxed{\varepsilon = -N\frac{d\varphi}{dt}}$ نیروی محرکه القایی لحظه‌ای

قانون لنز: سوی جریان حاصل از نیروی محرکه‌ی القایی به گونه‌ای است که با عامل به وجود آورنده‌اش مخالفت می‌کند (علامت منفی فرمول‌های فوق نشان از قانون لنز می‌باشد.)

شدت جریان القایی و بار القا شده در مدار از رابطه زیر به‌دست می‌آید.

شدت جریان متوسط $\bar{I} = -\frac{N}{R}\frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \Rightarrow \Delta q = \frac{N}{R}\frac{\Delta\varphi}{R}$

شدت جریان لحظه‌ای $i = -\frac{N}{R}\frac{d\varphi}{dt} \Rightarrow dq = \frac{N}{R}\frac{d\varphi}{R}$

نیروی محرکه القایی بر اثر تغییر میدان $\varepsilon = -NA\frac{\Delta B}{\Delta t}Cos\theta$

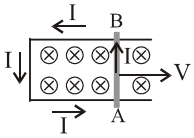
نیروی محرکه القایی بر اثر تغییر مساحت حلقه $\varepsilon = -N\frac{\Delta A}{\Delta t}BCos\theta$

نیروی محرکه القایی بر اثر تغییر زاویه $\varepsilon = -N\frac{AB}{\Delta t}(Cos\theta_2 - Cos\theta_1)$

حرکت سیم رسانا در میدان مغناطیسی: هرگاه میله‌ی رسانایی به طول L در میدان مغناطیسی یکنواخت B با سرعت V به حرکت درآید نیروی محرکه‌ای در دو سر آن القا می‌شود که از رابطه زیر به‌دست می‌آید.

$\boxed{\varepsilon = BVLSin\alpha}$ α زاویه‌ی $\vec{V}$ و $\vec{B}$

اگر عمود بر کف دست راست به طرف بیرون را در جهت میدان، و چهار انگشت دست را در جهت حرکت بگیریم، شست جهت جریان را نشان می‌دهد.



نیروی محرکه‌ی خود القایی: هرگاه جریان الکتریکی گذرنده از یک سیم لوله تغییر کند، در سیم لوله تغییر شاری رخ می‌دهد که باعث ایجاد نیروی محرکه‌ی القایی در سیم‌پیچ می‌شود که مقدارش از روابط زیر قابل محاسبه است.

$\boxed{\varepsilon = -L\frac{di}{dt}}$ نیروی محرکه‌ی القایی لحظه‌ای (ولت) $\Rightarrow$ $\boxed{\bar{\varepsilon}_L = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}}$ نیروی محرکه‌ی القای متوسط (ولت)

L ضریب خودالقایی سیم لوله می‌باشد که از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید.

$\boxed{L = k\mu_0\frac{N^2A}{\ell}}$ برحسب هانری

انرژی ذخیره شده در سیم لوله: از رابطه‌ی زیر قابل محاسبه می‌باشد.

$\boxed{U = \frac{1}{2}LI^2} \Rightarrow \boxed{\Delta U = \frac{1}{2}L(I_2^2 - I_1^2)}$

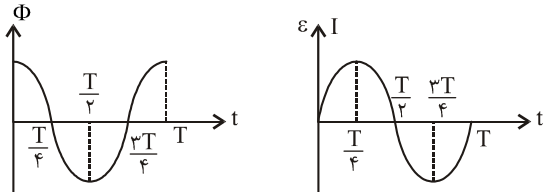
جریان متناوب: هرگاه سیم‌پیچی شامل Nحلقه را در یک میدان یکنواخت به شدت B با سرعت زاویه‌ای ω دوران دهیم شار گذرنده از آن و در نتیجه شدت جریان متناوب خواهد شد که از روابط زیر به‌دست می‌آید.

$\boxed{\varphi = ABCos\omega t}$; $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \varphi_{max} = AB$ $\Rightarrow$ $\boxed{\varepsilon_{max} = N\varphi_{max}\omega}$

$\boxed{\varepsilon = NAB\omega Cos\omega t} \Rightarrow \varepsilon = \varepsilon_{max}Cos\omega t \Rightarrow \varepsilon_{max} = NAB\omega$

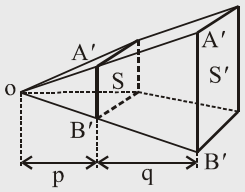
$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{\varepsilon_{max}}{R}Cos\omega t$ $\quad I_{max} = \frac{\varepsilon_{max}}{R} = \frac{NAB\omega}{R}$ $\Rightarrow$ $\boxed{I = I_m Sin\omega t}$

در لحظه‌هایی که شار گذرنده از حلقه بیشینه است نیروی محرکه و شدت جریان القایی صفرند و در لحظه‌هایی که شار صفر می‌باشد نیروی محرکه‌ی القایی و شدت جریان القایی بیشینه مقدار خود را دارند.

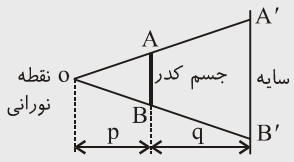


نور

از نقطه‌ی نورانی در مقابل یک جسم کدر بر روی پرده سایه و روشنایی تشکیل می‌شود.



$$\frac{S'}{S}=\left(\frac{A'B'}{AB}\right)^{2}=\left(1+\frac{q}{p}\right)^{2}$$



$$\frac{A'B'}{AB}=\frac{p+q}{p}=1+\frac{q}{p}$$

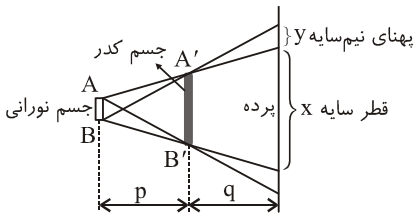
یک نقطه‌ی نورانی در مقابل جسم کدری قرار دارد و روی پرده پشت جسم، سایه تشکیل شده است اگر فاصله‌ی نقطه‌ی نورانی از جسم کدر نصف شود، اندازه‌ی طول هر ضلع سایه و اندازه‌ی مساحت آن چند برابر می‌شود؟

با نصف شدن فاصله‌ی جسم کدر از نقطه‌ی نورانی کسر $\frac{q}{p}$ دو برابر می‌شود بنابراین $\frac{A'B'}{AB}=1+\frac{q}{p}$ بزرگ می‌شود ولی کم‌تر از ۲ برابر می‌شود بنابراین مساحت سایه نیز افزایش می‌یابد ولی کم‌تر از ۴ برابر می‌شود.

از جسم نورانی در مقابل جسم کدر بر روی پرده علاوه بر سایه، نیم سایه نیز تشکیل می‌شود.

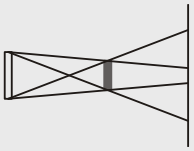
پهنای نیم سایه به اندازه‌ی جسم کدر بستگی ندارد. $\Rightarrow y=\frac{q.AB}{p}$

$$\frac{x+y}{p+q}=\frac{A'B'}{p}$$

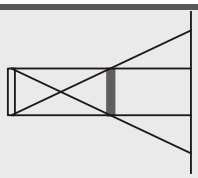


از جسم نورانی در مقابل جسم کدر بر روی پرده سایه و نیم سایه تشکیل می‌شود. اگر جسم نورانی از جسم کدر دور شود و یا پرده و جسم به یک‌دیگر نزدیک شوند. اولاً اندازه‌ی نیم سایه کوچک می‌شود ثانیاً اندازه‌ی سایه به سمت اندازه‌ی جسم کدر میل می‌کند و بالعکس.

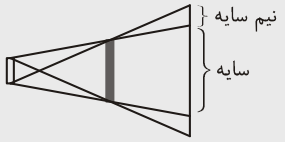
در شکل‌های زیر در صورت دورشدن جسم نورانی از جسم کدر و یا نزدیک‌شدن پرده و جسم به یک‌دیگر تغییرات اندازه‌ی سایه و نیم سایه چگونه است.



جواب: سایه کوچک‌تر از جسم کدر است پس سایه بزرگ و نیم سایه کوچک می‌شود.



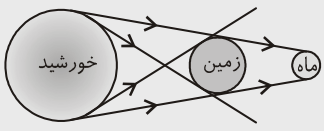
جواب: سایه هم اندازه با جسم نورانی است پس سایه تغییر نمی‌کند، نیم سایه کوچک می‌شود.



جواب: سایه بزرگ‌تر از جسم کدر است پس سایه و نیم‌سایه کوچک می‌شوند.

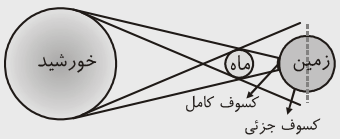
خسوف (ماه گرفتگی)

هرگاه فاصله‌ی زمین از خورشید کم‌تر از فاصله‌ی ماه از خورشید باشد و مراکز آن‌ها بر روی یک خط قرار گیرند ماه گرفتگی (خسوف) پدید می‌آید.

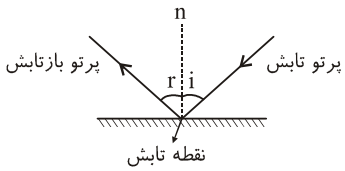


خورشید گرفتگی (کسوف)

هرگاه فاصله‌ی ماه از خورشید کم‌تر از فاصله زمین از خورشید باشد و مراکز آن‌ها بر روی یک خط قرار گیرند خورشیدگرفتگی (کسوف) پدید می‌آید.



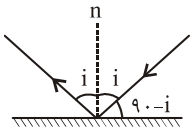
قوانین بازتاب نور:



۱- شعاع تابش و بازتابش و خط عمود بر سطح در یک صفحه قرار دارند.

۲- زوایای تابش و بازتابش برابرند $(i = r)$

اگر زاویه‌ای که پرتوتابش با پرتوبازتابش می‌سازد، چهار برابر زاویه‌ای باشد که پرتوتابش با سطح آینه می‌سازد، زاویه‌ی تابش چند درجه است؟



۱) ۵۴° ۲) ۶۰° ✓ ۳) ۳۰° ۴) ۴۵°

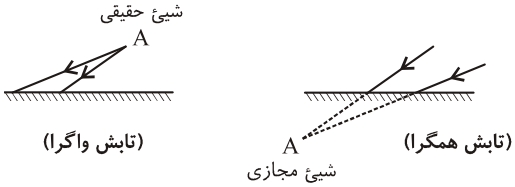
حل:

$$۲i = ۴(۹۰ - i) \Rightarrow i = ۶۰^\circ$$

▼ شی‌ها و تصویرهای حقیقی و مجازی

شیء حقیقی: شیئی است که نورهای واگرا تابش می‌کند. (تمام شی‌های اطراف ما حقیقی‌اند.)

شیء مجازی: هرگاه پرتوهای همگرا قبل از رسیدن به هم توسط یک دستگاه (مثلاً آینه) قطع شوند، امتدادشان هم‌دیگر را در نقطه‌ای به نام شیء مجازی قطع می‌کنند.

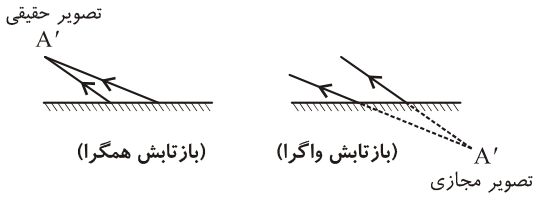


تصویر حقیقی: از برخوردهای شعاع‌های بازتابش (و نه امتداد آن‌ها) تشکیل می‌شود.

۱- بر روی پرده تشکیل می‌شوند. ۲- بدون پرده دیده نمی‌شوند.

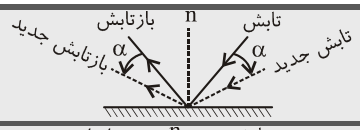
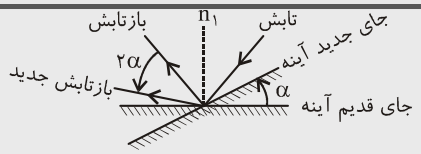
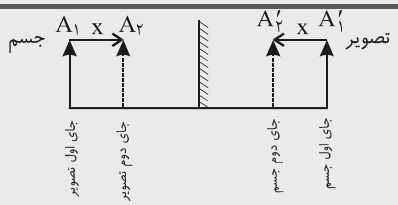
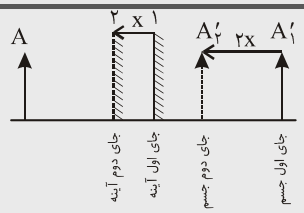
تصویر مجازی: از برخورد امتدادهای پرتوهای بازتابش تشکیل می‌شوند.

۱- بر روی پرده تشکیل نمی‌شوند. ۲- بدون پرده دیده می‌شوند.

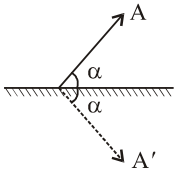


در آینه‌ی تخت از شیء حقیقی، تصویر مجازی و از شیء مجازی، تصویر حقیقی به‌دست می‌آید و همواره فاصله‌های جسم و تصویر از آینه برابر است.

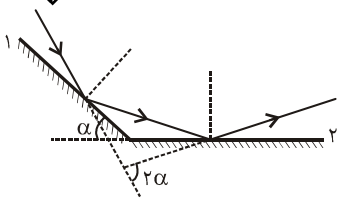
قوانین آینه‌های تخت

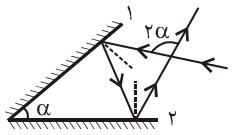
۱- اگر پرتوتابش به آینه به اندازه‌ی α در یک جهت دوران کند، پرتو بازتابش به اندازه‌ی α در خلاف جهت آن دوران می‌کند.	
۲- اگر آینه به اندازه‌ی α در یک جهت دوران کند، پرتو بازتابش به اندازه‌ی ۲α در همان جهت دوران می‌کند.	
۳- اگر جسم به اندازه‌ی x نسبت به آینه حرکت کند، تصویرش به اندازه‌ی x و در خلاف جهت حرکت جسم جابه‌جا می‌شود و اگر جسم با سرعت V حرکت کند، تصویرش با سرعت V در خلاف جهت حرکت جسم حرکت می‌کند.	
۴- اگر آینه به اندازه x جابه‌جا شود، تصویر به اندازه‌ی $۲x$ در همان جهت جابه‌جا می‌شود و اگر آینه با سرعت V حرکت کند، تصویرش با سرعت $۲V$ در همان جهت حرکت می‌کند.	

زاویه‌ای که یک جسم یا آینه‌ی تخت سازد برابر با زاویه‌ای است که تصویرش با آینه می‌سازد.



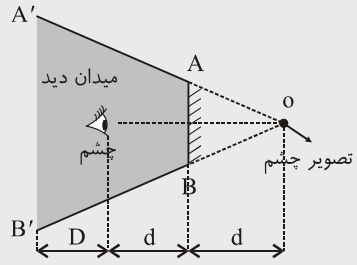
$\Rightarrow$ ۲α = زاویه بین جسم و تصویر در آینه تخت





هرگاه زاویه‌ی حاده بین دو آینـه‌ی متقـاطع α باشـد، زاویـه‌ی بین پرتوتابش به اولی و بازتابش آن از دومی 2α می‌شود.

میدان دید آینه‌های تخت: فضای جلو آینه است که تمام نقاط واقع در آن فضا را شخص می‌تواند در آینه رویت کنـد. بـرای بـه‌دسـت آوردن آن کافیسـت از تصویر چشم در آینه به دو لبه‌ی آینه خطوطی وصل کنیم و ادامه دهیم.



$$\Delta_{OAB} \sim \Delta_{OA'B'} \Rightarrow \boxed{\frac{A'B'}{AB}=\frac{D+2d}{d}} \Rightarrow \boxed{\frac{S'}{S}=(\frac{A'B'}{AB})^2=(\frac{D+2d}{d})^2}$$

شخصی به فاصله‌ی $50cm$ از یک آینه‌ی تخت به مساحت $100Cm^2$ ایستاده است. این شخص چـه مسـاحتی (برحسـب سـانتی‌مترمربـع) از دیوار پشت سرش و به فاصله‌ی ۲ متری از خودش را می‌تواند ببیند؟

۱) ۲۰۰ ۲) ۶۰۰ ۳) ۱۶۰۰ ۴) ۳۶۰۰

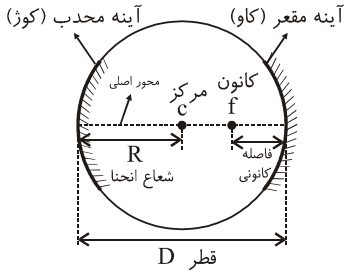
حل: گزینه‌ی «۴»

$$\frac{S'}{S}=(\frac{D+2d}{d})^2 \Rightarrow \frac{S'}{100}=(\frac{200+2\times 50}{50})^2 \Rightarrow S'=3600Cm^2$$

شخصی که طول قامتش L و فاصله‌ی چشمانش از نوک سرش d است برای دیدن کامل قامت خود احتیاج به آینه‌ی تختی به طول $\frac{L}{2}$ دارد به‌طوری که آینه طوری در امتداد قائم به دیوار نصب شود که فاصله‌ی لبه پایینی آن تا کف اتاق $\frac{L-d}{2}$ باشد.

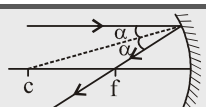
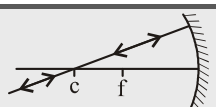
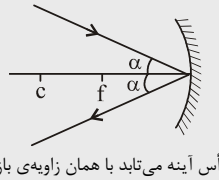
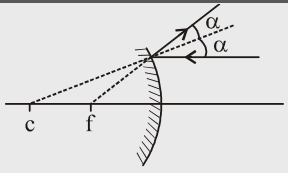
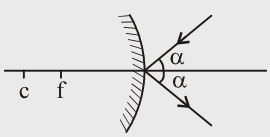
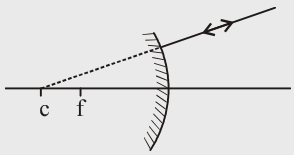
▼ آینه‌های کروی

قسمت‌هایی از یک کره تو خالی هستند. در صورتی که داخل آن را صیقلی و از بیرون آن مورد استفاده قرار گیرد آینه را محدب (کوژ) و اگـر بیـرون آن را صـیقلی و از داخـل آن اسـتفاده شـود آینـه را کـاو (مقعـر) می‌نامیم.

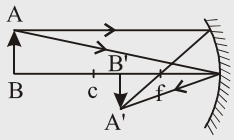
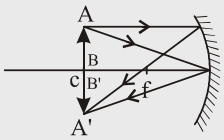
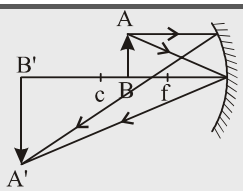
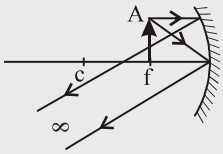
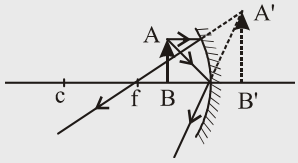
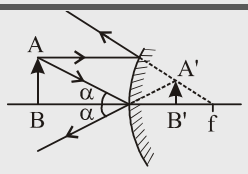


$$\boxed{D=2R=4f}$$

▼ نحوه‌ی تابش یک پرتو از سطح آینه مقعر و محدب

 نوری که موازی محور به آینه می‌تابد بازتابش آن از کانون می‌گذرد.	 نوری که به مرکز آینه می‌تابد بازتابش آن روی خودش بر می‌گردد.	 نوری که به رأس آینه می‌تابد با همان زاویه‌ی بازتابش می‌شود.
 تابشی که موازی محور باشد امتداد بازتابش آن از کانون می‌گذرد.	 تابشی که به رأس آینه می‌تابد با همان زاویه بر می‌گردد.	 تابشی که امتدادش از مرکز می‌گذرد بر روی خودش بر می‌گردد.

▼ تشکیل تصویر در آینه‌های مقعر و محدب

 جسم خارج از c: تصویر حقیقی وارونه کوچک‌تر از جسم بین f و c	 جسم روی c: تصویر حقیقی ، وارونه، هم اندازه جسم روی c	 جسم بین f و c: تصویر حقیقی، وارونه، بزرگ‌تر از جسم خارج از c
 جسم روی کانون، تصویر در بی‌نهایت	 جسم در فاصله کانونی، تصویر، مجازی، مستقیم، بزرگ‌تر از جسم در پشت آینه	 همواره از یک شیء حقیقی در مقابل آینه محدب، تصویری مجازی، مستقیم و کوچک‌تر از جسم در فاصله کانونی عدسی تشکیل می‌شود.

▼ فرمول‌های آینه‌های کروی

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{p}+\frac{1}{q} \Rightarrow f=\frac{pq}{p+q} \Rightarrow q=\frac{pf}{p-f}$$

$$\text{بزرگنمایی } M=\frac{A'B'}{AB}=\frac{q}{p}=\frac{f}{p-f}=\frac{f}{a}=\frac{a'}{f} \Rightarrow aa'=f^2$$

P: فاصله جسم از آینه، q فاصله تصویر تا آینه، a فاصله جسم تا کانون و a' فاصله تصویر تا کانون و f فاصله کانون می‌باشد در استفاده از فرمول‌های فوق **حقیقی مثبت است**. تمام کمیت‌های فوق را با علامت در روابط قرار می‌دهیم.

تصویر حقیقی $q>0$	جسم حقیقی $P>0$	آینه مقعر $f>0$	تصویر وارونه $M>0$
تصویر مجازی $q<0$	شیئی مجازی $P<0$	آینه محدب $f<0$	تصویر مستقیم $M<0$

در آینه‌ها فاصله‌ی شیء از تصویرش $|p-q|$ (با حفظ علامت) می‌باشد.

یک شی در مقابل یک آینه قرار دارد. تصویری مجازی به اندازه‌ی سه برابر شیء و در ۴۰ سانتی‌متر از شیء تشکیل می‌شود. نوع آینه و فاصله‌ی کانونی آن چیست؟

چون اندازه‌ی تصویر مجازی به‌دست آمده بزرگ‌تر از اندازه‌ی شیء است نوع آینه مقعر می‌باشد.

$M=\frac{A'B'}{AB}=\frac{q}{p} \Rightarrow q=-3p$ **علامت منفی به دلیل مجازی بودن تصویر است.**

$|p-q|=40 \Rightarrow |p+3p|=40 \rightarrow p=10cm \ , \ q=-30cm \quad f=\frac{pq}{p+q}=\frac{10(-30)}{10+(-30)}=+15cm$ **علامت مثبت نشان می‌دهد که آینه مقعر است.**

اگر فاصله‌ی یک جسم از آینه، n برابر فاصله‌ی کانونی باشد بزرگ‌نمایی در آینه‌ها از روابط زیر به‌دست می‌آید.

$P=nf$	$P=nf$
آینه مقعر $M=\frac{1}{n-1}$	آینه محدب $M=\frac{-1}{n+1}$

شی‌ای را در مقابل یک آینه‌ی مقعر قرار می‌دهیم. تصویری حقیقی به طول $\frac{1}{3}$ شیء تشکیل می‌شود. جسم را ۴۲ سانتی‌متر جابه‌جا می‌کنیم. طول تصویر مجازی به‌دست آمده ۲ برابر طول شی می‌شود. فاصله‌ی کانونی آینه چند سانتی‌متر است.

حل:

$$\left.\begin{array}{l} M_1=\frac{1}{3}=\frac{1}{n-1} \Rightarrow n=4 \Rightarrow p_1=nf=4f \\ M_2=-2=\frac{1}{n-1} \rightarrow n=\frac{1}{2} \Rightarrow P_2=nf=\frac{1}{2}f \end{array}\right\} \Rightarrow \Delta P=4f-\frac{1}{2}f=42 \Rightarrow f=12cm$$

M_2 چون q,p هم علامت نیستند، $M<0$ می‌باشد.

در آینه‌ها همواره تصویر در خلاف جهت حرکت جسم، حرکت می‌کند.

سرعت حرکت تصویر با طول تصویر متناسب است. یعنی وقتی طول تصویر کوچک‌تر از طول جسم می‌باشد، سرعت حرکت تصویر کم‌تر از سرعت حرکت جسم می‌باشد. وقتی طول تصویر بزرگ‌تر از طول جسم است سرعت حرکت تصویر بیش‌تر از سرعت حرکت جسم می‌باشد.

در هنگام جابه‌جایی جسم اگر طول تصویر در حال بزرگ‌شدن باشد، سرعت تصویر نیز در حال بزرگ‌شدن است و حرکت تصویر تند شونده می‌باشد در هنگام جابه‌جایی جسم، اگر طول تصویر در حال کوچک‌شدن باشد، سرعت تصویر نیز در حال کم شدن می‌باشد و حرکت تصویر کند شونده می‌شود.

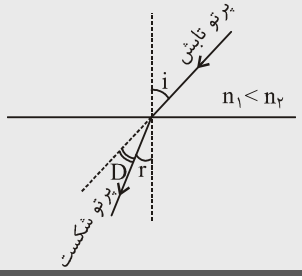
شکست نور: نور هنگام عبور از سطح جدایی دو محیط شفاف می‌شکند و پرتو شکست نسبت به پرتو تابش انحراف پیدا می‌کند به این پدیده شکست نور می‌گوییم.

ضریب شکست: نسبت سرعت نور در خلأ به سرعت نور در یک محیط را ضریب شکست آن محیط می‌گوییم $(\mathbf{n})$.

$$\boxed{\mathbf{n}=\frac{\mathbf{C}}{\mathbf{V}}}$$

سرعت نور در یک محیط با ضریب شکست آن محیط نسبت عکس دارد.

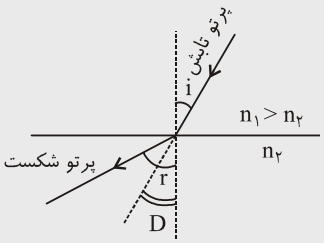
اگر نور از محیط رقیق وارد محیط غلیظ شود می‌شکند و به خط عمود نزدیک می‌شود.



زاویه انحراف $\mathbf{D=i-r}$

$$\boxed{\mathbf{n_1 Sin\, i = n_2 Sin\, r}}$$

اگر نور از محیط غلیظ وارد محیط رقیق شود می‌شکند و از خط عمود دور می‌شود.



زاویه انحراف $\mathbf{D=r-i}$

$$\boxed{\mathbf{n_1 Sin\, i = n_2 Sin\, r}}$$

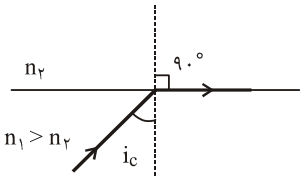
ضریب شکست نسبی: نسبت ضریب شکست محیط (۱) به ضریب شکست محیط (۲) را ضریب شکست نسبی محیط (۱) نسبت به محیط (۲) می‌نامیم.

$$\boxed{\mathbf{n}_{1/2}=\frac{\mathbf{n_1}}{\mathbf{n_2}}=\frac{\mathbf{v_2}}{\mathbf{v_1}}}$$

ضریب شکست شیشه نسبت به آب $\frac{۹}{۸}$ و ضریب شکست الماس نسبت به شیشه $\frac{۸}{۵}$ می‌باشد. نسبت سرعت نور در آب بر سرعت نور در الماس چیست؟

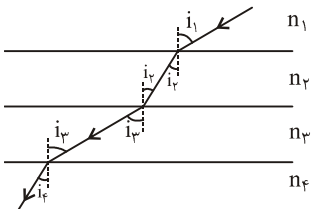
$$\left.\begin{aligned}\mathbf{n}_{G/W}&=\frac{\mathbf{n_G}}{\mathbf{n_w}}=\frac{۹}{۸}\\ \mathbf{n}_{D/G}&=\frac{\mathbf{n_D}}{\mathbf{n_G}}=\frac{۸}{۵}\end{aligned}\right| \Rightarrow \frac{\mathbf{n_G}}{\mathbf{n_w}}\cdot\frac{\mathbf{n_D}}{\mathbf{n_G}}=\frac{\mathbf{n_D}}{\mathbf{n_w}}=\frac{۹}{۸}\times\frac{۸}{۵}=\frac{۹}{۵}\Rightarrow\frac{\mathbf{V_w}}{\mathbf{V_D}}=\frac{\mathbf{n_D}}{\mathbf{n_w}}=\frac{۹}{۵}$$

زاویه‌ی حد: زاویه‌ی تابش از محیط غلیظی است که زاویه‌ی شکست آن ۹۰° است. اگر نور تحت زوایای بزرگ‌تر از زاویه‌ی حد از محیط غلیظ بتابد، از محیط غلیظ خارج نمی‌شود و انعکاس کلی روی می‌دهد.



$$\mathbf{n_1 Sin\, i_c = n_2 Sin ۹۰^\circ \Rightarrow} \boxed{\mathbf{Sin\, i_c}=\frac{۱}{\mathbf{n}_{1/2}}}$$

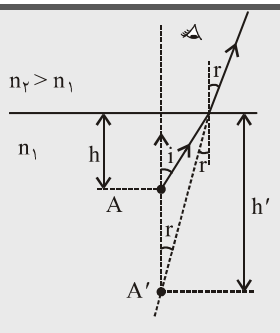
شکست‌های متوالی: برای سطوح جداکننده‌ی زیر می‌توان نوشت:



$$\boxed{\mathbf{n_1 Sin i_1 = n_1 Sin i_2 = n_3 Sin i_3 = ...}}$$

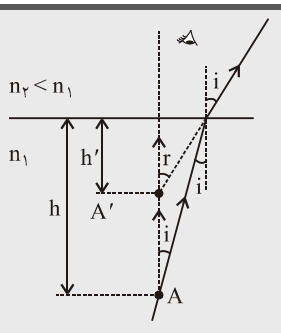
اگر محیط طرفین سطوح یکسان باشد $(\mathbf{n_1=n_4})$ نور خروجی موازی با نور ورودی خواهد بود $(\mathbf{i_1=i_4})$

عمق ظاهری و عمق واقعی: هرگاه بخواهیم از یک محیط شیئی واقع در محیط دیگری را ببینیم، آن شی را در محل واقعی خود نمی‌بینیم، فاصله شیئی تا سطح جدایی دو محیط را عمق واقعی $(\mathbf{h})$ و فاصله‌ی تصویرش از این سطح را عمق ظاهری $(\mathbf{h'})$ می‌نامیم.

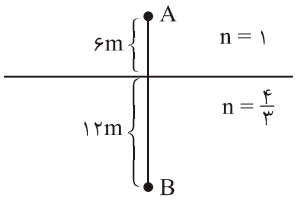


$$\boxed{\mathbf{h'}=\frac{\mathbf{h}}{\mathbf{n}_{1/2}}}$$

$$\mathbf{n}_{1/2}=\frac{\mathbf{n_1}}{\mathbf{n_2}}$$



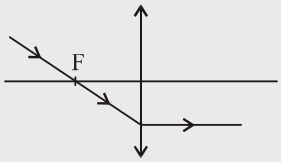
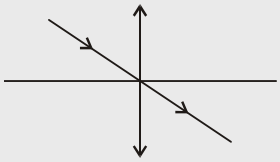
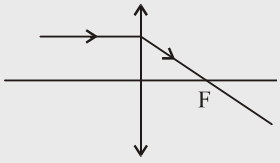
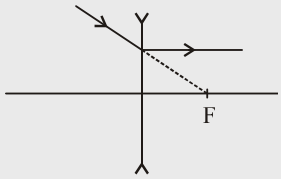
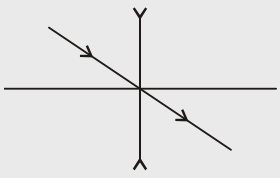
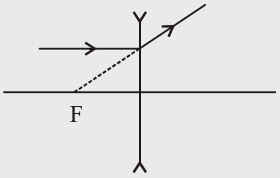
در شکل مقابل شخص A، شی B را در چه فاصله‌ای از خود می‌بیند؟



حل: شخص A فاصله‌ی ۶ متر را همان ۶ متر می‌بینید چون خودش در آن محیط قرار دارد عمق ظاهری B (فاصله‌ی تصویر تا سطح جدایی دو محیط) را به‌دست می‌آوریم دقت کنید محیطی که B در آن قرار دارد محیط اول می‌باشد.

$$h' = \frac{h}{h_{1/2}} = \frac{۱۲}{\frac{۴}{۳}} = ۹m \qquad AB' = ۶ + ۹ = ۱۵m$$

▼ نحوه‌ی خروج پرتوهای معین از عدسی‌های همگرا و واگرا

همگرا  پرتو نوری که از کانون عبور می‌کند پس از شکست موازی محور خارج می‌شود.	همگرا  پرتو نوری که به مرکز نوری می‌تابد بدون انحراف خارج می‌شود.	همگرا  پرتو نوری که موازی محور می‌تابد پس از شکست از کانون می‌گردد
واگرا  پرتو نوری که امتدادش از کانون می‌گذرد پس از شکست موازی محور خارج می‌شود.	واگرا  پرتو نوری که به مرکز نوری می‌تابد بدون انحراف خارج می‌شود.	واگرا  پرتو نوری که موازی محور می‌تابد پس از شکست امتدادش از کانون می‌گذرد.

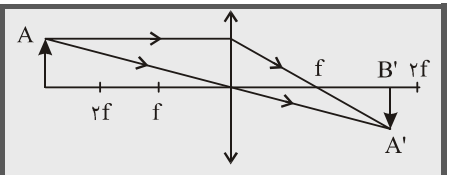
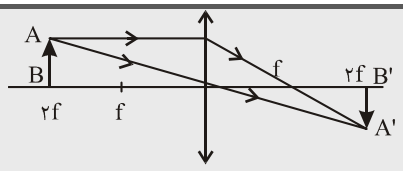
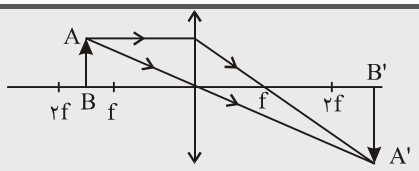
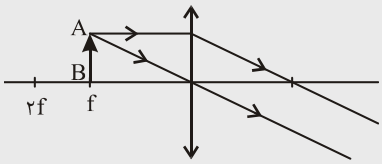
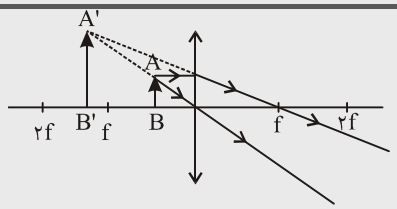
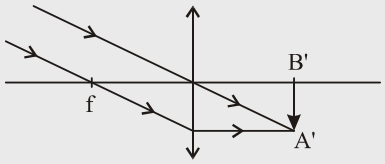
توان (همگرایی) عدسی: عکس فاصله‌ی کانونی (برحسب متر) را توان عدسی (برحسب دیوپتر) می‌نامند.

$$(\delta) \leftarrow D = \frac{۱}{f \to m}$$

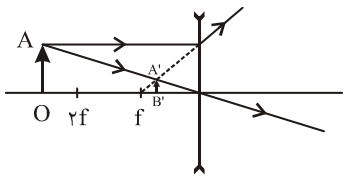
عدسی همگرا $\Rightarrow D > ۰$

عدسی واگرا $\Rightarrow D < ۰$

▼ تصویر در عدسی‌های همگرا

 ۱) $p > ۲f$ تصویر حقیقی، وارونه بین f و ۲f کوچک‌تر از جسم	 ۲) $p = ۲f$ تصویر حقیقی، وارونه، روی ۲f، هم اندازه با جسم	 ۳) جسم بین ۲f, f تصویر حقیقی، وارونه، خارج از ۲f، بزرگ‌تر از جسم
 ۴) جسم روی f تصویر در بی‌نهایت	 ۵) $p < f$ تصویر مجازی، مستقیم، بزرگ‌تر، در طرف جسم	 ۶) جسم در بی‌نهایت تصویر حقیقی، وارونه ـ کوچک‌تر از جسم روی کانون

تصویر در عدسی واگرا: همواره تصویر یک شیئی حقیقی در «عدسی واگرا» مجازی، مستقیم، کوچک‌تر و در فاصله کانونی عدسی تشکیل می‌شود.



فرمول عدسی‌ها:

$$M = \frac{A'B'}{AB} = \frac{q}{p} = \frac{f}{p-f} \text{ بزرگ‌نمایی} \qquad q = \frac{pf}{p-f} \qquad \frac{۱}{f} = \frac{۱}{p} + \frac{۱}{q} \Rightarrow f = \frac{pq}{p+q}$$

در روابط فوق حقیقی مثبت است.

فاصله‌ی جسم از تصویرش در عدسی‌ها $|p+q|$ (با حفظ علامت) می‌باشد.

اگر فاصله‌ی جسمی از عدسی، n برابر فاصله‌ی کانونی باشد $(p=nf)$ بزرگ‌نمایی از روابط زیر به‌دست می‌آید.

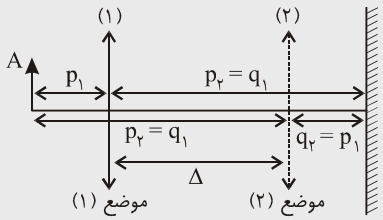
$$M=\frac{-1}{n+1}$$ عدسی واگرا (مقعر)

$$M=\frac{1}{n-1}$$ عدسی همگرا (محدب)

در عدسی‌ها همواره جهت حرکت تصویر هم جهت با حرکت جسم می‌باشد. سرعت و شتاب تصویر همانند آن‌چه در مورد آینه‌ها گفته شد می‌باشد.

کم‌ترین فاصله‌ی بین جسم و تصویر حقیقی‌اش در عدسی‌های همگرا، $d=4f$ می‌باشد و این در حالتی است که جسم در فاصله‌ی $2f$ از عدسی قرار داشته باشد. در این حالت تصویر نیز در فاصله‌ی $2f$ از عدسی قرار می‌گیرد و بزرگ‌نمایی برابر ۱ می‌باشد. با جابه‌جایی جسم این فاصله بیش‌تر از $4f$ می‌شود $(d>4f)$ و بزرگ‌نمایی کم‌تر یا بیش‌تر از یک می‌شود.

یک عدسی همگرا از جسم A بر روی پرده‌ای که در فاصله‌ی L از آن قرار دارد در دو موضع به فاصله‌ی Δ از یک‌دیگر، دوبار تصویر واضحی بر روی پرده تشکیل می‌دهد. در این صورت بزرگ‌نمایی در دو حالت عکس یک‌دیگرند و داریم:



$$L=p_1+q_1=p_2+q_2$$

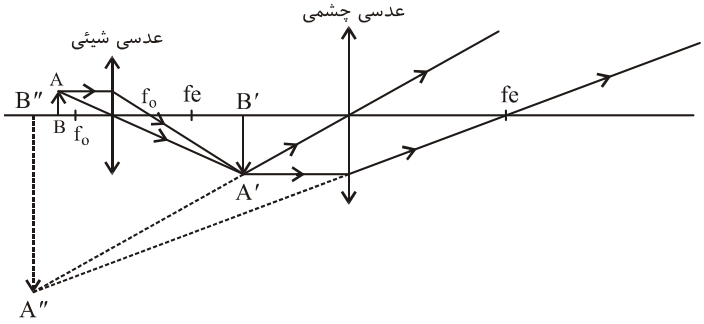
$$\Delta=|p_1-q_1|=|p_2-q_2|$$

$$M_1M_2=1$$

فاصله‌ی جسمی از پرده ۱۲۰Cm است. یک عدسی همگرا در دو موضع به فاصله‌ی ۴۰Cm از یک‌دیگر دو بار تصویر واضحی از جسم بر روی پرده تشکیل می‌دهد. فاصله‌ی کانونی چند سانتی‌متر است؟

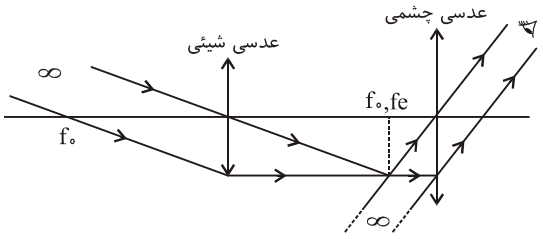
$$\left.\begin{matrix}L=p+q=120\\ \Delta=p-q=40\end{matrix}\right| \Rightarrow \begin{matrix}p=80\\ q=40\end{matrix} \Rightarrow f=\frac{pq}{p+q}=\frac{80\times40}{80+40}=\frac{80}{3}Cm$$

میکروسکوپ: از دو عدسی همگرا اولی شیئی دارای فاصله‌ی کانونی کم (همگرایی زیاد) دومی چشمی دارای فاصله‌ی کانونی زیاد (همگرایی کم) تشکیل شده که محور آن‌ها بر هم منطبق است. از یک شیئی که خارج از فاصله‌ی کانونی عدسی شیئی قرار دارد، تصویری حقیقی و وارونه در فاصله‌ی کانونی عدسی چشمی تشکیل می‌شود. در نتیجه تصویر نهایی نسبت به شیئی اولیه وارونه و مجازی است.



تلسکوپ: (دوربین نجومی) از دو عدسی همگرا تشکیل شده، یکی شیئی که دارای فاصله‌ی کانونی زیاد (همگرایی کم) و دیگری چشمی دارای فاصله‌ی کانونی کم (همگرایی زیاد). محورها و کانون‌های دو عدسی بر هم منطبق می‌باشد. در نتیجه طول لوله تلسکوپ (فاصله دو عدسی از یک‌دیگر) برابر است با:

$$L=f_o+f_e$$



اندازه‌گیری و بردار

نمادگذاری: در نمادگذاری علمی، هر مقدار را به صورت حاصل‌ضرب عددی بین ۱ و ۱۰ و توان صحیحی از ۱۰ می‌نویسیم. به‌طور مثال عدد ۱۱۲۰۰۰ را به صورت $1/12\times10^5$ و عدد ۰/۰۶۷ را به صورت $6/7\times10^{-2}$ می‌نویسیم.

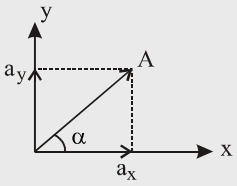
دقت اندازه‌گیری: کم‌ترین مقداری که یک وسیله می‌تواند اندازه بگیرد، دقت اندازه‌گیری آن وسیله است.

با خط‌کش مخصوص که فاصله‌های آن ۱/۵Cm است، طول یک کتاب را اندازه‌گیری نموده‌ایم. کدام گزینه نتیجه‌ی معتبری برای این اندازه‌گیری می‌باشد؟

۱) ۲۰/۵Cm ۲) ۱۹Cm ۳) ۲۰Cm ۴✓) ۳۰Cm

حل: بایستی اندازه معتبر مضرب درستی از ۱/۵ سانتی‌متر باشد.

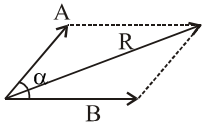
نمایش بردار برحسب $\vec{i}$ و $\vec{j}$



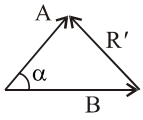
$$\left.\begin{matrix} a_x = a\cos\alpha \\ a_y = a\sin\alpha \end{matrix}\right| \Rightarrow \vec{A} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j} \;;\; |a| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$$

زاویه‌ی بردار با محور xها $\alpha \Rightarrow \tan\alpha = \dfrac{a_y}{a_x}$

▼ برآیند بردارها و تفاصل برداها



برآیند $\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} \Rightarrow \boxed{|\vec{R}| = \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab\cos\alpha}} \xrightarrow{a=b} \boxed{|\vec{R}| = 2a\cos\frac{\alpha}{2}}$



تفاضل $\vec{R'} = \vec{A} - \vec{B} \Rightarrow \boxed{|\vec{R'}| = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab\cos\alpha}} \xrightarrow{a=b} \boxed{|\vec{R'}| = 2a\sin\frac{\alpha}{2}}$

$$\left.\begin{matrix} \vec{A} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j} \\ \vec{B} = b_x\vec{i} + b_y\vec{j} \end{matrix}\right| \Rightarrow \begin{matrix} \vec{A} + \vec{B} = (a_x + b_x)\vec{i} + (a_y + b_y)\vec{j} \\ \vec{A} - \vec{B} = (a_x - b_x)\vec{i} + (a_y - b_y)\vec{j} \end{matrix}$$

اگر $A\begin{vmatrix} a_x \\ a_y \end{vmatrix}$ و $B\begin{vmatrix} b_x \\ b_y \end{vmatrix}$ مختصات ابتدا و انتهای بردار $\vec{AB}$ باشد. داریم: $\vec{AB} = (b_x - a_x)\vec{i} + (b_y - a_y)\vec{j}$

شرط آن‌که دو بردار $\vec{A} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j}$ و $\vec{B} = b_x\vec{i} + b_y\vec{j}$ با هم موازی باشند آن است که: $\dfrac{a_x}{b_x} = \dfrac{a_y}{b_y}$

شرط آن که دو بردار $\vec{A} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j}$ و $\vec{B} = b_x\vec{i} + b_y\vec{j}$ بر هم عمود باشند آن است که: $a_xb_x + a_yb_y = 0$

ضرب داخلی دو بردار $\vec{A} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j}$ و $\vec{B} = b_x\vec{i} + b_y\vec{j}$ از روابط زیر به‌دست می‌آید.

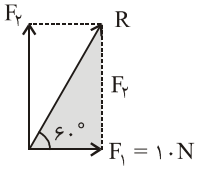
زاویه‌ی بین دو بردار $\boxed{\vec{A}.\vec{B} = ab\cos\alpha} \Rightarrow \boxed{\vec{A}.\vec{B} = a_xb_x + a_yb_y} \Rightarrow \boxed{\cos\alpha = \dfrac{\vec{A}.\vec{B}}{a.b}}$

زاویه برآیند دو بردار $\vec{A} = 4\vec{i} + B\vec{j}$ و $\vec{B} = \alpha\vec{i} + 3\vec{j}$ با محور xها ۳۷° می‌باشد $\dfrac{\alpha}{\beta}$ کدام است؟

۱) $\frac{3}{2}$ ۲) $\frac{3}{2}$ ۳) $\frac{3}{4}$ ۴) $\frac{4}{3}$

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} = (4+\alpha)\vec{i} + (3+\beta)\vec{j} \Rightarrow \tan\alpha = \frac{R_y}{R_x} \Rightarrow \tan 37 = \frac{3+\beta}{4+\alpha} = \frac{3}{4} \Rightarrow \frac{\alpha}{\beta} = \frac{4}{3}$$

برآیند دو نیروی عمود برهم با نیروی کوچک‌تر زاویه‌ی ۶۰° می‌سازد. اگر اندازه‌ی نیروی کوچک‌تر ۱۰ نیوتن باشد، اندازه‌ی نیروی بزرگ‌تر برحسب نیوتن به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟



۱) ۱۵ ۲) ۱۴ ۳) ۱۲ ۴) ۱۸

$$\tan 60° = \frac{F_2}{F_1} \Rightarrow \sqrt{3} = \frac{F_2}{10} \rightarrow F_2 = 10\sqrt{3} \cong 17N$$

شرط آن‌که برآیند بردارهای صفر باشد آن است که آن‌ها تشکیل یک چند ضلعی بسته بدهند. (در صورتی که برآیند سه بردار صفر شود، سه بردار تشکیل یک مثلث می‌دهند در هر مثلث اندازه‌ی هر ضلع از جمع اندازه‌ی دو ضلع دیگر، کوچک‌تر و از تفاضل اندازه‌ی دو ضلع دیگر بزرگ‌تر می‌باشد.)

برآیند کدام دسته از نیروهای زیر صفر می‌باشد؟

۱) ۱ و ۳ و ۵ ۲) ۲ و ۴ و ۷ ۳) ۵ و ۷ و ۱۱ ✓ ۴) ۶ و ۸ و ۱۵

کار و انرژی

کار نیروی ثابت F در جابه‌جایی جسم به اندازه‌ی d، حاصل‌ضرب نیروی F در تصویر جابه‌جایی در امتداد نیرو می‌باشد.

$$j \leftarrow \boxed{W = F.d.\cos\alpha}$$

- $\xrightarrow{0 \le \alpha < 90} W > 0 \Rightarrow$ کار نیروی محرک
- $\xrightarrow{\alpha = 90^\circ} W = 0 \Rightarrow$ کار نیروی عمودی سطحی با نیروهای مرکز گرا
- $\xrightarrow{90 < \alpha \le 180} W < 0 \Rightarrow$ کار نیروهای مقاوم (مثل اصطکاک و مقاومت هوا)

کار در سه حالت صفر است:

۱) $F = 0 \Leftarrow$ اگر جسم ساکن باشد و یا یکنواخت حرکت کند، کار برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است.

۲) $d = 0 \Leftarrow$ در جابه‌جایی اجسام نوسان کننده در مضرب‌های صحیحی از یک دوره کار نیروی نوسانی صفر می‌شود.

۳) $\alpha = 90 \Leftarrow$ کار نیروهای عمود بر سطح و یا کار نیروهای مرکز گرا صفر می‌باشد.

کار نیروی وزن: هرگاه جسمی به جرم m به اندازه h در امتداد قائم جابه‌جا شود کار نیروی وزن برابر است با:

$$\boxed{W_{mg} = \pm mgh}$$

- $\oplus \leftarrow$ جسم پایین می‌رود
- $\ominus \leftarrow$ جسم بالا می‌رود

قضیه‌ی انرژی پتانسیل گرانشی: کار نیروی وزن، قرینه‌ی تغییر انرژی پتانسیل گرانشی جسم می‌باشد.

$$\boxed{\Delta U = -mgh} \qquad \boxed{W_{mg} = -\Delta U}$$

- $\Delta U > 0 \Rightarrow$ جسم بالا برود
- $\Delta U < 0 \Rightarrow$ جسم پایین برود

انرژی جنبشی: انرژی جسمی به جرم m که سرعتی برابر V دارد از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

$$\boxed{K = \frac{1}{2}mV^2} \Rightarrow \boxed{\frac{k_2}{k_1} = \frac{m_2}{m_1} \times (\frac{V_2}{V_1})^2}$$

رابطه‌ی انرژی جنبشی با تکانه:

$$\boxed{K = \frac{p^2}{2m}} \xrightarrow{\text{اگر تکانه دو جسم برابر باشد}} \boxed{\frac{k_2}{k_1} = \frac{m_1}{m_2}}$$

قضیه کار و انرژی: کار برآیند نیروهای وارد بر جسم برابر است با تغییر در انرژی جنبشی است.

$$\boxed{W = F.x = \frac{1}{2}mV^2 - \frac{1}{2}mV_0^2} \Rightarrow$$ سطح زیر نمودار $F - X$ برابر است با تغییر در انرژی جنبشی

انرژی پتانسیل کشسانی فنر: وقتی فنری به ثابت K به اندازه‌ی X تغییر طول می‌دهد، انرژی پتانسیل کشسانی نهفته در آن از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$\boxed{U_e = \frac{1}{2}kx^2}$$

انرژی مکانیکی: مجموع انرژی پتانسیل و جنبشی جسم انرژی مکانیکی آن می‌باشد.

$$\boxed{E = U + K}$$

نیروهای پایستار: نیروهایی هستند که انجام کارشان به مسیر حرکت بستگی ندارد. وقتی نیروهای پایستار کار انجام می‌دهند انرژی مکانیکی دستگاه تغییر نمی‌کند و می‌توان نوشت:

$$\boxed{U_2 + K_2 = U_1 + K_1}$$

نیروهای ناپایستار: نیروهایی هستند که انجام کارشان به مسیر حرکت بستگی دارد مثل نیروی اصطکاک و مقاومت هوا. وقتی نیروهای ناپایستار کار انجام می‌دهند، انرژی مکانیکی دستگاه تغییر می‌کند در این حالت کار نیروهای ناپایستار از رابطه زیر به‌دست می‌آید.

$$\boxed{W_f = (U_2 + K_2) - (U_1 + K_1) \rightarrow \text{کار نیروی ناپایستار}}$$

توان: کار انجام شده در واحد زمان را توان گوییم (P)

$$\boxed{P = \frac{w}{t} \rightarrow \text{وات}}$$

اگر اتومبیلی با سرعت V در حرکت باشد و نیروی موتورش F باشد، توان موتور برابراست با:

$$\boxed{\underset{N}{P = F.V}} \rightarrow \frac{m}{s} \rightarrow \text{وات}$$

بازده: نسبت کار مفید به کل کار یا توان مفید به توان کل را بازده می‌گوییم.

$$Ra = \frac{W_{\text{مفید}}}{W_{\text{کل}}} = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{کل}}}$$

ویژگی‌های ماده

چگالی: جرم واحد حجم یک جسم را چگالی آن جسم می‌گوییم.

$$\frac{g}{cm^3} \leftarrow \boxed{\rho = \frac{m}{v}} \begin{matrix}\rightarrow g \\ \rightarrow cm^3\end{matrix} \quad ; \quad \frac{kg}{m^3} \leftarrow \boxed{\rho = \frac{m}{v}} \begin{matrix}\rightarrow kg \\ \rightarrow m^3\end{matrix} \Rightarrow \boxed{1\frac{g}{cm^3} = 1000\frac{kg}{m^3}}$$

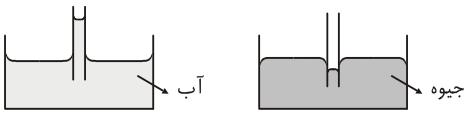
چگالی آلیاژ یا مخلوط: اگر اجسامی به جرم‌های m_1 و m_2 و ... که حجم آن‌ها v_1 و v_2 و ... می‌باشد را با هم آلیاژ کنیم، در صورتی که از تغییر حجم صرف‌نظر کنیم چگالی آلیاژ از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید.

$$\boxed{\rho = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{v_1 + v_2 + \dots}} \xrightarrow{\text{در صورتی که تغییر حجم داشته باشیم}} \boxed{\rho = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{v_{(نهایی)}}}$$

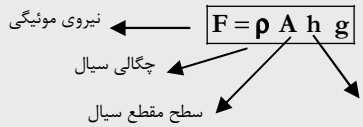
نیروی چسبندگی: بین مولکول‌های مایع یک نیروی ربایشی وجود دارد که **نیروی چسبندگی** نامیده می‌شود. این نیرو مولکول‌های مایع را در قطره متصل به هم نگه می‌دارد.

کشش سطحی: مولکول‌های سیال، با نیروی چسبندگی، یک‌دیگر را می‌ربایند و باعث می‌شوند که سطح سیال مانند یک توری یا پوسته‌ی کشیده رفتار کند.

خاصیت موئینگی و نیروی موئینگی: مطابق شکل، نیروی چسبندگی سطحی، اثری بر روی لوله‌های باریک فرورفته در سیال دارد. آب (سیال‌تر) از لوله‌ها بالا می‌رود و سطح آن فرو رفته می‌شود در صورتی که جیوه (سیال خشک) در لوله پایین می‌رود و سطح آن برآمده می‌شود. نیروی موئینگی برابر وزن سیالی است که از لوله بالا می‌رود.



هر چه سطح مقطع لوله بیش‌تر باشد، ارتفاع سیال در لوله کم‌تر می‌شود. این نیرو به مقدار لوله‌ای که در داخل سیال فرورفته بستگی ندارد.



▼فشار

فشار: اندازه‌ی نیرویی است که به‌طور عمود بر واحد سطح وارد می‌شود کمیتی نرده‌ای است.

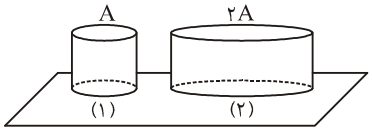
$$Pa \rightarrow \boxed{P = \frac{|Fn|}{A}} \begin{matrix}\rightarrow N \\ \rightarrow m^2\end{matrix}$$

فشار نیروی وزن: استوانه یا منشور و یا مکعب مستطیل همگنی را روی سطح مقطع آن قرار می‌دهیم. فشار وزن از رابطه‌های روبه‌رو به‌دست می‌آید.

$$\boxed{P = \frac{mg}{A}}_{(1)} \Rightarrow P = \frac{\rho vg}{A} = \frac{\rho . Ah . g}{A} \Rightarrow \boxed{P = \rho gh}_{(2)}$$

از رابطه‌ی (۱) پیداست که در صورت ثابت ماندن F_n فشار با سطح مقطع نسبت عکس دارد. مثلاً اسکی باز وقتی کفش اسکی به پا می‌کند با ثابت ماندن وزن فشار کاهش می‌یابد از رابطه‌ی (۲) پیداست که فشار به سطح مقطع بستگی ندارد یعنی برای اجسام فوق که با افزایش سطح مقطع به همان نسبت وزن آن‌ها افزایش می‌یابد با تغییر سطح مقطع فشار وزن ثابت می‌ماند.

در شکل‌های مقابل دو استوانه‌ی هم جنس دارای ارتفاع‌های یکسان که سطح مقطع اولی A و دومی ۲A می‌باشد داریم. نسبت فشار وزن اولی روی تکیه گاه به فشار وزن دومی بر روی تکیه‌گاه چیست؟



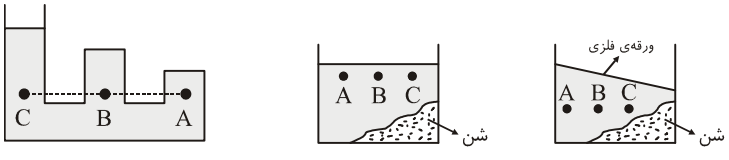
۱) ۱ ✓ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) ۲ ۴) ۴

فشار در سیالات: فشار وزن یک سیال و فشار کل در نقطه‌ای به عمق h از سطح آزاد یک سیال از رابطه‌های زیر به‌دست می‌آید.

$$\boxed{P = P_0 + \rho gh} \leftarrow \text{فشار کل} \quad (P_0: \text{فشار اتمسفر}) \qquad \boxed{P = \rho gh} \rightarrow \text{فشار وزن سیال}$$

نتیجه: در یک سطح افقی درون یک سیال، فشار در تمام نقاط یکسان می‌باشد.

در شکل‌های زیر $P_A = P_B = P_C$ می‌باشد.



تبدیل فشار یک سیال به چگالی ρ در عمق h به فشار سیال دیگر

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

چه ارتفاعی از آب برحسب متر، فشاری برابر ۱۵۰ میلی‌متر جیوه دارد؟ $(\rho_{Hg} = 13/6 \frac{g}{cm^3}\ ,\ \rho_w = 1 \frac{g}{cm^3})$

۱) ۰/۱۵ ۲) ۱/۵ ۳) ۸/۰۲ ۴) ۲/۰۴

$$\rho_{Hg} h_{Hg} = \rho_w . h_w \Rightarrow 13/6 \times 0/15 = 1 \times h_w \Rightarrow h_w = 1/5$$

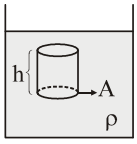
برای تبدیل فشار ستونی از یک سیال برحسب پاسکال از رابطه‌ی زیر استفاده می‌کنیم.

$$P = \rho\ g\ h$$

فشار ۲۰ سانتی‌متر جیوه معادل چند پاسکال است؟ $(\rho_{Hg} = 13/6 \frac{g}{cm^3})$

$$P = pgh = 13600 \times 10 \times 0/2 = 27200 Pa$$

نیروی ارشمیدس: اگر استوانه‌ای به مساحت قاعده‌ی A و ارتفاع h درون سیالی به چگالی ρ (مطابق شکل) قرار گیرد از طرف سیال نیرویی به طرف بالا به آن وارد می‌شود که از رابطه‌زیر به‌دست می‌آید.



$$F = \rho A h g$$

نیروی وارد بر کف ظرف و جدار جانبی و افقی از طرف مایع:

مساحت کف ظرف ← $F = P.A$ → نیروی وارد بر کف ظرف

فشار خود مایع

ارتفاع مایع ← $F = \frac{1}{2}\rho g A h$ → نیروی وارد بر جداره (N)

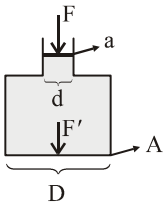
فشار هوا: فشار هوا در ارتفاع h از سطح زمین از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

$$P = P_0 - \bar{\rho} g h \rightarrow Pa$$

P_0: فشار در سطح زمین — $\bar{\rho}$: چگالی متوسط هوا

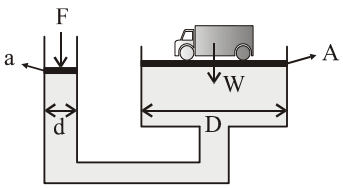
قانون پاسکال: فشار وارد بر یک نقطه از سیال، عیناً به تمام نقاط سیال منتقل می‌شود.

اگر نیروی F به پیستونی به مساحت a و قطر d وارد شود نیرویی در کف ظرف به مساحت A و قطر D وارد می‌شود که از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.



$$\frac{F'}{F} = \frac{A}{a} = (\frac{D}{d})^2$$

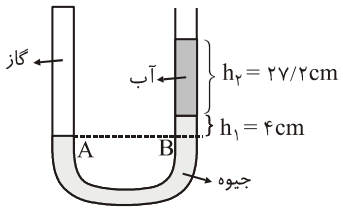
بالابر هیدرولیکی: از دو ظرف مرتبط با مساحت‌های A و a و قطرهای D و d تشکیل شده h و H به ترتیب جابه‌جایی پیستون‌های کوچک و بزرگ می‌باشد.



$$P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{W}{F} = \frac{A}{a} = (\frac{D}{d})^2 = \frac{h}{H}$$

برای حل مسائل مربوط به لوله‌های U شکل فشار دو نقطه‌ای را مساوی قرار می‌دهیم که ۱) در یک سیال و در طرفین لوله باشند. ۲) در یک سطح افقی باشند ۳) یکی از آن نقاط روی مرز مشترک دو سیال باشد.

در شکل مقابل فشار گاز چند سانتی‌متر جیوه است؟ $(P_0 = 74 CmHg\ ,\ \rho_{Hg} = 13/6 \frac{g}{cm^3})$



۱) ۶۸ ۲) ۶۶

۳) ۷۶ ۴) ۸۰

$$P_A = P_B \xrightarrow{P_A = P_{گاز}} P_{گاز} = P_{جیوه} + P_{آب} + P_{0\ هوا} \Rightarrow$$ **فشارها را برحسب سانتی‌متر جیوه محاسبه می‌کنیم**

$$P_{Hg} h_{Hg} = \rho_w h_w \Rightarrow 13/6 \times h = 1 \times 27/2 \Rightarrow h = 2 CmHg$$ **فشار آب بر حسب سانتی‌متر جیوه**

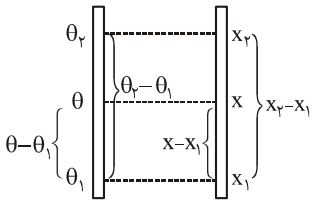
$$P_{گاز} = P_{جیوه} + P_{آب} + P_0 = 4 + 2 + 74 = 80 CmHg$$

گرما و قانون گازها

دماسنج‌ها: وسایلی برای اندازه‌گیری دمای اجسام می‌باشند برای مدرج‌کردن دماسنج‌ها از ثابت‌های فیزیکی استفاده می‌کنیم. رابطه‌ی دماسنج سانتی‌گراد با هر دماسنج دیگری به شکل زیر می‌باشد.

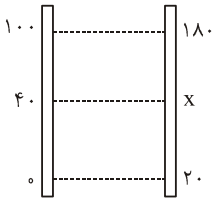
θ_1 و θ_2 درجه‌ی دماسنج سلسیوس در دمای مشخص و x_1 و x_2 درجه‌ی دماسنج مجهول در همان دماها می‌باشد.

$$\boxed{\frac{\theta-\theta_1}{\theta_2-\theta_1}=\frac{x-x_1}{x_2-x_1}}$$



θ درجه‌ی دماسنج سلسیوس و x درجه‌ی دماسنج مجهول در همان دما می‌باشد.

دماسنجی ساخته‌ایم که نقطه‌ی ذوب یخ را ۲۰ و دمای جوش آب را ۱۸۰ نشان می‌دهد. این دماسنج، دمای آب ۴۰°C را چه عددی نشان می‌دهد؟



$$\frac{40-0}{100-0}=\frac{x-20}{180-20}\Rightarrow \boxed{x=84^\circ}$$

ظرفیت گرمایی (ارزش آبی) (mc): مقدار گرمایی است که به جسم می‌دهیم تا بدون تغییر حالت یک درجه دمایش افزایش یابد. $(\frac{J}{k})$

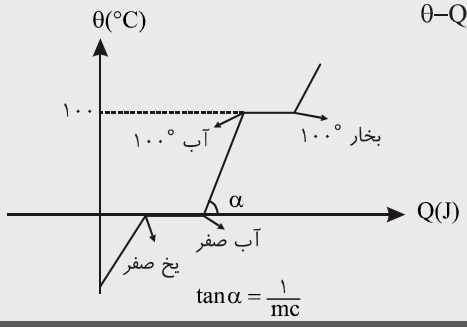
ظرفیت گرمای ویژه (c): مقدار گرمایی است که به واحد جرم یک جسم می‌دهیم تا بدون تغییر حالت یک درجه دمایش افزایش یابد. $(\frac{J}{kg.k})$

گرمای نهان ویژه‌ی ذوب (L_f): مقدار گرمایی است که واحد جرم یک جسم در حال ذوب می‌گیرد تا مذاب شود. $(\frac{J}{kg})$

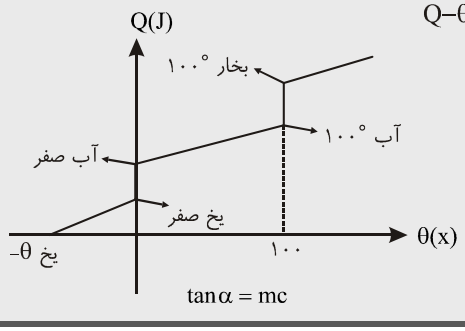
گرمای نهان ویژه‌ی تبخیر (L_v): مقدار گرمایی است که واحد جرم یک جسم در حال بخارشدن می‌گیرد تا کاملاً بخار شود. $(\frac{J}{kg})$

یخ $-\theta$ $\xrightarrow{Q=mc_i\Delta\theta}$ یخ صفر $\xrightarrow{Q=mL_f}$ آب صفر $\xrightarrow{Q=mC_W\Delta\theta}$ آب ۱۰۰ $\xrightarrow{Q=mLv}$ بخار ۱۰۰° $\xrightarrow{W=mc_V\Delta\theta}$ بخار θ'°

نمودار θ−Q



نمودار Q−θ



شرط انتقال حرارت بین دو جسم اختلاف دما بین آن دو جسم می‌باشد و همواره گرما از جسم با دمای بالا به طرف جسم با دمای پایین شارش می‌شود.

وقتی دو جسم با دماهای متفاوت مجاور هم قرار می‌گیرد بین آن‌ها تبادل گرمایی تا جایی صورت می‌گیرد که دو جسم به یک دما به نام دمای تعادل برسند. برای محاسبه‌ی دمای تعادل در یک طرف تساوی اندازه‌ی گرمایی که اجسام گرم می‌دهند و در طرف دوم اندازه گرمایی که اجسام سرد می‌گیرند را قرار می‌دهیم.

دمای تعادل همواره بین بالاترین و پایین‌ترین دمای اجسام مجاور هم قرار دارد. در محاسبه دقت کنید که در رابطه $Q=mc\Delta\theta$، همواره $\Delta\theta$ را مثبت قرار دهید.

تبخیر سطحی: این پدیده در هر دمایی رخ می‌دهد. هرچه دمای مایع بیش‌تر و سطح فشار وارد بر سطح مایع کم‌تر باشد سرعت تبخیر سطحی بیش‌تر می‌شود.

انبساط: اجسام به غیر از آب بین صفر تا $4^\circ C$ و پلاستیک‌ها بر اثر افزایش دما منبسط می‌شوند و فاصله‌ی تمامی مولکول‌ها زیاد می‌شود. برحسب شکل اولیه اجسام، انبساط می‌تواند طولی، سطحی و یا حجمی باشد.

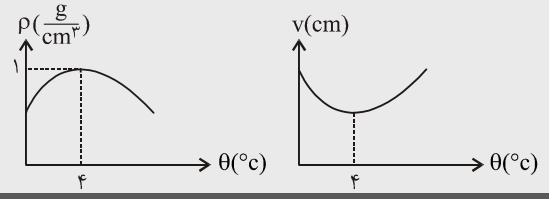
انبساط حجمی	انبساط سطحی	انبساط طولی
$\Delta V = V_1 K.\Delta\theta$ تغییر حجم	$\Delta A = A_1\beta\Delta\theta$ تغییر مساحت	$\Delta L = L_1\alpha\Delta\theta$ تغییر طول
$V_2 = V_1(1+K\Delta\theta)$ حجم نهایی	$A_2 = A_1(1+\beta\Delta\theta)$ مساحت نهایی	$L_2 = L_1(1+\alpha\Delta\theta)$ طول نهایی
$\frac{\Delta V}{V_1} = K\Delta\theta$ درصد تغییر حجم	$\frac{\Delta A}{A_1} = \beta\Delta\theta$ درصد تغییر مساحت	$\frac{\Delta L}{L_1} = \alpha\Delta\theta$ درصد تغییر طول
K ضریب انبساط حجمی	β ضریب انبساط سطحی	α ضریب انبساط طولی

$$K = \frac{3}{2}\beta = 3\alpha$$

نمودارهای تغییر حجم و چگالی آب برحسب دمای سانتیگراد

وقتی دمای جسم تغییر می‌کند جرم آن ثابت می‌ماند ولی حجم و در نتیجه چگالی آن تغییر می‌کند.

چگالی اولیه ρ_1 ⟶ $\rho_2 = \frac{\rho_1}{1+k\Delta v}$ ⟵ چگالی نهایی



▼ روش‌های انتقال حرارت

۱- هدایت: در این نوع انتقال حرارت ماده منتقل نمی‌شود و مولکول‌ها سر جای خود نوسان می‌کنند اگر جسمی به طول L و سطح مقطع A بین دو منبع گرم و سرد با اختلاف دمای ΔT قرار گیرد در مدت t ثانیه گرمایی که توسط این ماده بین دو منبع شارش می‌شود برابراست با:

$$Q = \frac{KAt\Delta T}{L}$$

K ضریب رسانش گرمایی (به جنس جسم بستگی دارد یکای آن $\frac{J}{M.S.K}$ یا $\frac{W}{m.k}$)

۲- همرفت: در این نوع انتقال حرارت، گرما، همواره با ماده جابه‌جا می‌شود (مثل جابه‌جا شدن گرما همراه با هوای داغ در اطراف یک بخاری)

۳- تابش: بین دو جسم با اختلاف دما انرژی گرمایی به شکل موج الکترومغناطیس تابش می‌شود در این نوع انتقال حرارت نیاز به محیط مادی نداریم.

▼ گازها

رابطه تغییرات چگالی بر اثر تغییر دما $\frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2}$	اگر حجم گاز ثابت بماند $\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{\Delta P}{P_1} = \frac{\Delta T}{T_1}$	رابطه عمومی گازها: $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$
در فرآیند هم حجم چگالی گاز ثابت می‌ماند.	اگر فشار گاز ثابت بماند $\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} = \frac{\Delta T}{T_1}$	
	اگر دما ثابت بماند $P_1V_1 = P_2V_2$	

آزمون (۱) مشابه سراسری- ریاضی ۸۹

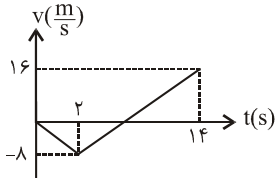
۱. برآیند سه نیروی $F_1 = 16N$ و $F_2 = 14N$ و $F_3 = 6N$ برابر صفر است. زاویه‌ی بین دو نیروی F_1 و F_3 چند رادیان است؟

۱) $\frac{\pi}{6}$ ۲) $\frac{\pi}{3}$ ۳) $\frac{2\pi}{3}$ ۴) $\frac{5\pi}{6}$

۲. متحرکی با شتاب ثابت مسیر AB به مسافت ۸۰ متر را در مدت ۴ ثانیه می‌پیماید. سرعتش در لحظه‌ی رسیدن به نقطه‌ی B، $40\frac{m}{s}$ می‌باشد شتاب حرکت چند متر بر مجذور ثانیه است؟

۱) ۶ ۲) ۸ ۳) ۱۰ ۴) ۱۲

۳. متحرکی روی محور x حرکت می‌کند و نمودار سرعت – زمان آن مطابق شکل مقابل است متحرک در ۱۴ ثانیه‌ی اول چند ثانیه در خلاف جهت محور x حرکت کرده است؟



۱) ۴ ۲) ۶
۳) ۸ ۴) ۱۲

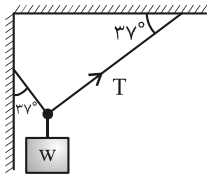
۴. گلوله‌ای در شرایط خلاء از ارتفاع h رها می‌شود و در لحظه‌ای که به ارتفاع ۷۰ متر از زمین می‌رسد، سرعتش $25\frac{m}{s}$ است. این گلوله چند ثانیه پس از رها شدن به زمین می‌رسد؟

۱) ۳/۵ ۲) ۴ ۳) ۴/۵ ۴) ۵

☆ **۵.** گلوله‌ای از بالای برجی به ارتفاع ۲۰ متر بطور افقی پرتاب می‌شود و در فاصله‌ی ۱۵ متر از پای برج به زمین برخورد می‌کند. در لحظه‌ی برخورد به زمین، زاویه‌ی بین سرعت گلوله و راستای قائم چند درجه است؟

۱) ۳۰ ۲) ۳۷ ۳) ۵۳ ۴) ۶۰

۶. درشکل مقابل جرم نخ‌ها ناچیز است. اگر $T = 12N$ باشدw چند نیوتن است؟ $(\sin 37 = 0/6)$



۱) ۱۶ ۲) ۲۰
۳) ۲۴ ۴) ۲۸

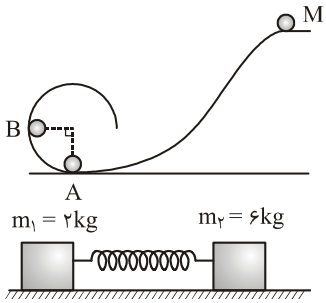
۷. جسمی به جرم ۲/۵ کیلوگرم تحت اثر سه نیروی $\vec{F_1} = -7\vec{i} + 6\vec{j}$ و $\vec{F_2} = -11\vec{i} + 13/5\vec{j}$ و $\vec{F_3}$ قرارگرفته و شتاب $\vec{a} = -4\vec{i} + 3\vec{j}$ را پیدا کرده است. اندازه‌ی نیروی F_3 کدام است؟ (همه اندازه‌ها درSI هستند.)

۱) $4\sqrt{13}$ ۲) ۱۰ ۳) ۱۴ ۴) ۲۴

۸. به جسمی به جرم 2kg که روی یک سطح افقی که ضریب اصطکاش با جسم $\mu = 0/2$است نیرویی در امتداد سطح به مقدار ۳۰N وارد می‌کنیم. جسم در جهت نیرو حرکت می‌کند. این نیرو را حداکثر چند نیوتن کاهش دهیم تا سرعت جسم کم نشود؟

۱) ۴ ۲) ۲۶ ۳) ۱۲ ۴) ۱۶

۹. گلوله‌ای کوچکی از نقطه‌ی M رها می‌شود و پس از طی مسیر بدون اصطکاک وارد یک سطح کروی صیقلی می‌شود. اختلاف نیروی مرکز گرای وارد به گلوله در دو نقطه‌ی A و B چند برابر وزن گلوله می‌باشد؟



۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۶ ۴) ۴

۱۰. دو جسم به جرم‌های $m_1 = 2kg$ و $m_2 = 6kg$ را توسط یک فنر به هم می‌بندیم و آن‌ها را ازهم دور کنیم و روی یک سطح صیقلی قرار داده و رها می‌کنیم. در حین حرکت وزنه‌ها، انرژی جنبشی اولی چند برابر دومی است؟

۱) $\frac{1}{3}$ ۲) ۳ ۳) $\frac{1}{9}$ ۴) ۹

۱۱. $1/5\ kg$ یخ $-10°C$ را در فشار یک جو در $0/75kg$ آب $10\ °C$ می‌اندازیم. پس از برقراری تعادل چه خواهیم داشت؟

$(C_{\text{یخ}} = 2100\frac{J}{kg°C}$ و $C_{\text{آب}} = 4200\frac{J}{kg.°C}$ و $L_f = 336\frac{J}{g})$

۱) $9kg$ یخ $0°C$ ۲) $9\ kg$ آب $0°C$ ۳) $9\ kg$ آب $2/5°C$ ۴) $0/75\ kg$ آب صفردرجه

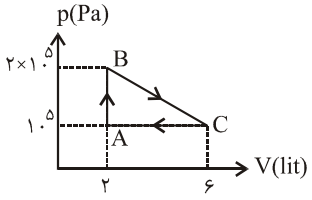
۱۲. در یک ظرف آلومینیومی که مساحت کف آن $400\ cm^2$ و ضخامتش $5mm$ است آب می‌جوشد و در هر دقیقه ۰/۲ لیتر آن تبخیر می‌شود. دمای ته ظرف در تماس با منبع گرم چند درجه‌ی سلیسیوس است؟ $(K_A = 240 \frac{W}{m.k}, L_V = 2250 = \frac{KJ}{kg}, \rho_{آب} = 1 \frac{g}{cm^3})$

۱) ۳۰۰ ۲) ۳۵۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۴۹۰

۱۳. ☆ یک ماشین حرارتی بین دریای مدیترانه (با دمای $27\ ^\circ C$) و اقیانوس منجمدشمالی (با دمای $-3\ ^\circ C$) کار می‌کند. حداکثر بازده این ماشین چند درصد است؟

۱) ۵ ۲) ۷ ۳) ۱۰ ۴) ۲۰

۱۴. ☆ گاز کامل تک اتمی چرخه‌ای مانند شکل روبه‌رو را طی می‌کند. در مسیر ABC چند ژول گرما گرفته است؟

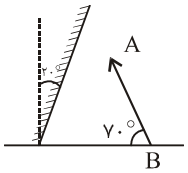


۱) ۸۰۰ ۲) ۱۰۰۰
۳) ۱۲۰۰ ۴) ۱۴۰۰

۱۵. ☆ یک گاز کامل دو اتمی طی یک فرآیند هم فشار $700\ J$ گرما از محیط می‌گیرد. تغییر در انرژی درونی آن چند ژول است)

۱) ۳۰۰ ۲) ۵۰۰ ۳) ۱۲۰۰ ۴) ۸۵۰

۱۶. درشکل مقابل آینه را چند درجه و در چه جهتی دوران دهیم تا راستای تصویر AB بر امتداد AB عمود شود؟



۱) 20° ساعتگرد ۲) 5° ساعتگرد
۳) 20° پادساعت‌گرد ۴) 5° پادساعت‌گرد

۱۷. از جسمی که مقابل یک آینه‌ی کروی قرار دارد تصویری حقیقی به طول $\frac{1}{3}$ جسم تشکیل می‌شود. جسم را ۱۴ سانتی‌متر جابه‌جا می‌کنیم. طول تصویری مجازی بدست آمده ۲ برابر طول جسم می‌شود. فاصله‌ی کانونی آینه چند سانتی‌متراست؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۸ ۴) ۱۲

۱۸. ناظری از بالای یک مایع به طور عمود به شیای که در عمق ۳۰ سانتی‌متری مایع قرار دارد، نگاه می‌کند و آن را در فاصله‌ی ۴۰ سانتی‌متری خود می‌بیند. اگر فاصله چشم ناظر از سطح مایع ۲۰ سانتی‌متر باشد ضریب شکست مایع چیست؟

۱) ۱/۵ ۲) ۱/۷ ۳) ۲ ۴) ۲/۵

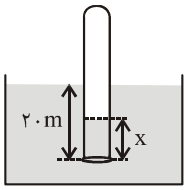
۱۹. از یک شیء که در مقابل یک عدسی قرار دارد. تصویری مستقیم به طول دو برابر جسم و در فاصله‌ی ۶۰ سانتی‌متری جسم دیده می‌شود. توان عدسی چند دیوپتر است؟

۱) $\frac{5}{6}$ ۲) $\frac{6}{7}$ ۳) ۲/۵ ۴) ۳

۲۰. در عمق ۱۰ متری مایعی به چگالی $\rho = 2 \frac{g}{cm^3}$ فشار کل چند اتمسفراست؟

۱) ۱/۵ ۲) ۲ ۳) ۲/۵ ۴) ۳

۲۱. لوله‌ای استوانه‌ای شکل به طول $30m$ را از یک طرف بسته و محتوی هوا در فشار $10^5 Pa$ است. این لوله را به طور قائم در یک دریاچه فرو می‌کنیم تا ۲۰ متر درون آب فرو رود. چه طولی از لوله فاقد هوا می‌شود؟



۱) ۸ ۲) ۱۰ ۳) ۱۳ ۴) ۱۵

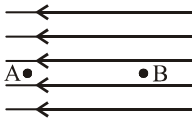
۲۲. دو کره‌ی A و B اولی توپر و دومی توخالی دارای جرم و شعاع خارجی یکسان هستند. اگر شعاع داخلی کره‌ی توخالی نصف شعاع خارجی آن باشد. نسبت چگالی A به B چیست؟

۱) $\frac{7}{8}$ ۲) $\frac{7}{5}$ ۳) $\frac{4}{5}$ ۴) $\frac{2}{3}$

۲۳. دو بار الکتریکی $q_1 = 10\mu c$ و q_2 در فاصله‌ی r نیروی F برهم وارد می‌کنند. در صورتی که ۲۰٪ از بار q_1 را برداریم و به بار q_2 اضافه کنیم، نیرویی که در همان فاصله دوبار به یکدیگر وارد می‌کنند $\frac{3}{2}F$ می‌شود. q_2 چند میکروکولن است؟

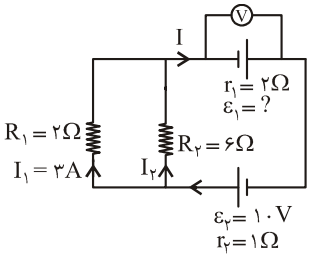
۱) ۲ ۲) $\frac{16}{7}$ ۳) $\frac{8}{7}$ ۴) $\frac{3}{4}$

۲۴. وقتی بار $q = -2\mu c$ از A به B می‌رود، انرژی جنبشی‌اش $0/02J$ افزایش می‌یابد اگر شدت میدان‌الکتریکی $20000\frac{V}{m}$ باشد، V_{AB} چند ولت و فاصله‌ی AB چند متر است؟



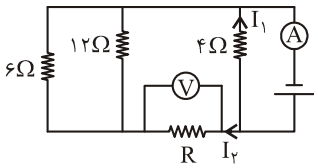
۱) 10^4 V و ۰/۵متر ۲) 10^4- V و ۰/۵ متر ۳) ۱۰۰V و ۰/۰۵m ۴) ۱۰۰- V و ۰/۰۵m

۲۵. در مدار شکل مقابل ولت‌سنج چه عددی را نشان می‌دهد؟



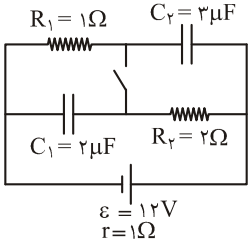
۱) صفر ۲) ۱۲
۳) ۸ ۴) بایستی ε_1 معلوم باشد.

۲۶. در مدار شکل مقابل ولت‌سنج عدد ۱۶V و آمپرسنج عدد ۱۰A را نشان می‌دهد. مقاومت R چند اُهم است؟



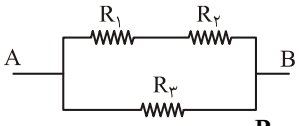
۱) ۱ ۲) $\frac{16}{3}$ ۳) $\frac{8}{3}$ ۴) ۴

۲۷. درشکل مقابل وقتی کلید K باز است بار خازن C_1 برابر q و وقتی بسته می‌شود q' است. نسبت $\frac{q'}{q}$ چیست؟



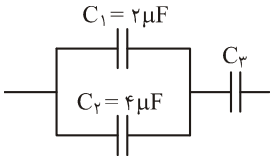
۱) ۱ ۲) $\frac{2}{3}$
۳) $\frac{1}{4}$ ۴) $\frac{1}{2}$

۲۸. درشکل مقابل R_3 چقدر باشد تا مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی A, B مقاومت $\frac{1}{2}R_3$ باشد؟



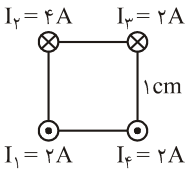
۱) $R_1 + R_2$ ۲) $\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ ۳) $\frac{R_1 + R_2}{3}$ ۴) $R_1 + \frac{R_2}{3}$

۲۹. درمدار شکل مقابل اگر انرژی ذخیره شده در C_1 برابر انرژی ذخیره شده در C_3 باشد، C_3 چندمیکروفاراد است؟



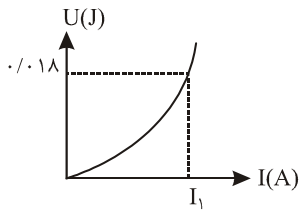
۱) ۹ ۲) ۱۲
۳) ۱۸ ۴) ۳۶

۳۰. در شکل چهارسیم موازی که بر صفحه شکل عمودند را می‌بینید. به هر کیلومتر از سیم حامل جریان I_4 چند نیوتن نیرو وارد می‌شود؟



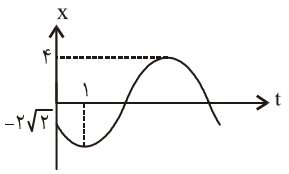
۱) ۰/۰۸ ۲) $0/08\sqrt{2}$ ۳) ۰/۱۶ ۴) $0/16\sqrt{2}$

۳۱. شکل مقابل نمودار انرژی سیملوله‌ای به ضریب خودالقایی $0/004H$ را نشان می‌دهد. I_1 چند آمپراست؟



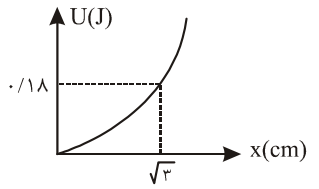
۱) ۱ ۲) ۲
۳) ۳ ۴) ۴

۳۲. نمودار مکان – زمان یک نوسانگر هماهنگ ساده مطابق شکل روبه‌رو است. درکدام لحظه انرژی جنبشی نوسانگر از انرژی پتانسیل آن بیش‌تر است؟



۱) ۱ ۲) ۲
۳) ۳ ۴) ۴

۳۳. نمودار انرژی پتانسیل یک نوسانگر بر حسب فاصله از مرکز نوسان به شکل مقابل است. اگر دامنه حرکت نوسانی ۲cm باشد، انرژی مکانیکی نوسانگر چند ژول است؟



۱) ۰/۲ ۲) ۰/۲۴ ۳) ۰/۳ ۴) ۰/۳۶

۳۴. معادله‌ی هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت $y = A\sin(۲۰\pi t + \frac{\pi}{۶})$ می‌باشد. در فاصله‌ی بین $t = ۰$ تا $t = \frac{۱}{۶۰}$ چند بار انرژی جنبشی نوسانگر به بیشینه مقدار خود می‌رسد؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۵. قطر مقطع سیمی به طول ۸۰cm و چگالی $۴\frac{g}{cm^۳}$ که با نیروی $F = ۴۸۰N$ کشیده می‌شود، ۱ میلی‌متر است. موج چند میلی ثانیه طول می‌کشد تا طول سیم را طی کند؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۶. تابع موج عرضی که در یک بعد منتشر می‌شود در SI به صورت $U_x = ۰/۰۴\sin(۱۰۰\pi t - ۸\pi y)$ است. شتاب ذره‌ای که در فاصله‌ی $y = \frac{۱}{۳}m$ می‌باشد در $t = ۰/۰۱$ چند متر به مجذور ثانیه است؟ $(\pi^۲ = ۱۰)$

۱) $۲۰۰۰\sqrt{۳}$ ۲) -۲۰۰۰ ۳) ۲۰۰۰ ۴) $-۲۰۰۰\sqrt{۳}$

۳۷. صوت سوم لوله‌ی صوتی بازی به طول ۶۰cm هصدا با دومین صوت یک لوله صوتی بسته می‌باشد. اگر گاز داخل دو لوله شرایط یکسانی داشته باشد، طول لوله بسته چند سانتی‌متر است؟

۱) ۳۰ ۲) ۴۵ ۳) ۶۰ ۴) ۹۰

☆ **۳۸.** شخصی یک منبع صوتی به فرکانس ۶۰۰Hz در دست دارد و با سرعت $۲۰\frac{m}{s}$ به طرف یک صخره حرکت می‌کند. این شخص صوت بازتاب را با چه فرکانسی دریافت می‌کند؟ (سرعت صوت در هوا $۳۲۰\frac{m}{s}$ است).

۱) ۶۰۰ ۲) ۶۴۰ ۳) ۶۸۰ ۴) ۷۲۰

۳۹. نوری از هوا به شیشه می‌تابد. بخشی از آن وارد شیشه می‌شود و بخشی بازتابیده می‌شود. کدام کمیت برای نور بازتابیده و شکست یافته یکسان است؟

۱) طول موج ۲) شدت نور ۳) سرعت انتشار ۴) بسامد

۴۰. در آزمایش یانگ از نوری به طول موج ۰/۵μ استفاده شده است. اختلاف فاز امواج رسیده از دو منبع به محل تشکیل سومین نوار تاریک چند رادیان است؟

۱) ۲π ۲) ۳π ۳) ۴π ۴) ۵π

۴۱. در آزمایش فوتوالکتریک، نور تک رنگی بر فلزی که تابع کار آن ۶ev می‌باشد می‌تابد. اگر ثابت پلانک $۴\times۱۰^{-۱۵}evs$ باشد و ولتاژ توقف ۶v باشد. طول موج قطع چند نانومتر است؟

۱) ۱۰۰ ۲) ۱۵۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۲۵۰

۴۲. در اتم هیدروژن الکترون از حالتی با انرژی بستگی ۱/۵ev به حالتی با انرژی بستگی ۱۳/۵ev می‌رود. فوتون گسیل شده در کدام سری و کدام ناحیه از امواج الکترومغناطیس است؟

۱) لیمان- مرئی ۲) لیمان - فرابنفش ۳) بالمر- مرئی ۴) پاشن- فروسرخ

۴۳. توان خروجی لیزر با طول ۳۲۰nm برابر ۶μw است. تعداد فوتون‌های گسیلی آن در یک ثانیه چیست؟ $(h = ۶/۴\times۱۰^{-۳۴}J.s)$

۱) $۱۰^{۱۳}$ ۲) ۵×۱۰^{۱۲} ۳) $۱۰^{۱۲}$ ۴) ۵×۱۰^{۱۱}

۴۴. دریک واکنش هسته‌ای ۸ میلی‌گرم ماده به انرژی تبدیل می‌شود. انرژی تولید شده چند ژول است؟

۱) $۲/۴\times۱۰^{۱۱}$ ۲) ۸×۱۰^{۱۱} ۳) $۲/۴\times۱۰^{۳}$ ۴) $۷/۲\times۱۰^{۱۱}$

۴۵. اگر جرم هسته دوتریوم $۳/۳۴\times۱۰^{-۲۷}kg$ باشد انرژی بستگی آن چند ژول است؟ $(M_P = ۱/۶۷\times۱۰^{-۲۷}kg, M_n = ۱/۶۸\times۱۰^{-۲۷}kg)$

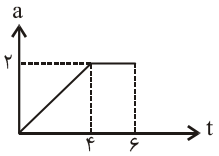
۱) ۹×۱۰^{-۱۱} ۲) ۹×۱۰^{-۱۳} ۳) ۹×۱۰^{-۵} ۴) ۹×۱۰^{-۸}

آزمون (۲) خارج از کشور – ریاضی ۸۷

۱. معادله‌ی مکان متحرکی که در صفحه حرکت می‌کند در SI به صورت $\vec{r}=(۴t^۲+۱)\vec{i}+(۶t-۱)\vec{j}$ در لحظه‌ای که بزرگی سرعت متحرک $۱۰\frac{m}{s}$ است، متحرک در چه فاصله‌ای از مبدأ مکان قرار دارد؟

۱) $۲/۵\sqrt{۲}$ ۲) ۵ ۳) $۵\sqrt{۲}$ ۴) ۱۰

۲. متحرکی با سرعت $۷\frac{m}{s}$ در خلاف جهت محور xها روی این محور شروع به حرکت می‌کند و نمودار شتاب – زمان آن به شکل مقابل است. حرکت این متحرک در ۶ ثانیه اول حرکت چگونه است؟



۱) پیوسته کندشونده ۲) پیوسته تندشونده

۳) تندشونده و سپس کندشونده ۴) کندشونده و سپس تندشونده

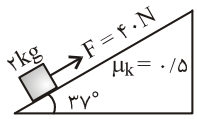
۳. سنگی از بالای پل روی رودخانه‌ای رها می‌شود. ۲ ثانیه‌ی بعد از آن از همان نقطه گلوله‌ای با سرعت $۳۰\frac{m}{s}$ به طورقائم به پایین پرتاب می‌شود. آن دو در یک لحظه به سطح آب می‌رسند. ارتفاع پل از سطح آب چندمتر است؟

۱) ۶۰ ۲) ۷۰ ۳) ۸۰ ۴) ۹۰

۴. ☆ گلوله‌ای را در شرایط خلأ به بالا پرتاب می‌کنیم. پس از ۱/۵ ثانیه گلوله با سرعت $۲۰\frac{m}{s}$ از اوج عبور می‌کند. سرعت اولیه‌ی گلوله چند متر بر ثانیه می‌باشد؟

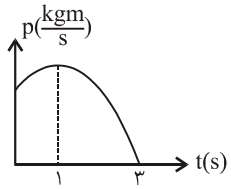
۱) ۲۰ ۲) ۲۵ ۳) ۳۰ ۴) ۳۵

۵. در شکل مقابل جسم از حال سکون شروع به حرکت می‌کند و پس از ۲ ثانیه نیروی F حذف می‌شود کل مسافتی که جسم از لحظه‌ی شروع تا لحظه‌ی ایستادن طی می‌کند چند متراست؟



۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۲۵ ۴) ۴۵

۶. نمودار تکانه – زمان یک متحرک به شکل مقابل است. نوع حرکت متحرک در سه ثانیه‌ی اول حرکت چیست؟



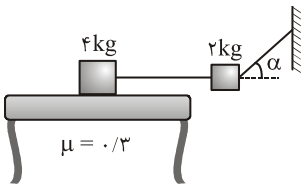
۱) همواره تندشونده ۲) همواره کندشونده

۳) ابتدا تند شونده و سپس کندشونده ۴) ابتدا کندشونده و سپس تندشونده

۷. موتوسواری با سرعت $۱۰\frac{m}{s}$ پیچ افقی جاده‌ای به شعاع ۲۰ متر را دور می‌زند اگرجرم موتور و موتورسوار ۱۰۰kg باشد، نیرویی که ازطرف جاده به آن وارد می‌شود چند نیوتن است؟

۱) ۲۵۰ ۲) ۵۰۰ ۳) ۱۰۰۰ ۴) $۵۰۰\sqrt{۵}$

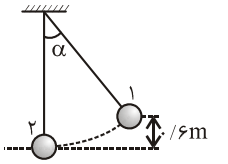
۸. در شکل مقابل جسم ۴ کیلوگرمی در آستانه لغزش روی سطح می‌باشد. اگر در یک لحظه نخ اتصال آن پاره شود در همین لحظه وزنه‌ی 2kg با چه شتابی حرکت می‌کند؟



۱) بایستی α معلوم باشد ۲) ۶

۳) ۳ ۴) ۱/۵

۹. آونگی به طول ۱/۶ متر در حال نوسان است. سرعت آن در وضع ۱، $۲\frac{m}{s}$ می‌باشد. گلوله با چه سرعتی برحسب متر بر ثانیه از وضع (۲) می‌گذرد؟



۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۳/۵ ۴) ۴/۵

۱۰. ضخامت شیشه‌های پنجره‌ی یک ساختمان ۳ میلی‌متر است. درصورتی که ضخامت شیشه‌ها را ۵ میلی‌متر انتخاب کنیم چند درصد در مصرف انرژی صرفه‌جویی کرده‌ایم؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۲۵ ۴) ۳۰

۱۱. از مقداری آب $20\ ^\circ C$ گرما می‌گیریم تا به یخ صفردرجه تبدیل شود. چند درصد از گرمای گرفته شده صرف تغییردمای آب شده است؟

$$(L_f = 80\frac{cal}{g}), Cw = 1\frac{cal}{g^\circ C}$$

۱) ۴۵ ۲) ۴۰ ۳) ۲۵ ۴) ۲۰

۱۲. اگر فشار گاز کاملی را ۲۰٪ افزایش دهیم و حجم آن را ۴۰٪ کم کنیم، دمای مطلق آن . . . درصد . . . می‌یابد.

۱) ۲۸٪، کاهش ۲) ۲۸٪، افزایش ۳) ۶۰٪، کاهش ۴) ۶۰٪، افزایش

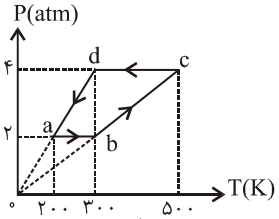
☆ **۱۳. یک ماشین گرمایی کارنو در هر ثانیه $800J$ کار انجام می‌دهد و بین دو دمای $27\ ^\circ C$ و $227\ ^\circ C$ کار می‌کنند گرمایی که در هر ثانیه توسط ماشین از چشمه‌ی گرم گرفته می‌شود، چند ژول است؟**

۱) ۱۰۰۰ ۲) ۱۲۰۰ ۳) ۲۰۰۰ ۴) ۲۴۰۰

۱۴. چگالی گاز اکسیژن در دمای $27\ ^\circ C$ و فشار ۲ اتمسفر چند گرم بر لیتراست؟ $(R = 8\frac{J}{mol.k})$

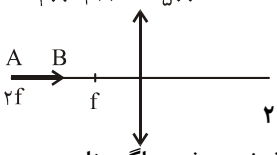
۱) ۴ ۲) ۸ ۳) $\frac{4}{3}$ ۴) $\frac{8}{3}$

☆ **۱۵. یک مول گاز دو اتمی، چرخه‌ای مطابق شکل طی می‌کند. گاز در کل چرخه چند ژول گرما با محیط مبادله می‌کند؟** $(R = 8\frac{J}{mol.k})$



۱) ۴۰۰ ۲) ۸۰۰
۳) ۵۶۰۰ ۴) ۶۸۰۰

۱۶. جسمی به طول $5cm$ مطابق شکل روی محورعدسی همگرایی به فاصله‌ی کانونی $10cm$ قرار دارد. طول تصویر آن چند سانتی‌متر است؟



۱) ۵۰ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

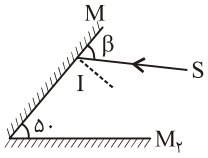
۱۷. پرتو نوری از هوا به سطح جسمی می‌تابد و قسمتی از آن بازتاب می‌شود، و قسمت دیگر نیز با انحراف 15° وارد شیشه می‌شود. اگر زاویه بین پرتو بازتابش و شکست 75° باشد ضریب شکست جسم چند است؟

۱) $\sqrt{2}$ ۲) $\sqrt{3}$ ۳) $\frac{\sqrt{6}}{2}$ ۴) $\sqrt{6}$

۱۸. از جسمی به طول ۵ سانتی‌متر که جلوی آینه‌ی کروی قرارگرفته، تصویری به طول ۱۰ سانتی‌متر از آن روی پرده تشکیل می‌شود اگر فاصله‌ی جسم تا تصویرش ۶۰ سانتی‌متر باشد، فاصله‌ی جسم تا آینه چند سانتی‌متر است؟

۱) ۶۰ ۲) ۹۰ ۳) ۱۵۰ ۴) ۱۸۰

۱۹. در شکل مقابل پرتو SI به آینه‌ی M_1 می‌تابد و پس از برخورد به آینه M_2 بازتاب می‌شود. پرتو نور نسبت به جهت اولیه چند درجه منحرف می‌شود؟

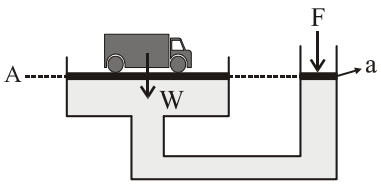


۱) ۸۰ ۲) ۱۰۰
۳) ۱۲۰ ۴) بسته به β هرسه ممکن است.

۲۰. وقتی حبابی از عمق ۷۰ متری یک دریاچه به سطح می‌رسد تبدیل به یک نیم کره می‌شود. شعاع نیم‌کره چند برابر شعاع حباب اولیه است؟

۱) ۸ ۲) ۲ ۳) $2\sqrt{2}$ ۴) $2\sqrt[3]{2}$

۲۱. در شکل مقابل مجموعه در حال تعادل است. و نیروی F به پیستون به مساحت a وارد می‌شود. اگر فشار زیر پیستون‌های چپ و راست را P_1 و P_2 بنامیم کدام رابطه صحیح نیست؟



۱) $P_1 = P_2$ ۲) $F = \frac{a}{A}w$
۳) $F = \frac{A}{a}w$ ۴) موارد ۱ و ۲

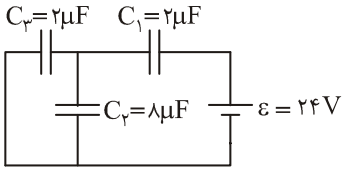
۲۲. دو مکعب توپر اولی آلومینیومی و دومی مسی داریم که اگر هر ضلع مکعب آلومینیومی ۲ برابر طول هر ضلع مکعب مسی باشد، و جرم اولی، ۲/۴ جرم دومی باشد، چگالی آلومینیوم چند برابر چگالی مس می‌باشد؟

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۳ ۴) ۰/۶

۲۳. دو بارالکتریکی q_1 و q_2 در فاصله‌ی r از یکدیگر نیروی F بر هم وارد می‌کنند. اگر یکی از بارها را دو برابر و فاصله دو بار از یکدیگر را سه برابرکنیم نیرویی که این دو بار برهم وارد می‌کند چندF می‌شود؟

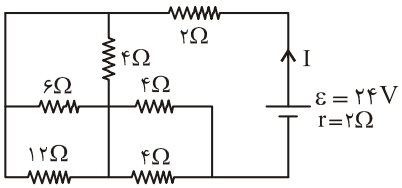
۱) $\frac{۲}{۳}$ ۲) $\frac{۲}{۹}$ ۳) ۶ ۴) $\frac{۹}{۲}$

۲۴. درمدارشکل مقابل انرژی ذخیره شده در خازن C_3 چند میکروژول است؟



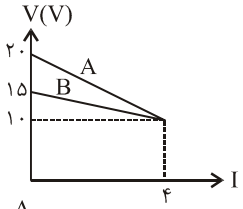
۱) ۳۲ ۲) ۶۴
۳) ۱۶ ۴) ۴۸

۲۵. در مدار شکل مقابل I چند آمپراست؟



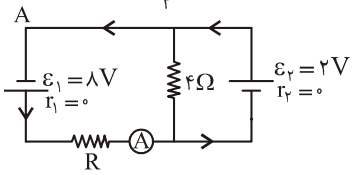
۱) ۱ ۲) ۱/۵
۳) ۲ ۴) ۳

۲۶. نمودار تغییر ولتاژ دو سر مولدهای A و B برحسب شدت‌جریان گذرنده از آن‌ها مطابق شکل مقابل است. اگر دو مولد را به طور متوالی به مقاومت $۱/۲۵\,\Omega$ وصل کنیم. چه جریانی از آن عبورمی‌کند؟



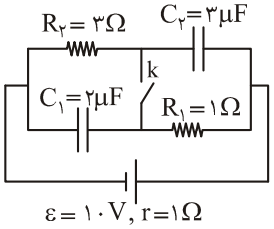
۱) ۵ ۲) ۷ ۳) ۱۰ ۴) ۱۴

۲۷. در مدار شکل مقابل آمپرسنج $3A$ را نشان می‌دهد. R چند اُهم است؟



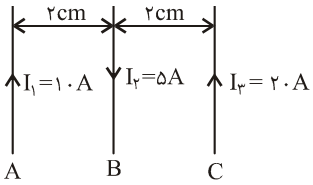
۱) $\frac{۴}{۳}$ ۲) ۵
۳) ۱۰ ۴) $\frac{۱۰}{۳}$

۲۸. درمدار شکل مقابل ابتدا کلیدk بازاست. در صورتی که کلید بسته شود، اختلاف پتانسیل دو سر C_1 چند ولت تغییر می‌کند؟



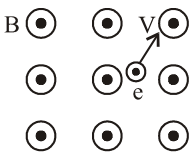
۱) ۵ ۲) ۲
۳) ۴ ۴) ۳

۲۹. در شکل مقابل نیروی وارد بر هر کیلومتر از سیم C چند نیوتن و در چه جهتی است؟



۱) ۲N، چپ ۲) ۲N، راست
۳) ۱N، چپ ۴) صفر

۳۰. در شکل روبه‌رو الکترونی با سرعت V در مسیری عمود بر میدان مغناطیسی یکنواخت برون سوئی در حرکت است. در این لحظه کدام شکل قسمتی از مسیر حرکت الکترون را نشان می‌دهد؟

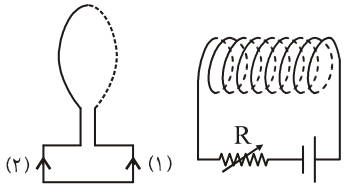


۱) ۲) ۳) ۴)

۳۱. حلقه‌ای به مساحت ۴۰۰ سانتی‌مترمربع عمود بر خطوط میدان مغناطیسی یکنواختی قرار دارد. در مدت ۰/۰۱ ثانیه میدان تغییر جهت می‌دهد و اندازه‌اش از $۰/۰۴T$ به $۰/۰۱T$ می‌رسد. نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در این مدت چند ولت است؟

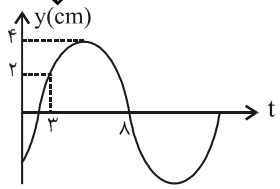
۱) ۰/۱۲ ۲) ۰/۲ ۳) ۱/۲ ۴) ۲

۳۲. در مدار روبه‌رو، مقاومت رئوستا درحال کاهش می‌باشد. جهت جریان القایی در حلقه در جهت . . . است و نیروی محرکه‌ی القایی در سیملوله در . . . نیروی محرکه‌ی مولد عمل می‌کند؟



۱) (۱)، جهت ۲) (۲)، جهت
۳) (۱)، خلاف جهت ۴) (۲)، خلاف جهت

۳۳. نمودار مکان- زمان یک نوسانگر مطابق شکل مقابل است. بعد اولیه‌ی نوسانگر چند سانتی‌متر است؟

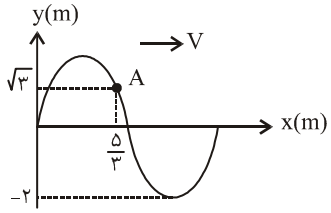


۱) -۲ ۲) $-۲\sqrt{۳}$
۳) -۱ ۴) $-۲\sqrt{۲}$

۳۴. دامنه‌ی نوسان‌گر وزنه – فنری، $۲cm$ می‌باشد، اگر جرم وزنه $۴۰g$ و ثابت فنر $۲۵۶\frac{N}{m}$ باشد. شتاب نوسانگردر انتهای مسیر چند واحد SI است؟

۱) ۶۲ ۲) ۱۲۸ ۳) $۱۲۸\sqrt{۲}$ ۴) ۲۵۶

۳۵. نقش یک موج عرضی که با سرعت $۲۰\frac{m}{s}$ درجهت محور x ها در یک طناب منتشر می‌شود در یک لحظه مطابق شکل است. ذره‌ی A در هر ثانیه چند نوسان می‌کند؟



۱) ۴ ۲) ۴۰
۳) ۲ ۴) ۲۰

۳۶. موجی با بسامد $۲۰۰Hz$ و طول موج $۲m$ ، در چند ثانیه فاصله ۳۰۰ متر را می‌پیماید؟

۱) ۸ ۲) ۶ ۳) $\frac{۳}{۴}$ ۴) ۳

۳۷. در طول طنابی به طول ۳۵ سانتی‌متر موج ایستاده تشکیل شده است. یک سرطناب ثابت و سر دیگر آن آزاد می‌باشد. اگر در طول طناب ۴ گره تشکیل شده باشد و سرعت انتشار امواج عرضی $۲۰۰\frac{m}{s}$ باشد، بسامد موج حاصل چند هرتزاست؟

۱) ۲۵۰ ۲) ۱۰۰۰ ۳) ۸۰۰ ۴) ۱۲۰۰

۳۸. تراز شدت یک صوت از ۲۰ دسی‌بل به ۲۶ دسی‌بل می‌رسد. شدت صوت چند برابر شده است؟ $(\log ۲ = ۰/۳)$

۱) $۲\sqrt{۲}$ ۲) ۴ ۳) $۴\sqrt{۲}$ ۴) ۸

☆ **۳۹.** یک منبع صوت با سرعت V در حرکت است. اگر بسامد صوتی که شنونده‌ی ساکن درعقب منبع دریافت می‌کند $\frac{۷}{۹}$ بسامدصوتی باشد که شنونده‌ی ساکن جلوی منبع دریافت می‌کند، V چند متر بر ثانیه است؟ (سرعت صوت در هوا $۳۲۰\frac{m}{s}$ و هر دو شنونده در راستای حرکت منبع قرار دارند.)

۱) ۲۰ ۲) ۳۰ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

۴۰. قدرت نفوذ و طول موج اشعه‌ی x نسبت به قدرت نفوذ و طول موج اشعه فرابنفش به ترتیب چگونه است؟

۱) کم‌تر- بلندتر ۲) بیش‌تر- بلندتر ۳) کم‌تر- کوتاه‌تر ۴) بیش‌تر- کوتاه‌تر

۴۱. آزمایش یانگ را با نور زرد انجام داده‌ایم و نوارهای تداخلی را بر روی پرده‌ای موازی با سطح شکاف‌ها تشکیل داده‌ایم. برای آن که عرض نوارها را افزایش دهیم می‌توانیم:

۱) پهنای شکاف‌ها را کم کنیم. ۲) از نور آبی به جای زرد استفاده کنیم.
۳) فاصله پرده از شکاف‌ها را کم کنیم. ۴) فاصله‌ی دو شکاف را کم کنیم.

۴۲. درپدیده فوتوالکتریک، اگر ولتاژ قطع $۵V$ باشد، بیش‌ترین سرعت فوتوالکترون‌ها هنگام خروج از کاتد چند $\frac{m}{s}$است؟(بار الکترون $۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}C$و جرم آن $۹\times ۱۰^{-۲۱}g$ است).

۱) $\frac{۳}{۴}\times ۱۰^{۶}$ ۲) $\frac{۳}{۴}\times ۱۰^{۵}$ ۳) $\frac{۴}{۳}\times ۱۰^{۶}$ ۴) $\frac{۴}{۳}\times ۱۰^{۵}$

۴۳. اگر الکترون در اتم هیدروژن روی تراز $n = ۳$ باشد، کوتاه‌ترین طول موجی که تابش می‌کند چند آنکستروم است؟ $(E_R = ۱۳/۵ev)$

۱) ۸۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۱۲۰ ۴) ۱۵۰

☆ **۴۴.** اگر به نیم‌رسانانی از جنس سیلیسیوم یک اتم ناخالص ارسینک وارد کنیم، الکترون روی تراز . . . قرار می‌گیرد که این تراز در فاصله‌ی کمی از . . . قرار دارند.

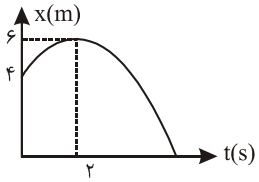
۱) دهنده- نوار رسانش ۲) دهنده- نوار ظرفیت ۳) گیرنده- نوار رسانش ۴) گیرنده- نوار ظرفیت

۴۵. نیم عمر یک عنصر رادیواکتیو ۲ روز است. ۶ روز قبل چند برابر اتم‌های آن نسبت به حالا فعال بوده‌اند؟

۱) ۶ ۲) ۸ ۳) ۱۰ ۴) ۱۲

آزمون (۳)

۱. نمودار $(x-t)$ متحرکی که بر روی محور xها حرکت‌می‌کند به‌شکل مقابل است. اندازه‌ی سرعت متحرک در لحظه‌ی عبور از مبدأ مکان چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۲ ۲) $۲\sqrt{۳}$ ۳) ۳ ۴) $۳\sqrt{۲}$

۲. یک بالن با سرعت V به سمت پایین سقوط می‌کند. در لحظه‌ای که در ارتفاع h قرار دارد، گلوله‌ای در شرایط خلأ با سرعت ۳V نسبت به بالن در امتداد قائم به سمت بالا پرتاب می‌شود. اگر گلوله و بالن پس از ۲S از لحظه‌ی پرتاب با هم به زمین برسند، ارتفاع h چند متر است؟

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

۳. بردار مکان جسمی در SI به صورت $\vec{r}=(-\frac{۳}{۲}t^۲-۲)\vec{i}+۲t^۲\vec{j}$ می‌باشد. در چه فاصله‌ای از مبدأ بزرگی سرعت $۱۰\frac{m}{s}$ می‌شود؟

۱) $۴\sqrt{۲}$ ۲) ۸ ۳) $۸\sqrt{۲}$ ۴) ۱۶

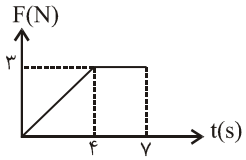
☆ **۴.** گلوله‌ای را در شرایط خلاء با سرعت اولیه‌ی $\vec{V_۰}=۴\vec{i}+۶\vec{j}$ پرتاب می‌کنیم. برد آن چند متر از اوج آن بیش‌تر است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵. وزن جسمی در سطح زمین ۵۴۰N است. در صورتی که شدت میدان جاذبه در سطح زمین $۱۰\frac{N}{kg}$ باشد، وزن جسم در ارتفاع $h=۲R$ (R شعاع زمین) از سطح زمین چند نیوتن است؟

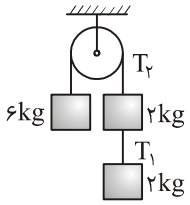
۱) ۶۰ ۲) ۱۷۰ ۳) ۱۳۵ ۴) ۵۴۰

۶. سرعت اولیه‌ی جسمی به جرم ۲kg، $۴\frac{m}{s}$ و نمودار نیرو- زمان آن به شکل مقابل است. سرعت جسم در $t=۷$ چندمتر بر ثانیه است؟



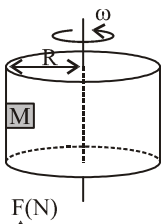
۱) ۶ ۲) ۸ ۳) ۹/۵ ۴) ۱۱/۵

۷. در شکل مقابل جرم قرقره و نخ و اصطکاک ناچیز است. کشش $T_۱$ و $T_۲$ چند نیوتن است؟



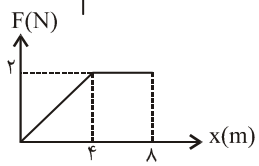
۱) ۲۴ و ۲۴ ۲) ۴۸ و ۲۴
۳) ۲۴ و ۴۸ ۴) ۴۸ و ۴۸

۸. یک استوانه‌ی توخالی حول محور قائمش با سرعت زاویه‌ی ω دوران می‌کند. جسمی که ضریب اصطکاکش با دیواره‌ی استوانه μاست به دیواره‌ی تکیه دارد. حداقل ω چه باشد تا جسم سُر نخورد؟



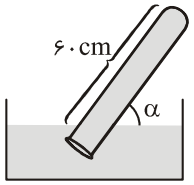
۱) $\omega=\sqrt{\frac{\mu R}{g}}$ ۲) $\omega=\sqrt{\frac{g}{\mu R}}$ ۳) $\omega=\sqrt{\mu R g}$ ۴) $\omega=\sqrt{\frac{\mu g}{R}}$

۹. نمودار $F-x$ جسمی به جرم ۲kg که با سرعت اولیه‌ی $۲\frac{m}{s}$ در حرکت است به شکل مقابل می‌باشد. سرعت جسم در $x=۸m$ چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

۱۰. حداکثر فشار قابل تحمل ته لوله، ۲۸cmHg می‌باشد. حداقل α چه باشد تا لوله نشکند؟ $(P_۰=۷۶CmHg)$



۱) ۳۰ ۲) ۳۷ ۳) ۶۰ ۴) ۵۳

۱۱. یک گرماسنج با ظرفیت گرمایی $۱۵۰\frac{J}{°C}$ محتوی ۰/۵kg آب ۸°C می‌باشد. یک قطعه فلز با دمای ۱۱۰ °C در گرماسنج وارد می‌کنیم. دمای تعادل ۱۰ °C می‌شود. ظرفیت گرمایی قطعه‌ی فلز چند ژول بر درجه سانتی‌گراد است؟ $(C_w=۴۲۰۰\frac{J}{kg°C})$

۱) ۳۹ ۲) ۴۵ ۳) ۵۴ ۴) ۱۰۰

۱۲. طول میله‌ای در دمای صفر درجه سلسیوس برابر $800\,cm$ است. اگر طول آن در دمای $50\,^\circ C$ به $801\,cm$ برسد، ضریب انبساط حجمی آن چیست؟

۱) $7/5\times10^{-4}$ ۲) $7/5\times10^{-5}$ ۳) $1/2\times10^{-3}$ ۴) $1/2\times10^{-4}$

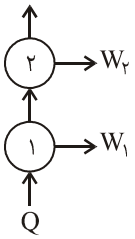
۱۳. می‌خواهیم مخزن فولادی به حجم ۲۰ لیتر را از هوای $27\,^\circ C$ تا فشار $5atm$ پرکنیم. برای این کار تلمبه می‌زنیم. هر بار، $\frac{1}{2}$ لیتر هوای $-3\,^\circ C$ در فشار اتمسفر را وارد مخزن می‌کنیم. چند بار بایستی تلمبه بزنیم؟

۱) ۱۸۰ ۲) ۱۲۰ ۳) ۲۱۰ ۴) ۲۴۰

☆ **۱۴.** فشار گاز کاملی طبق رابطه‌ی $P=3000T$ تغییر می‌کند. وقتی دمای گاز از $200k$ به $300k$ می‌رسد، چقدر کار بر روی گاز انجام می‌شود؟

۱) $3000J$ ۲) $1500J$ ۳) $750J$ ۴) صفر

☆ **۱۵.** در دستگاه مقابل بازده ماشین (۱) برابر ۴۰٪ و بازده ماشین (۲) برابر ۵۰٪ است. نسبت $\frac{w_1}{w_2}$ چیست؟



۱) $\frac{3}{4}$ ۲) $\frac{3}{2}$
۳) $\frac{2}{3}$ ۴) $\frac{4}{3}$

۱۶. برای آن که تصویر شخص ساکنی در آینه‌ی تخت با سرعت $0/5\frac{m}{s}$ به طرف او نزدیک شود، آینه را با چه سرعتی نسبت به شخص بایستی حرکت دهیم؟

۱) $1\frac{m}{s}$ و به طرف شخص ۲) $0/5\frac{m}{s}$ و از شخص دورکنیم ۳) $0/25\frac{m}{s}$ و به طرف شخص ۴) $0/25\frac{m}{s}$ از شخص دورکنیم

۱۷. از شی‌ای که در مقابل یک آینه قرار دارد، تصویری مستقیم و به اندازه‌ی سه برابر شیء و در ۴۰ سانتی‌متری از شیء دیده می‌شود. نوع آینه و شعاع انحنای آن چیست؟

۱) مقعر و $15cm$ ۲) مقعر و $30cm$ ۳) محدب و $15cm$ ۴) محدب و $30cm$

۱۸. پرتوی از هوا به محیط شفافی می‌تابد و با زاویه‌ی 30° شکست می‌یابد و زاویه‌ی انحراف نور $\frac{1}{3}$ زاویه‌ی تابش نور باشد، ضریب شکست آن محیط شفاف برابر است با:

۱) $\sqrt{2}$ ۲) ۲ ۳) $\sqrt{3}$ ۴) $2\sqrt{2}$

۱۹. جسمی را در مقابل یک عدسی قرار می‌دهیم. طول تصویر حقیقی $\frac{1}{3}$ طول جسم می‌شود. جسم را ۲۰ سانتی‌متر جابه‌جا می‌کنیم. طول تصویرمجازی به دست آمده ۳ برابر طول جسم می‌شود. فاصله‌ی کانونی عدسی چند سانتی‌متر است؟

۱) ۶ ۲) ۸ ۳) ۱۰ ۴) ۱۲

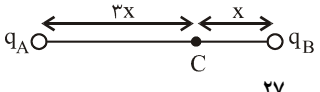
۲۰. یک سر میله‌ای به طول ۰/۵ متر و سطح مقطع $20cm^2$ که ضریب رسانش گرمایی $400\frac{w}{m.k}$ دارد را درون آب 20° و سر دیگرش را به یک اجاق می‌چسبانیم. اگر شارش گرمایی توسط میله $4000\frac{J}{s}$ باشد، دمای اجاق چند درجه سانتی‌گراد است؟

۱) $270\,^\circ C$ ۲) ۲۵۲۰ ۳) ۴۵ ۴) ۴۵۰

۲۱. به انتهای دو نخ دو گلوله مشابه که جرم هریک $40g$ است می‌آویزیم و به آن‌ها بارهای $q_1=4\mu c$ و $q_2=1\mu c$ می‌دهیم در حالت تعادل، فاصله‌ی گلوله‌ها از یکدیگر $30cm$ می‌شود. زاویه‌ای که نخ‌ها با امتداد قائم می‌سازند چند درجه است؟

۱) صفر ۲) ۳۰ ۳) ۴۵ ۴) ۶۰

۲۲. در شکل مقابل، شدت میدان در نقطه‌ی C برابر E می‌باشد اگر بار q_A خنثی شود جهت میدان درنقطه‌ی C عوض‌شده و اندازه‌اش ۲ برابر می‌شود. نسبت $\frac{q_A}{q_B}$ چیست؟

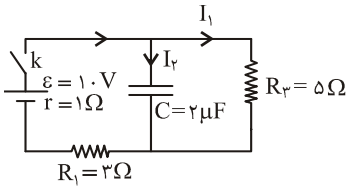


۱) $\frac{27}{2}$ ۲) $-\frac{27}{2}$ ۳) $\frac{27}{4}$ ۴) $-\frac{27}{4}$

۲۳. دو کره‌ی فلزی مشابه روی پایه‌های عایق قرار دارند و دارای بارالکتریکی هستند. اندازه‌ی نیرویی که دو کره در فاصله‌ی d از هم وارد می‌کنند F می‌باشد. آن‌ها را به هم تماس می‌دهیم و سپس در فاصله‌ی قبلی قرار می‌دهیم. اندازه‌ی نیرویی که برهم وارد می‌کنند F' می‌شود. کدام گزینه صحیح است؟

۱) $F > F'$ ۲) $F = F'$ ۳) $F < F'$ ۴) بسته به شرایط هرسه ممکن است

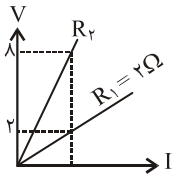
۲۴. در مدار شکل مقابل کلید k قطع و خازن بدون بار است. درست در لحظه‌ی وصل کلید شدت جریان‌های I_1 و I_2 چند آمپر است؟



۱) $I_1 = I_2 = \frac{10}{9}A$ ۲) $I_2 = 0, I_1 = \frac{10}{9}A$

۳) $I_2 = 2/5A, I_1 = 0$ ۴) $I_1 = I_2 = 0$

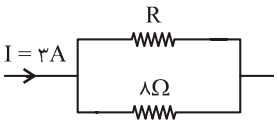
۲۵. نمودار $V - I$ برای دو مقاومت $R_1, R_2 = 2\Omega$ در یک دستگاه رسم شده است R_1 چند اهم است؟



۱) ۰/۵ ۲) ۲

۳) ۴ ۴) ۸

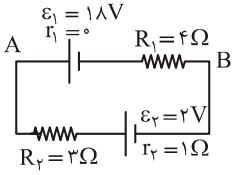
۲۶. در مدار شکل مقابل اگر در مقاومت 8Ω در هر ثانیه ۳۲ ژول گرما تولید شود، R چند اُهم است؟



۱) ۴ ۲) ۸

۳) ۱۶ ۴) ۲۴

۲۷. در مدار شکل مقابل، انرژی پتانسیل بار $q = -2\mu c$ هنگام عبور از نقطه‌ی A تا B چند میکروژول تغییرمی‌کند؟



۱) -۱۶ ۲) ۱۶

۳) ۲۰ ۴) -۲۰

۲۸. ذره‌ای به جرم $2\times10^{-8}kg$ دارای بار $3\mu c$ در میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $5T$وارد می‌شود اگر راستای حرکت، عمود بر راستای میدان باشد، نیروی وارد بر ذره، 6×10^{-5} نیوتن می‌شود. انرژی جنبشی ذره چند میکروژول است؟

۱) صفر ۲) ۰/۰۸ ۳) ۰/۱۶ ۴) ۱۶

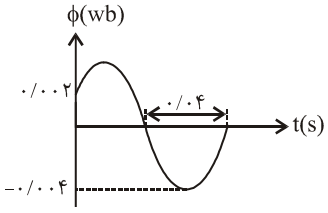
۲۹. از یک سیم به طول d، پیچه‌ی مسطحی که شعاع هر حلقه‌اش $5cm$ است درست می‌کنیم و از آن جریان به شدت $100A$ می‌گذرانیم. اگر شدت میدان مغناطیسی ایجادشده در مرکز پیچه $0/08T$ باشد، d چند متراست؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۴۰ ۴) ۸۰

۳۰. پیچه‌ای دارای ۵۰ حلقه است و شارمغناطیسی گذرنده از هر حلقه‌اش ۰/۰۴ وبر می‌باشد. اگر شار در مدت Δt به صفر برسد و مقاومت پیچه 5Ω باشد، چند کولن الکتریسیته‌ی القایی در این مدت در مدار شارش پیدا می‌کند؟

۱) ۰/۰۲ ۲) ۰/۴ ۳) ۲ ۴) ۴

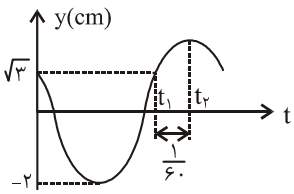
۳۱. پیچه‌ای ۲۰۰ حلقه و مقاومت 4π اهم می‌باشد نمودار شارگذرنده از آن به شکل مقابل می‌باشد. شدت جریان القایی در لحظه‌ی $t = \frac{1}{50}s$ چند آمپر است؟



۱) $130\sqrt{3}$ ۲) $625\sqrt{3}$

۳) ۱۳۰ ۴) ۶۲۵

۳۲. نمودار مکان – زمان نوسان‌گری مطابق شکل است. دوره‌ی حرکت آن چند ثانیه می‌باشد؟



۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲

۳) ۵ ۴) ۱۰

۳۳. معادله‌ی مکان – زمان نوسان‌گری به جرم $200g$ در SI به صورت $y = 0/02\sin(2\pi t + \frac{\pi}{6})$ است. پس از چندثانیه از لحظه‌ی $t = 0$ برای اولین بار انرژی جنبشی نوسان‌گر برابر ۰/۸ میلی ژول می‌شود؟ $(\pi^2 = 10)$

۱) $\frac{1}{8}$ ۲) $\frac{1}{12}$ ۳) $\frac{1}{24}$ ۴) $\frac{1}{48}$

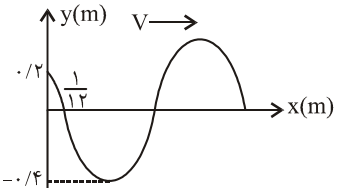
۳۴. معادله‌ی حرکت آونگ ساده‌ای در نوسانات کم دامنه و در SI به شکل $\frac{d^2x}{dt^2}+\pi^2x=0$ است. اگر $g=\pi^2=10$ فرض شود. طول آونگ چند متر است؟

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) $\sqrt{10}$

۳۵. مساحت مقطع یک سیم $2\times10^{-6}m^2$ و چگالی آن $3/2\frac{g}{cm^3}$ است. اگر این سیم با نیروی ۱۶ نیوتن کشیده شود، سرعت انتشار امواج عرضی در آن چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۲۵ ۲) ۵۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۲۰۰

۳۶. نقش موجی در لحظه‌ی $t=0$ در یک طناب همگن مطابق شکل زیر است. اگر بسامد موج ۲۰Hz باشد، سرعت انتشار موج چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۱۰ ۲) ۲۰
۳) ۴۰ ۴) ۸۰

۳۷. در طو تار مرتعش دو سر بسته‌ای ۲ گره به فاصله‌ی ۲۰cm از یکدیگر تشکیل شده است. اگر سرعت انتشار ارتعاشات در طول سیم $1200\frac{m}{s}$ باشد، بسامد صوت سوم این تار چند هرتزاست؟

۱) ۳۰۰۰ ۲) ۴۵۰۰ ۳) ۶۰۰۰ ۴) ۹۰۰۰

☆ **۳۸.** منبع صوتی با بسامد ۶۰۰Hz ساکن است. شنونده‌ای با سرعت $20\frac{m}{s}$ به طرف آن در حرکت می‌باشد. طول موج دریافتی توسط شنونده چند متر است؟ (سرعت انتشار صوت $300\frac{m}{s}$ است.)

۱) ۰/۵ ۲) $\frac{8}{15}$ ۳) $\frac{7}{15}$ ۴) ۲

۳۹. اگر ضریب شکست شیشه نسبت به آب $\frac{9}{8}$ و ضریب شکست الماس نسبت به شیشه $\frac{8}{5}$ باشد اگر سرعت نور در آب $2/25\times10^8\frac{m}{s}$ باشد سرعت نوردر الماس چند متر بر ثانیه است؟

۱) $1/25\times10^8$ ۲) $2/5\times10^8$ ۳) $7/5\times10^7$ ۴) 3×10^8

۴۰. آزمایش یانگ را یک بار با نوری با طول موج λ_1 و بار دیگر در همان شرایط با نوری با طول موج λ_2 انجام داده‌ایم. اگر چهارمین نوار روشن در آزمایش اول در محل تشکیل پنجمین نوار تاریک در آزمایش دوم تشکیل می‌شود $\frac{\lambda_2}{\lambda_1}$ چیست؟

۱) $\frac{8}{9}$ ۲) $\frac{9}{8}$ ۳) $\frac{4}{5}$ ۴) $\frac{5}{4}$

۴۱. از سطح کره‌ای به شعاع ۵۰ cm در هر دقیقه ۱/۸ J انرژی الکترومغناطیسی گسیل می‌شود. شدت تابش در SI کدام است؟ ($\pi=3$)

۱) ۰/۰۱ ۲) ۰/۱ ۳) ۱ ۴) ۵

۴۲. ولتاژ قطع دو فلز متفاوت A و B یکسان است. باید نتیجه بگیریم:

۱) شدت نور تابیده شده به آن‌ها یکسان است. ۲) بسامد نورتابیده بر آن‌ها یکسان است.
۳) بسامد نور تابیده به آن‌ها مختلف است. ۴) آن‌ها در یک گروه جدول مندلیف قرار دارند.

۴۳. نور طلای مذاب قبل از ورود به طیف نما از بخار جیوه عبور می‌کند چگونه طیفی ایجاد می‌شود؟

۱) گسیلی پیوسته ۲) گسیلی خطی ۳) طیف رنگی دارای خطوط جذبی ۴) طیفی ایجاد نمی‌شود

۴۴. انرژی بستگی $_2^4He$ چند مگا الکترون ولت است؟ (جرم اتمی $_2^4He$ برابر 4/۰۰۲۶۰۳U و جرم پروتون و نوترون به ترتیب 1/۰۰۷۲۷۶U و 1/۰۰۸۶۶۵U می‌باشد؟

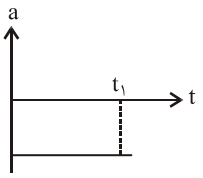
۱) ۲۷/۲۷ ۲) ۲۲/۱۱ ۳) ۳۲/۰۷ ۴) ۲۰/۲۱

☆ **۴۵.** در کدام نیمه رساناها هم حفره و هم الکترون در رسانایی شرکت دارد.

۱) در همه نوع نیم‌رسانا ۲) در ذاتی ۳) در نوع P ۴) در نوع n

آزمون (۴) سراسری خارج از کشور ۸۶

۱. نمودار شتاب – زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند به صورت شکل مقابل است. حرکت این متحرک در بازه‌ی زمانی بین صفر تا t_1 چگونه است؟



۱) تندشونده ۲) کندشونده

۳) ابتدا کند و سپس تندشونده ۴) بسته به سرعت اولیه هرسه ممکن است

۲. گلوله‌ای را از ارتفاع ۴۵۰ متری در شرایط خلأ رها می‌کنیم. گلوله این مسیر را در سه بازه‌ی زمانی یکسان طی می‌کند مسافت‌های طی شده در این سه بازه عبارتنداز:

۱) ۴۰ و ۱۶۰ و ۲۵۰ ۲) ۱۵۰ و ۱۵۰و ۱۵۰ ۳) ۵۰ و ۱۵۰ و ۲۵۰ ۴) ۶۰ و ۱۵۰ و ۲۴۰

۳. معادله‌های سرعت متحرکی در دو امتداد x , y به صورت $V_x = 4t + 5$, $V_y = \frac{3}{2}t^2 - 6t + 1$ می‌باشد. کم‌ترین مقدار شتاب متحرک در چه لحظه‌ای است و چند متر بر مجذور ثانیه است؟

۱) $a = 4, t = 1s$ ۲) $a = 4, t = 2s$ ۳) $a = 3\sqrt{2}, t = 1s$ ۴) $a = 5, t = 3s$

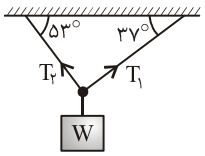
۴. پرتابه‌ای با سرعت V تحت زاویه‌ی α نسبت به افق از سطح زمین روبه بالا پرتاب می‌شود. اگر بردار موقعیت آن‌ها در هنگامی که به اوج می‌رسد، زاویه‌ی θ با افق بسازد، $tg\theta$ از چه رابطه‌ای بدست می‌آید؟

۱) $tg\theta = \frac{1}{2}tg\alpha$ ۲) $tg\theta = tg\alpha$ ۳) $tg\theta = \frac{1}{3}tg\alpha$ ۴) $tg\theta = \frac{\sqrt{3}}{2}tg\alpha$

۵. اگر شتاب حرکت یک آسانسور به طرف بالا باشد، کشش کابل آسانسور نسبت به وزن آسانسور:

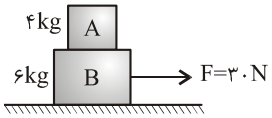
۱) بیش‌تر است ۲) کم‌تر است ۳) برابر است ۴) بسته به جهت حرکت هر سه ممکن است

۶. در شکل مقابل نسبت $\frac{T_2}{T_1}$ چیست؟



۱) $\frac{3}{4}$ ۲) $\frac{4}{3}$ ۳) $\frac{3}{5}$ ۴) $\frac{4}{5}$

۷. در شکل روبه رو دو جسم با شتاب یکسان بر روی سطح افقی که ضریب اصطکاکش با $\mu = 0/2, B$ می‌باشد در حرکت هستند. برآیند نیروهای وارد از طرف جسم B به A چند نیوتن است؟



۱) ۲ ۲) ۳

۳) ۴ ۴) ۸

۸. یک صفحه‌ی دوار در هر دقیقه ۳۰ دور می‌چرخد، اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین صفحه و یک سکه ۰/۴ باشد، حداکثر فاصله‌ای که سکه از محور دوران می‌تواند روی صفحه قرارگیرد و نلغزد، چندمتراست؟ $(\pi^2 = 10)$

۱) ۰/۲ ۲) ۰/۴ ۳) ۰/۵ ۴) ۱

۹. جسمی به جرم ۴kg را از پایین سطح شیب‌داری که با افق زاویه $37°$ می‌سازد. با سرعت $10\frac{m}{s}$ مماس بر سطح روبه بالا پرتاب می‌کنیم جسم ۴m روی سطح بالا می‌رود و سپس به نقطه‌ی پرتاب برمی‌گردد. کار نیروی اصطکاک درمسیر رفت و برگشت چند ژول است؟

۱) صفر ۲) -۱۰۴ ۳) -۱۳۶ ۴) -۲۰۸

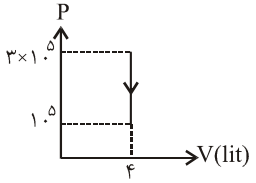
۱۰. ظرفی محتوی یخ صفردرجه است.۲۰۰g آب $60°$ روی آن می‌ریزیم. تمام یخ ذوب می‌شود و دمای مجموعه به صفر می‌رسد. جرم یخ اولیه چندگرم بوده است؟ $(L_f = 334000\frac{J}{kg}, C_{آب} = 4200\frac{J}{kg.k})$

۱) ۱۰ ۲) ۱۵ ۳) ۲۰ ۴) ۲۵

۱۱. دو میله‌ی آهنی و مسی که مساحت سطح مقطع آن‌ها یکسان است را به هم جوش داده‌ایم. سر آزاد میله آهنی را در آب جوش $100\ ^\circ C$ و سر دیگر میله‌ی مسی را در مخلوط آب و یخ قرار می‌دهیم. مجموع طول دو میله $54cm$ و سطح جانبی دو میله عایق پوش شده است. اگر دمای نقطه‌ی اتصال دو میله $20\ ^\circ C$ باشد، طول میله‌ی مسی چند سانتی‌متر است؟ ($k_{مس} = 400\frac{w}{m.k}$ و $k_{آهن} = 80\frac{w}{m.k}$)

۱) ۴۳/۷۵ ۲) ۳۰ ۳) ۲۴ ۴) ۲۰

۱۲. نمودار P-V یک گاز دو اتمی مطابق شکل است. در این فرآیند، انرژی درونی گاز ... یافته است.



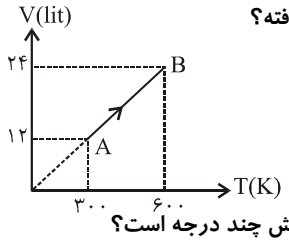
۱) $1200J$، افزایش ۲) $2000J$، افزایش

۳) $2000J$، کاهش ۴) $1200J$، کاهش

۱۳. در یک فرآیند هم فشار، دو لیتر گاز کامل تک اتمی، مقداری گرما از دست می‌دهد و در فشار۲ اتمسفر حجم آن ۴۰ درصد کاهش می‌یابد کار انجام شده، بر روی گاز چند ژول است؟

۱) ۱۶۰ ۲) -۱۶۰ ۳) ۳۲۰ ۴) -۳۲۰

۱۴. نمودار V-T نیم مول گاز کامل دو اتمی مطابق شکل است. در این فرآیند انرژی درونی گاز چند ژول افزایش یافته؟



۱) ۲۰۰۰ ۲) ۳۰۰۰

۳) ۱۸۰۰ ۴) ۴۲۰۰

۱۵. زاویه‌ی بین پرتوتابش و بازتابش در یک آینه تخت ۵ برابر زاویه‌ی بین پرتوتابش با سطح آینه است. زاویه‌ی تابش چند درجه است؟

۱) ۳۶ ۲) ۵۴ ۳) ۶۴ ۴) ۶۸

۱۶. تصویر یک ساعت عقربه‌دار در آینه‌ی تخت وضعیت ۷ و ۱۰ دقیقه را نشان می‌دهد. اگر به طورمستقیم به خودساعت نگاه کنیم ساعت چند است؟

۱) $5'/4$ ۲) $4'/1$ ۳) $5'/1$ ۴) $4'/2$

۱۷. اگر از درون آب به یک لامپ واقع در بیرون آب نگاه کنیم، لامپ را ... می‌بینیم.

۱) نزدیک‌تر- بزرگ‌تر ۲) نزدیک‌تر- کوچک‌تر ۳) دورتر- بزرگ‌تر ۴) دورتر- کوچک‌تر

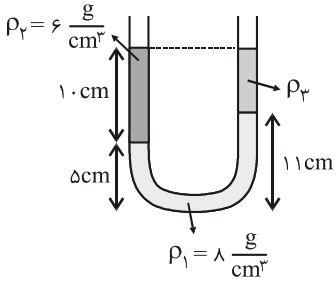
۱۸. جسمی به طول $12cm$ عمود بر محور اصلی عدسی واگرایی به فاصله‌ی کانونی F قرار دارد. جسم را در فاصله‌ی $2F$ تا F جابه‌جا می‌کنیم. در این جابه‌جایی طول تصویر ... سانتی‌متر ... می‌یابد.

۱) ۲- افزایش ۲) ۲- کاهش ۳) ۴- افزایش ۴) ۴- کاهش

۱۹. سطح داخلی یک لوله شیشه‌ای با قطر کوچک را به روغن آغشته می‌کنیم و آن را به طور عمود وارد ظرف پر از آب می‌کنیم. آب در داخل لوله ... از سطح آزاد مایع قرار می‌گیرد و تقعر سطح آن به طرف ... می‌شود.

۱) بالاتر- بالا ۲) بالاتر- پایین ۳) پایین‌تر- بالا ۴) پایین‌تر- پایین

۲۰. در شکل مقابل ρ_3 چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟



۱) ۲ ۲) ۲/۵

۳) ۳ ۴) ۴

۲۱. کدام دسته از کمیت‌ها، نرده‌ای هستند؟

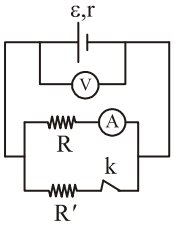
۱) مسافت طی شده- شدت جریان- گرما ۲) توان- جابه‌جایی- زمان

۳) سرعت متوسط- زمان- جرم ۴) حجم- چگالی- شدت میدان

۲۲. اگر بارمنفی را درجهت خطوط میدان جابه‌جا کنیم انرژی پتانسل آن ... و به نقاطی می‌رسیم که نسبت به نقاط قبلی پتانسیل ... دارند.

۱) افزایش – کم‌تر ۲) افزایش – بیش‌تر ۳) کاهش- کم‌تر ۴) کاهش- بیش‌تر

۲۳. در مدار شکل مقابل ابتدا کلید k باز است. با وصل کلید مقادیری که ولت‌سنج و آمپرسنج نشان می‌دهد به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟



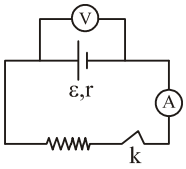
۱) کم- کم ۲) کم- زیاد

۳) زیاد- زیاد ۴) زیاد- کم

۲۴. روی لامپی اعداد ۲۲۰V و ۲۰۰w نوشته شده است. اگر آن را به مدت ۱۵ دقیقه به برق ۱۱۰V وصل کنیم. انرژی الکتریکی مصرف شده چند کیلوژول می‌شود؟

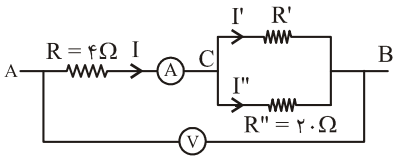
۱) ۴۵ ۲) ۵۰ ۳) ۹۰ ۴) ۱۰۰

۲۵. در مدار شکل مقابل افت پتانسیل مدار ۲۰٪ نیروی محرکه‌ی مولد است. در صورتی که مقاومت درونی مولد $1/5\Omega$ و جریانی که آمپرسنج نشان می‌دهد ۱ A باشد. با قطع کلید ولت‌سنج چه عددی نشان می‌دهد؟



۱) ۶ ۲) ۷/۵ ۳) ۸/۵ ۴) ۸

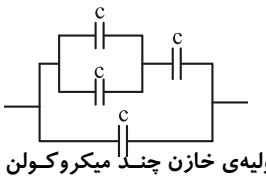
۲۶. در شکل مقابل ولت‌سنج ۱۰V و آمپرسنج ۱A را نشان می‌دهد جریان گذرنده از مقاومت ۲۰اهمی چند آمپر است؟



۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲

۳) ۰/۳ ۴) ۰/۵

۲۷. در شکل مقابل خازن‌ها مشابه و ظرفیت کل $5\mu F$ می‌باشد. ظرفیت هر خازن چند میکروفاراد است؟



۱) ۲ ۲) ۳

۳) ۴ ۴) ۵

۲۸. ظرفیت یک خازن $6/5\mu F$ می‌باشد وقتی بارالکتریکی ۱۰٪ افزایش می‌یابد انرژی آن $2/73J$ زیاد می‌شود . بار اولیه‌ی خازن چند میکروکولن است؟

۱) ۶/۵ ۲) ۲۶ ۳) ۳۲/۵ ۴) ۱۳

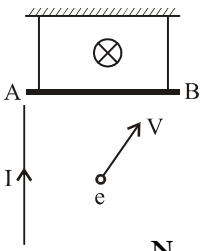
۲۹. اگر تعداد حلقه‌های یک سیم لوله ۲ برابر شود، شارمغناطیسی گذرنده از آن . . . و انرژی ذخیره شده در آن . . . می‌شود؟

۱) ۴ برابر، ۲ برابر ۲) ۲ برابر- ۴ برابر ۳) ۴ برابر – ۴ برابر ۴) ۲ برابر – ۲ برابر

۳۰. طول سیملوله‌ی بدون هسته‌ای ۵۰cm و شعاع حلقه‌های آن ۱۰cm است.وقتی شدت جریان گذرنده از آن در مدت ۰/۰۱ ثانیه بطور یکنواخت از ۲۰A به صفر می‌رسد، نیروی محرکه‌ی ۱۰V در آن القا می‌شود. تعداد حلقه‌های سیملوله چندتاست؟ $(\pi^2 = ۱۰)$

۱) ۲۵ ۲) ۲۵۰ ۳) ۳۰ ۴) ۳۰۰

۳۱. مطابق شکل سیم راست توسط دو نخ به سقف متصل شده و در میدانی به بزرگی $B = ۰/۱T$ درون سو قرار دارد اگر جرم سیم ۲۰g و طول آن ۱ متر و جریان ۱A از A به طرف B برقرار باشد. کشش هریک از نخ‌ها چند نیوتن است؟



۱) ۰/۱ ۲) ۰/۰۵ ۳) ۰/۲ ۴) ۰/۴

۳۲. مطابق شکل مجاور یک سیم حامل جریان الکترونی پرتاب می‌شود. کدام گزینه نیروی وارد بر آن را نشان می‌دهد؟

۱) F ۲) F ۳) F ۴) F

۳۳. نوسانگر جرم و فنری روی سطح افقی بر روی خطی به طول ۱۰cm نوسان می‌کند. اگر جرم آن ۲kg و ضریب سختی فنر $k = ۸۰۰\frac{N}{m}$ باشد. سرعت نوسانگر در ۳ سانتی‌متری مرکز نوسان چندمتر بر ثانیه است؟

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۴ ۴) ۰/۸

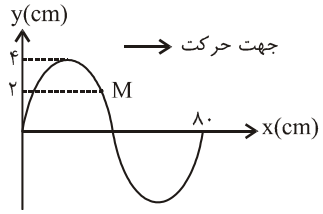
۳۴. معادله یک نوسانگر به صورت $y = A\sin(۲۰\pi t + \frac{\pi}{۶})$ می‌باشد پس از چه مدت از شروع حرکت برای دومین بار انرژی پتانسیل و جنبشی نوسانگر برابر می‌شود؟

۱) $\frac{۱}{۲۴۰}$ ۲) $\frac{۷}{۲۴۰}$ ۳) $\frac{۳}{۲۴۰}$ ۴) $\frac{۱}{۱۲۰}$

۳۵. معادله‌ی موجی به شکل $U = A\sin(۱۰۰\pi t - ۲۰\pi x)$ (در SI) می‌باشد. اگر فاصله‌ی دو نقطه در راستای انتشار موج . .. متر باشد آن دو نقطه در فاز مقابل یکدیگرند.

۱) ۰/۰۵ ۲) ۰/۱۵ ۳) ۰/۲۵ ۴) هرسه

۳۶. شکل مقابل نقش موجی را در یک طناب $t = ۰$ نشان می‌دهد در بازه زمانی صفر تا $\frac{۱}{۷۵}$ ثانیه حرکت ذره چگونه است؟ (سرعت انتشار موج در طناب $۲۰\frac{m}{s}$ است)



۱) کندشونده ۲) تندشونده

۳) ابتدا تندشونده و سپس کندشونده ۴) ابتدا کندشونده و سپس تندشونده

۳۷. معادله نوسان نقطه‌های A و B از یک محیط انتشار موج در SI به صورت $U_A = ۰/۰۱\sin ۲\pi(۲۰t - ۰/۴)$ و $U_B = ۰/۰۱\sin ۲\pi(۲۰t - ۰/۱)$ است. فاصله دو نقطه‌ی A و B چیست در صورتی که بدانیم بین دو نقطه، سه نقطه هم فاز با A وجود دارد؟ (موج با سرعت $۲۰\frac{m}{s}$ در محیط منتشر می‌شود)

۱) ۳/۳ ۲) ۶/۶ ۳) ۱/۱ ۴) ۲۴

۳۸. اگر تراز شدت صوتی ۲۴db باشد، شدت آن چند وات بر مترمربع است؟ $(\log ۲ = ۰/۳)$

۱) $۶/۴\times۱۰^{-۱۰}$ ۲) $۱/۲۸\times۱۰^{-۱۰}$ ۳) $۲/۵۶\times۱۰^{-۱۰}$ ۴) $۶/۴\times۱۰^{-۱۱}$

۳۹. بسامد صوتی اصلی لوله بسته‌ای ۶۸۰Hz است. آن را طوری به ارتعاش درمی‌آوریم که سه گره تشکیل شود اگر ناظری با سرعت $۲۰\frac{m}{s}$ به این منبع ساکن نزدیک شود؟ بسامد چند هرتز را می‌شنود؟ (سرعت صوت در هوا $۳۴۰\frac{m}{s}$ است)

۱) ۳۴۰۰ ۲) ۳۴۰ ۳) ۳۲۰۰ ۴) ۱۹۲۰

۴۰. آزمایش یانگ را با دو نور به طول موج‌های $\lambda_۱$ و $\lambda_۲$ انجام می‌دهیم. اگر سومین نوار روشن در آزمایش اول در محل تشکیل چهارمین نوار تاریک در آزمایش دوم تشکیل شود. $\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}$ چیست؟

۱) $\frac{۲}{۳}$ ۲) $\frac{۳}{۲}$ ۳) $\frac{۴}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۴}$

۴۱. نوری از هوا وارد آب به ضریب شکست $\frac{۴}{۳}$ می‌شود. دوره و طول موج آن به ترتیب چندبرابر می‌شود؟

۱) $\frac{۳}{۴}$ و ۱ ۲) ۱ و $\frac{۳}{۴}$ ۳) $\frac{۳}{۴}$ و $\frac{۳}{۴}$ ۴) $\frac{۴}{۳}$ و $\frac{۴}{۳}$

۴۲. در بریلیوم سه بار یونیزه شده الکترون از مدار $n = ۳$ به $n = ۱$ می‌رود. طول موج گسیل شده چند نانومتر است و در چه ناحیه‌ای است؟

۱) ۶۷۵، مرئی ۲) ۳۳۷/۵، فرابنفش ۳) ۱۶۸/۷۵، فرابنفش ۴) ۸۴/۳۷۵، فرابنفش

۴۳. تابع کار یک فلز در آزمایش فوتوالکتریک ۴ev می‌باشد. طول موج نور فرودی چند نانومتر باشد تا ولتاژ قطع ۸V شود $(h = ۴\times۱۰^{-۱۵}evs)$

۱) ۵۰۰ ۲) ۳۰۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۱۰۰

۴۴. جرم پروتون و نوترون $۱/۶۷\times۱۰^{-۲۷}kg, ۱/۶۸\times۱۰^{-۲۷}kg$ و جرم دو تریم $_۱^۲D$ برابر $۳/۳۴\times۱۰^{-۲۷}kg$ است. انرژی بستگی دو تریوم چند Mev است؟

۱) ۵/۶ ۲) ۰/۰۱ ۳) ۱/۵ ۴) ۴/۵

۴۵. ناکاملی یک فلز عبارتست از:

۱) عدم تکمیل پیوندهای شیمیایی اتم‌های فلز ۲) خالی ماندن برخی از ترازها در نوار ظرفیت

۳) خالی ماندن برخی از ترازها در نوار رسانش ۴) بی‌نظمی اتم‌ها هنگامی که در نزدیک صفر مطلق از ارتعاش باز می‌مانند

آزمون (۵) مشابه سراسری- ریاضی ۸۸

۱. سنگی را از لبه‌ی بالای ساختمانی به ارتفاع ۸۰ متر، در شرایط خلأ در راستای قائم به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. سنگ پس از ۸ ثانیه به زمین برخورد می‌کند. سرعت سنگ هنگام برخورد به زمین چند متر بر ثانیه است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

۱) ۳۰ ۲) ۴۰ ۳) ۵۰ ۴) ۶۰

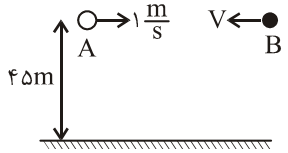
۲. معادله‌ی سرعت- زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند در SI به صورت $V = -۴t + ۸$ است. بزرگی جابه‌جایی متحرک در دو ثانیه سوم چند متراست؟

۱) ۲۰ ۲) ۲۴ ۳) ۲۲ ۴) ۲۶

۳. دو گلوله‌ی A و B در صفحه‌ی xoy قرار دارند و مکان آن‌ها در SI به صورت $\begin{cases} x_A = t^۲ - ۸ \\ y_A = ۴t \end{cases}$ و $\begin{cases} x_B = ۲t \\ y_B = ۱۶ \end{cases}$ است. دو ثانیه قبل از برخورد فاصله‌ی دو گلوله چندمتر است؟

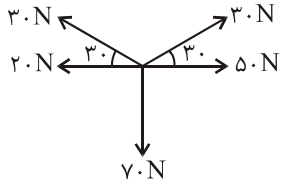
۱) ۴ ۲) $۸\sqrt{۲}$ ۳) $۴\sqrt{۲}$ ۴) ۸

☆ **۴.** در شکل مقابل از ارتفاع ۴۵ متری سطح زمین هم زمان دو گلوله را از نقاط A و B در خلاف جهت هم در راستای افق پرتاب می‌کنیم. اگر فاصله AB برابر ۱۲ متر باشد. سرعت V چند متر بر ثانیه باشد تا دو گلوله با هم به یک نقطه از زمین برسند؟



۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

۵. در شکل روبه‌رو برآیند نیروها چند نیوتن است؟



۱) ۳۰ ۲) ۴۰ ۳) ۵۰ ۴) ۶۰

۶. جسمی به جرم m را با سرعت $۳۰\frac{m}{s}$ در راستای قائم به بالا پرتاب می‌کنیم سرعت جسم در نیمه راه رو به بالا چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۱۵ ۲) $۱۵\sqrt{۲}$ ۳) ۲۰ ۴) $۲۰\sqrt{۲}$

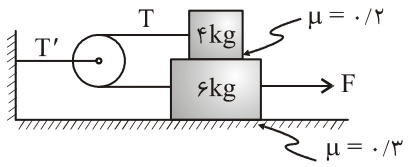
۷. اگر شعاع دوران یک ماهواره ۳ برابر شود، سرعت و دوره‌ی حرکت آن چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$ و $۳\sqrt{۳}$ ۲) $\frac{۱}{۳}$ و $۳\sqrt{۳}$ ۳) $\frac{۱}{۳}$ و ۳ ۴) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$ و $\frac{۱}{۳}$

۸. زاویه‌ی سطح شیب‌داری با سطح افق قابل تغییراست. جسمی به وزن ۳۰N را روی سطح قرار می‌دهیم، در حالت اول زاویه‌ی سطح ۳۰° است جسم با سرعت ثابت رو به پایین می‌لغزد. در حالت دوم این زاویه را به ۴۵° افزایش می‌دهیم. نیرویی که در دو حالت از طرف سطح به جسم وارد می‌شود چند نیوتن است؟

۱) $۱۵\sqrt{۲}, ۱۵\sqrt{۳}$ ۲) $۵\sqrt{۶}, ۱۵\sqrt{۳}$ ۳) $۱۰\sqrt{۶}, ۳۰$ ۴) ۳۰ و ۳۰

۹. در شکل مقابل وزنه‌ها به طور یکنواخت در حرکت می‌باشند. کشش نخ T' چند نیوتن است؟



۱) ۸ ۲) ۱۶ ۳) ۳۰ ۴) ۶۰

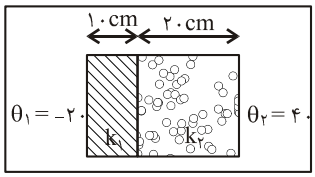
۱۰. معادله‌ی حرکت متحرکی به جرم ۱۰۰g در SI به صورت $x = \frac{۰/۰۲}{\pi}\sin(۵۰\pi t + \frac{۲\pi}{۳})$ می‌باشد. انرژی جنبشی متحرک در $t = \frac{۱}{۲}$ چند ژول است؟

۱) ۰/۱۲۵ ۲) ۰/۲۵ ۳) $\frac{۱}{۴۰}$ ۴) $\frac{۱}{۸۰}$

۱۱. حداقل چند کیلوگرم یخ $-۴۰^\circ C$ را داخل ۴۰۰g آب صفردرجه بیندازیم تا تمام آب یخ بندد؟ $C_{\text{یخ}} = ۲۱۰۰\frac{J}{kg.k}, L_f = ۳/۳۶\times ۱۰^۵\frac{J}{kg}$

۱) ۰/۸ ۲) ۱ ۳) ۱/۲ ۴) ۱/۶

۱۲. بین دو منبع با دماهای $\theta_1 = -20^\circ C$ و $\theta_2 = 40^\circ C$ دو جسم به ضخامت‌های ۱۰cm و ۲۰cm مطابق شکل قرار دارند. اگر رسانندگی گرمایی دو قطعه به ترتیب $k_1 = 0/06 \frac{w}{m.k}$ و $k_2 = 0/08 \frac{w}{m.k}$ باشد. دمای سطح مشترک دو قطعه چند درجه سانتی‌گراد است؟



۱) -۱۶/۲۵ ۲) ۲۷/۳ ۳) ۴ ۴) -۸/۵

☆ **۱۳.** در کدام فرآیند ترمودینامیکی، تغییر انرژی درونی گاز کامل با گرمای مبادله شده گاز با محیط برابراست؟

۱) فرآیند هم‌دما ۲) فرآیندبی‌دررو ۳) فرآیند هم حجم ۴) فرآیندهم فشار

☆ **۱۴.** یک ماشین گرمایی که با چرخه‌ی کارنو کارمی‌کند گرمایی معادل ۶۰۰kJ از منبع گرم با دمای ۳۲۷ °C گرفته و مقداری از آن را به منبع سرد با دمای ۲۷ °C می‌دهد. کار انجام شده توسط ماشین و گرمای وارد شده به چشمه سرد چند کیلو ژول است؟

۱) ۳۰۰ و ۳۰۰ ۲) ۲۰۰ و ۴۰۰ ۳) ۴۰۰ و ۲۰۰ ۴) ۱۰۰ و ۵۰۰

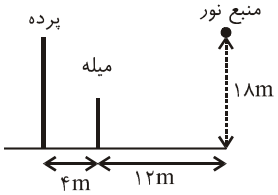
☆ **۱۵.** یک ماشین گرمایی درهر چرخه ۴۰۰۰J گرما از منبع گرم دریافت می‌کند، اگر بازده ماشین ۶۰ درصد باشد گرمای تلف شده در هرچرخه چند ژول است؟

۱) ۲۴۰۰ ۲) ۱۶۰۰ ۳) ۱۸۰۰ ۴) ۲۰۰۰

۱۶. یک آینه‌ی کاو به شعاع انحنای ۱۲cm از جسمی که مقابل آن قرار دارد، تصویری وارونه با بزرگ‌نمایی ۳ تشکیل داده است. جسم را چند سانتی‌متر به آینه نزدیک کنیم تا طول تصویر جدید نیز ۳ برابر طول جسم شود؟

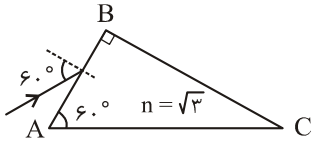
۱) ۴ ۲) ۶ ۳) ۸ ۴) ۱۰

۱۷. در شکل مقابل، یک منبع نقطه‌ای نور در فاصله‌ی ۱۸ متری از سطح زمین قرار دارد. میله‌ای به طول ۶ متر در فاصله‌ی ۱۲ متری از منبع نور و در فاصله‌ی ۴ متری از یک پرده به صورت عمودی قرار دارد. طول سایه‌ی میله روی پرده چند متراست؟



۱) ۲ ۲) ۶ ۳) ۴ ۴) ۸

۱۸. در شکل مقابل پرتو ازچه وجهی تحت چه زاویه‌ای از منشور خارج می‌شود؟



۱) ۳۰° از وجه AC ۲) ۶۰° از وجه AC

۳) ۶۰° از وجه BC ۴) ۳۰° از وجه BC

۱۹. شیای در فاصله‌ی ۲۴ سانتی‌متری یک عدسی واگرا به فاصله‌ی کانونی ۸ سانتی‌متر قرار دارد. فاصله‌ی شیء تا تصویر چند سانتی‌متر است؟

۱) ۱۸ ۲) ۲۰ ۳) ۲۴ ۴) ۳۰

۲۰. چند کیلو ژول گرما لازم است تا ۱۰ کیلوگرم یخ ۱۰ °C- به آب ۴۰ °C تبدیل شود؟ ($C_{آب} = ۴۲۰۰ \frac{J}{kg.k}$, $C_{یخ} = ۲۱۰۰ \frac{J}{kg.k}$, $L_f = ۳۳۴ \frac{KJ}{kg}$)

۱) ۴۱۰ ۲) ۱۹۲/۳۴ ۳) ۳۹۷ ۴) ۵۲۳۰

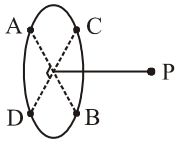
۲۱. فشار ستونی از آب به ارتفاع ۶۸ سانتی‌متر معادل فشار چند سانتی‌متر جیوه است؟ ($\rho_{جیوه} = ۱۳/۶ \frac{g}{cm^3}$ و $\rho_{آب} = ۱ \frac{g}{cm^3}$)

۱) ۵ ۲) ۷/۲ ۳) ۱۰ ۴) ۱۴/۴

۲۲. طول هر ضلع مکعبی ۱۰cm و جرم آن ۷/۵kg است. اگر چگالی فلزی که مکعب با آن ساخته شده $۸ \frac{g}{cm^3}$ باشد حجم حفره‌ی داخل آن چند سانتی‌متر مکعب است؟

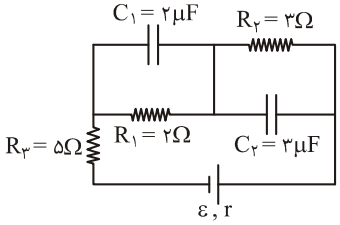
۱) ۵۰۰ ۲) ۵۰ ۳) ۶۲/۵ ۴) ۹۳۷/۵

۲۳. دو قطر عمود برهم AB و CD از یک دایره عمودی را در نظر گرفته و چهاربارالکتریکی مشابه $q = 2\mu c$ در نقـاط A و B و C و D قرار می‌دهیم. اگر شعاع دایره۳ سانتی‌متر باشد، اندازه‌ی میدان الکتریکی حاصل از ایـن بارهـا در نقطـه‌ی P در چهارسانتی‌متری از مرکز دایره روی خط عمود بر دایره چند $\frac{N}{C}$ است؟



۱) $3/6\times10^{6}$ ۲) $7/2\times10^{6}$ ۳) $1/152\times10^{7}$ ۴) $2/304\times10^{7}$

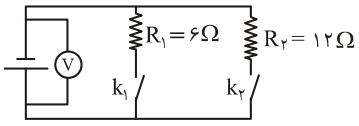
۲۴. در مدار شکل مقابل نسبت انرژی ذخیره شده در C_1 به انرژی ذخیره شده در C_2 چیست؟



۱) $\frac{4}{9}$ ۲) $\frac{2}{3}$

۳) $\frac{8}{27}$ ۴) $\frac{3}{2}$

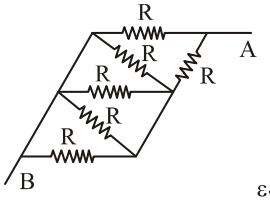
۲۵. در مدار شکل مقابل وقتی K_1 بسته و K_2 باز است، ولتمتر۱۸ ولت را نشان می‌دهد. و وقتی K_1 باز و K_2 بسته می‌شود، ولتمتر۲۴ ولت را نشان می‌دهد. درصورتی که K_1 و K_2 بسته شوند، ولت‌متر چه عددی نشان می‌دهد؟



۱) ۹/۶ ۲) ۱۴/۴

۳) ۲۶ ۴) ۱۶

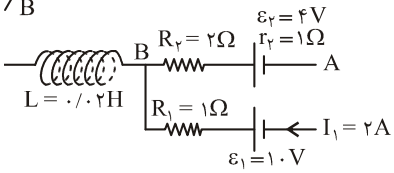
۲۶. در مدار شکل مقابل مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی A و B، 5Ω اهم می‌باشد. R چند اهم است؟



۱) ۵ ۲) ۷

۳) ۹ ۴) ۱۱

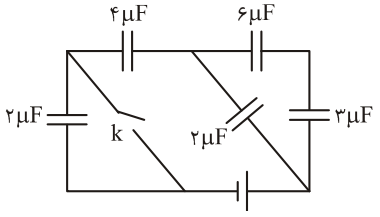
۲۷. در مدار شکل مقابل اگر انرژی ذخیره شده در سیم‌لوله ۰/۰۹J باشد، V_{AB} چند ولت است؟



۱) ۱ ۲) -۱

۳) -۲ ۴) ۲

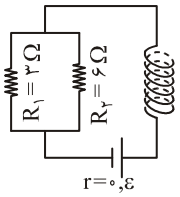
۲۸. در مدار شکل مقابل کلید k بـاز اسـت. وقتـی آن را ببنـدیم انـرژی ذخیـره شـده در خـازن ۴ میکروفارادی چند برابر می‌شود؟



۱) ۱ ۲) ۲

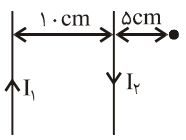
۳) ۳ ۴) ۴

۲۹. در مدار شکل مقابل تعداد حلقه‌های سیم‌لوله ۱۰۰۰ و طول آن ۱۲ سانتی‌متر است. اگر میـدان مغناطیسـی در داخـل سیم‌لوله ۰/۰۳T باشد. توان مصرفی مقاومت R_1 چند وات است؟ $(\mu_0 = 12\times10^{-7}\frac{Tm}{A})$



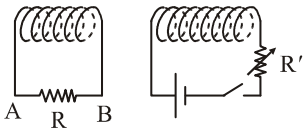
۱) ۶ ۲) ۸ ۳) ۱۰ ۴) ۱۲

۳۰. در شکل مقابل میدان مغناطیسی در نقطه‌ی M درون سو باشد نسبت $\frac{I_2}{I_1}$ چیست؟



۱) کوچک‌تر از $\frac{1}{3}$ ۲) بزرگ‌تر از $\frac{1}{3}$ ۳) کوچک‌تر از۳ ۴) بزرگ‌تر از۳

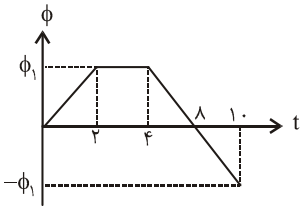
۳۱. در شکل مقابل در کدام حالت جریان القایی در مقاومت R' از A به B خواهد بود؟



۱) با بسته بودن کلید دو سیم‌پیچ را از هم دورکنیم ۲) با بسته بودن کلید مقاومت R' را زیادکنیم

۳) هنگام وصل کلید ۴) هنگام قطع کلید

۳۲. نمودار تغییرات شارمغناطیسی عبوری از یک حلقه مطابق شکل مقابل اسـت. انـدازه‌ی نیـروی محرکـه‌ی القایی در ۶ ثانیه آخر چند برابر اندازه نیروی محرکه‌ی القایی در ۴ ثانیه اول می‌باشد؟



۱) ۱ ۲) ۲

۳) ۳ ۴) ۴

۳۳. معادله‌ی سرعت – زمان نوسانگر در SI به صورت $V = ۰/۴\pi\cos(۲۰\pi t - \frac{\pi}{۶})$ در بازه‌ی زمانی $t = ۰$ تا $t = \frac{۱}{۶}$ چند ثانیه حرکت نوسانگر تندشونده است؟

۱) $\frac{۱}{۱۶}$ ۲) $\frac{۱}{۱۰}$ ۳) $\frac{۱}{۱۲}$ ۴) $\frac{۱}{۸}$

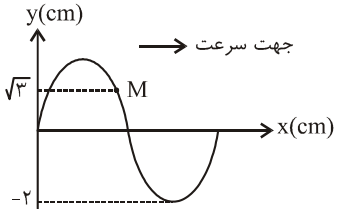
۳۴. معادله‌ی نیرو- مکان نوسانگر ساده‌ای در SI به صورت $F = -۸\pi^۲ y$ است. اگر جرم نوسانگر ۲۰۰ گرم باشد این نوسانگر در هر دقیقه چند نوسان انجام می‌دهد؟

۱) ۱۵۰ ۲) ۶۰۰ ۳) ۲۵۰ ۴) ۳۰۰

۳۵. تابع موجی به صورت $U_y = A\sin(\omega t + kx)$ است. این موج ... است و در جهت ... محور ... درحال انتشار است؟

۱) عرض- منفی- x ۲) عرض- مثبت- x ۳) طولی- مثبت- y ۴) طولی- منفی -y

۳۶. شکل مقابل نقش موجی با بسامد ۴۰Hz را در لحظه‌ی $t = ۰$ نشان می‌دهد. بزرگی شتاب توسط ذره‌ی M در بازه‌ی (۰ تا $\frac{۱}{۱۲}$ ثانیه) چند $\frac{m}{s^۲}$ است؟



۱) $۲۴/۴\pi$ ۲) $۱۴/۴\pi$
۳) $۹/۶\pi$ ۴) $۲۸/۸\pi$

۳۷. یک موج، سرعت $۵۰۰\frac{m}{s}$ دریک سیم منتشر می‌شود. اگر مساحت سطح مقطع سیم ۲×۱۰^{-۶}مترمربع و چگالی سیم $۳/۲\times۱۰^{۳}\frac{kg}{m^۳}$ باشد نیروی کشش سیم چند نیوتن است؟

۱) ۸۰۰ ۲) ۱۶۰۰ ۳) ۲۴۰۰ ۴) ۴۸۰۰

۳۸. در طول یک لوله صوتی بسته سه گره تشکیل شده است. اگر فاصله هر دو گره متوالی ۲۰ سانتی‌متر باشد. طول لوله چند متر است؟

۱) ۰/۲ ۲) ۰/۲۵ ۳) ۰/۴ ۴) ۰/۵

۳۹. سرعت صوت در گاز هیدروژن ۲۷°C چند برابر سرعت صوت در گازاکسیژن ۳۲۷°C می‌باشد؟

۱) $۲\sqrt{۲}$ ۲) ۴ ۳) $\frac{\sqrt{۲}}{۴}$ ۴) $۴\sqrt{۲}$

۴۰. جرقه الکتریکی چشمه‌ی تولید کدام یک از پرتوهای زیر می‌باشد؟

۱) فرابنفش ۲) مرئی ۳) فروسرخ ۴) رادیوئی

۴۱. در آزمایش یانگ از نوری با طول موج ۰/۶ میکرون استفاده شده. اختلاف زمانی امواج رسیده از دو منبع به محل تشکیل سومین نوار تاریک چند ثانیه است؟

۱) $۱۰^{-۱۴}$ ۲) ۵×۱۰^{-۱۵} ۳) ۶×۱۰^{-۱۵} ۴) $۴/۵\times۱۰^{-۱۵}$

۴۲. کدام یک از موارد زیر، گسیل خودبه خودی را نشان می‌دهد؟

۱) ۲ فوتون + اتم $\Rightarrow$ فوتون + * اتم
۲) فوتون + اتم $\Rightarrow$ * اتم
۳) *اتم $\Rightarrow$ فوتون + اتم
۴) فوتون + اتم $\Rightarrow$ ۲فوتون + * اتم

۴۳. در اتم برلیوم سه بار یونیزه بلندترین طول موج مربوط به رشته‌ی بالمر تقریباً چند نانومتر است؟ $(E_R = ۱۳/۶ev, h = ۴\times۱۰^{-۱۵}evs)$

۱) ۴۰ ۲) ۳۰ ۳) ۲۰ ۴) ۱۰

۴۴. در هسته‌ی اتم عناصرطبیعی، تعداد پروتون‌های هسته را با Z و تعداد نوترون‌های آن را با N نشان می‌دهیم. اگر از سبک‌ترین اتم‌ها به سمت سنگین‌ترین آن‌ها برویم. نسبت $\frac{Z}{N}$ چگونه تغییرمی‌کند؟

۱) کاهش می‌یابد
۲) افزایش می‌یابد
۳) ثابت می‌ماند
۴) با نظم یعنی کم و زیاد می‌شود

۴۵. هرچه مجموع جرم نوترون‌ها و پروتون‌های یک هسته‌ی اتم از جرم آن هسته بیش‌تر باشد، انرژی بستگی هسته ... است و آن هسته ... است.

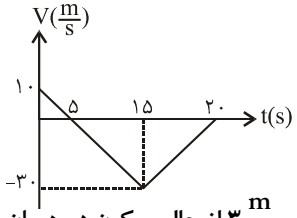
۱) بیش‌تر - پایدارتر ۲) کم‌تر - پایدارتر ۳) کم‌تر- ناپایدارتر ۴) بیش‌تر- ناپایدارتر

آزمون (۶)

۱. برآیند سه بردار $\vec{A}=3\vec{i}, \vec{B}=-\frac{7}{2}\vec{i}+\frac{5\sqrt{3}}{2}\vec{j}, \vec{C}=\frac{11}{2}\vec{i}-\frac{5\sqrt{3}}{2}\vec{j}$ کدام است؟

۱) $5\vec{i}$ ۲) $5\vec{i}-\sqrt{3}\vec{j}$ ۳) $\sqrt{3}\vec{j}$ ۴) $3\vec{i}+\sqrt{3}\vec{j}$

۲. نمودار سرعت – زمان متحرکی در مسیر مستقیم مطابق شکل مقابل است. سرعت متوسط آن در مدت ۲۰ ثانیه چندمتر برثانیه است؟



۱) -۱۰ ۲) -۱۵
۳) -۲۰ ۴) -۲۵

۳. در یک مسیرمستقیم اتومبیلی با سرعت $30\frac{m}{s}$ در حرکت است، از ۵۴ متر جلوتر اتومبیل دیگری با شتاب ثابت، $3\frac{m}{s^2}$ از حال سکون در همان جهت به راه می‌افتد. در این حرکت اتومبیل‌ها دوبار از هم سبقت می‌گیرند. فاصله‌ی زمانی این دو سبقت چند ثانیه است؟

۱) ۱۲ ۲) ۱۸ ۳) ۱۶ ۴) ۱۰

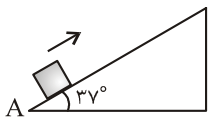
۴. دو گلوله به فاصله‌ی زمانی ۲ ثانیه از نقطه‌ای به ارتفاع h در شرایط خلأ رها می‌شوند. اگر بیش‌ترین فاصله‌ی بین آن‌ها در طول حرکت به ۶۰ متر برسد، ارتفاع h چند متراست؟

۱) ۸۰ ۲) ۹۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۲۰

☆ **۵. اگر برد و ارتفاع اوج پرتابه‌ای که از سطح زمین پرتاب شد، به ترتیب ۴۸ و ۹ متر باشد زاویه‌ی پرتاب آن نسبت به افق چند درجه است؟**

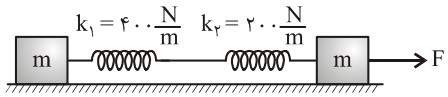
۱) ۳۰ ۲) ۳۷ ۳) ۶۰ ۴) ۵۳

۶. در شکل مقابل جسم را از نقطه‌ی A مماس برسطح شیب‌دار رو به بالا پرتاب می‌کنیم. جسم به نقطه‌ای رسیده و برمی‌گردد. اگر اندازه‌ی شتاب موقع رفت ۲ برابر اندازه‌ی شتاب در برگشت باشد، ضریب اصطکاک جنبشی سطح کدام است؟



۱) ۰/۵ ۲) $\frac{3}{8}$ ۳) $\frac{5}{8}$ ۴) ۰/۲۵

۷. اگر در شکل مقابل افزایش طول فنر k_1 برابر ۸cm باشد نیروی F چند نیوتن است؟



۱) ۲۴ ۲) ۳۲
۳) ۶۴ ۴) ۴۸

۸. جسمی به جرم ۴kg سرعتی معادل V_1 دارد. اگر سرعتش در یک مسیرمستقیم به اندازه‌ی $6\frac{m}{s}$ افزایش یابد انرژی جنبشی آن ۴ برابر می‌شود. اندازه‌ی حرکت آن قبل از افزایش سرعت چند واحد SI بوده است؟

۱) ۶ ۲) ۱۲ ۳) ۲۴ ۴) ۳۲

۹. جرم گلوله‌ی A، سه برابر جرم گلوله‌ی B است و هردو روی مسیر دایره‌ای با سرعت برابر می‌چرخند. شتاب مرکزگرای گلوله‌ی A چند برابر شتاب مرکزگرای گلوله‌ی B است؟

۱) ۳ ۲) $\frac{1}{3}$ ۳) ۱ ۴) ۹

۱۰. در شکل مقابل نیروی ثابتF در راستای قائم به یک جسم ۳ کیلوگرمی وارد می‌شود. اندازه‌ی کار این نیرو در ثانیه‌های متوالی یک بازه‌ی زمانی معین . . .

۱) افزایش می‌یابد ۲) کاهش می‌یابد
۳) کاهش و سپس افزایش ۴) بسته به شرایط هر سه ممکن است درست باشد

۱۱. یک قطعه‌ی ۲۰۰گرمی از مس با دمای ۸۱ °C را در ظرف عایقی که حاوی ۴۰۰g آب با دمای ۱۵ °C است می‌اندازیم. اگر گرمای ویژه‌ی مس و آب به ترتیب $400\frac{J}{kg.K}, 4200\frac{J}{kg.K}$ دمای تعادل چند سلسیوس می‌شود؟

۱) ۱۸ ۲) ۲۰ ۳) ۲۳ ۴) ۲۸

۱۲. طول میله‌ای در دمای صفر درجه سلسیوس برابر ۵۰۰cm است. اگر طول آن در دمای ۴۰ °C به ۵۰۱cm برسد، ضریب انبساط طولی آن در SI کدام است؟

۱) ۵×۱۰^{-۴} ۲) ۵×۱۰^{-۵} ۳) ۴×۱۰^{-۴} ۴) ۴×۱۰^{-۵}

۱۳. استوانه‌ای به حجم ۱۵۰ لیتر محتوی گاز کاملی با دمای ۲۷ °C و فشار ۱۰ جو می‌باشد. اگر با استفاده از پیستون حجم همان گاز را به ۱۲۰ لیتر و دمای آن را نیز به ۴۷ °C برسانیم. فشار گاز در این حالت چند جو می‌شود؟

۱) ۱۵ ۲) $\frac{۸۰}{۳}$ ۳) $\frac{۴۰}{۳}$ ۴) ۱۸

۱۴. در یک آینه‌ی تخت زاویه‌ای که بین پرتوتابش و پرتوبازتابش ایجاد می‌شود، ۵ برابر زاویه‌ای است که پرتوتابش با آینه می‌سازد. در این حالت زاویه‌ی تابش چند درجه است؟

۱) ۶۷/۵ ۲) ۶۰ ۳) ۵۳ ۴) ۷۵

۱۵. جسمی به طول $L_۱$ در فاصله‌ی $d_۱$ از یک آینه‌ی محدب قراردارد. تصویر آن به طول $L_۲$ در فاصله‌ی $d_۲$ از آینه تشکیل می‌شود. در این مورد از نظر اندازه کدام رابطه درست است؟

۱) $d_۲ < d_۱, L_۲ < L_۱$ ۲) $d_۲ < d_۱, L_۲ > L_۱$

۳) $d_۲ > d_۱, L_۲ > L_۱$ ۴) بسته به اندازه‌ی $d_۱$ هرکدام ممکن است.

۱۶. می‌خواهیم تصویر یک جسم در یک آینه‌ی کاو (مقعر) کوچک‌تر از خود جسم شود. برای این منظور کدام رابطه باید بین فاصله‌ی جسم تا آینه (P) و فاصله‌ی کانونی آینه (f) برقرار می‌باشد؟

۱) $P > ۲f$ ۲) $P < f$ ۳) $P < ۲f$ ۴) $۲f > P > f$

۱۷. فاصله‌ی یک شیء از عدسی واگرایی، ۵ برابر فاصله‌ی کانونی عدسی است. در این صورت طول شیء چند برابر طول تصویر است؟

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۶ ۴) ۷

۱۸. فشارسنجی را درون سیالی به چگالی $\rho = ۲\frac{g}{cm^۳}$ به تدریج پایین می‌بریم. در ازای هریک سانتی‌متر که پایین می‌رود، تقریباً چند پاسکال بر آن چه که نشان می‌دهد، اضافه می‌شود؟

۱) ۰/۰۲ ۲) ۰/۲ ۳) ۲۰ ۴) ۲۰۰

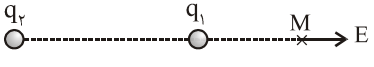
۱۹. سطح مقطع یک لوله‌ی موئین $۰/۴\ mm^۲$ می‌باشد. آن را در آب قرار می‌دهیم. آب تا ارتفاع ۴۰m از آن بالا می‌رود. نیروی موئینگی چند نیوتن است؟

۱) ۱۶ ۲) ۰/۱۶ ۳) ۰/۰۴ ۴) ۰/۶۴

۲۰. حجم جسم A، چهاربرابر حجم جسم B و جرم آن، ۱۰ برابر جرم جسم B است. چگالی جسم A چند برابر چگالی جسم B می‌باشد؟

۱) $\frac{۲}{۳}$ ۲) $\frac{۳}{۲}$ ۳) $\frac{۴}{۹}$ ۴) $\frac{۹}{۴}$

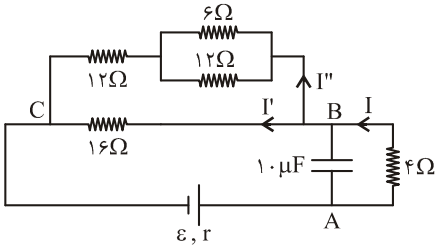
۲۱. میدان الکتریکی حاصل از بارهای الکتریکی $q_۱, q_۲$ در نقطه‌ی M روی خط واصل بارها مطابق شکل مقابل است. نوع بارالکتریکی آن‌ها به ترتیب کدام است؟



۱) مثبت- منفی ۲) منفی- مثبت

۳) مثبت- مثبت ۴) بسته به شرایط هرسه گزینه می‌تواند درست باشد.

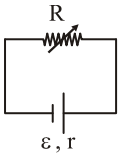
۲۲. اگر در شکل مقابل بارالکتریکی ذخیره شده درخازن ۱۲۰ μC باشد، شدت جریانی که از مقاومت ۶ اهمی می‌گذرد چند آمپر است؟



۱) ۰/۵ ۲) ۱

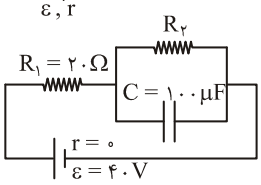
۳) $\frac{۲}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۲}$

۲۳. در شکل مقابل نسبت $\frac{R}{r}$ چه باشد تا توان مفید مدار بیشینه شود؟



۱) ۱ ۲) ۲ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) بی‌نهایت

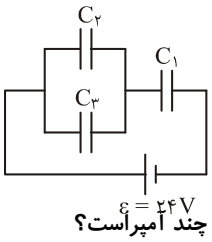
۲۴. اگر در مدار شکل مقابل $R_۲$ را از صفر تا بی‌نهایت افزایش می‌دهیم، انرژی خازن C چگونه تغییرمی‌کند؟



۱) از صفرتا ۰/۰۸J ۲) از ۰/۰۲J تا ۰/۰۴J

۳) از صفر تا ۰/۱۶J ۴) از ۰/۰۳J تا صفر

۲۵. سه خازن با ظرفیت‌های $C_۱ = ۲\mu F, C_۲ = ۴\mu F$ و $C_۳ = ۶\mu F$ مطابق شکل بسته شده‌انـد. بـارالکتریکی $C_۲$ چنـد میکروکولن است؟



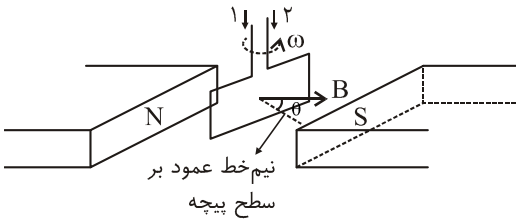
۱) ۸ ۲) ۱۲

۳) ۱۶ ۴) ۲۰

۲۶. ضریب خودالقایی القاگری ۲۰ میلی هانری است. اگر انرژی ذخیره شده در آن ۰/۰۴ ژول باشد، شدت جریان داخل آن چند آمپراست؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۷. شکل مقابل پیچه‌ای را نشان می‌دهد که با بسامد زاویه‌ای ω در جهت نشان داده شده می‌چرخـد. جریـان القـایی مـدار در کـدام جهـت بـوده و انـدازه‌ی نیـروی محرکه‌ی القایی در لحظه‌ی نشان داده شده در شکل درچه حالتی است؟



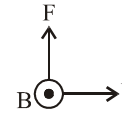
۱) ۱، افزایش ۲) ۱، کاهش

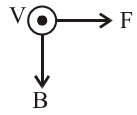
۳) ۲، افزایش ۴) ۲، کاهش

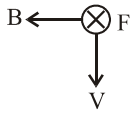
۲۸. در یک سیم‌لوله اگر با ثابت ماندن همه‌ی عوامل، فقط شدت‌جریان عبوری از آن را ۲ برابر کنیم میدان مغناطیسی ایجادشده در داخـل آن، چنـد برابر می‌شود؟

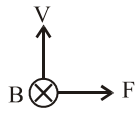
۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۸ ۴) ۱۶

۲۹. یک الکترون با سرعت $\vec{V}$ عمود بر یک میدان مغناطیسی $\vec{B}$ حرکت می‌کند و به آن نیروی F وارد می‌شود کدام شکل وضعیت این سه بـردار را درست نشان می‌دهد؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۳۰. در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل یک نوسان‌گر ۴ برابر انرژی جنبشی آن است، سرعت نوسان‌گر $۴\frac{m}{s}$ می‌باشد. بیشـینه‌ی سـرعت ایـن نوسـان‌گـر چندمتر بر ثانیه است؟

۱) $۲\sqrt{۵}$ ۲) $\frac{\sqrt{۵}}{۲}$ ۳) $\sqrt{۵}$ ۴) $۴\sqrt{۵}$

۳۱. به انتهای یک فنر به جرم ناچیز وزنه‌ی ۱ کیلوگرمی می‌آویزیم و آن را در راستای قائم با دامنه‌ی کم بـه نوسـان درمـی‌آوریـم. اگـر ثابـت فنـر $۴۰\frac{N}{m}$ باشد، وزنه در هر دقیقه چند نوسان کامل انجام می‌دهد؟ $(\pi^۲ = ۱۰)$

۱) ۲۰ ۲) ۳۰ ۳) ۶۰ ۴) ۱۲۰

۳۲. دوره‌ی آونگ ساده‌ای ۲ ثانیه است. کاهش طول آونگ چه کسری از طول اولیه‌ی آونگ شود تا دوره‌ی آن ۱ ثانیه شود؟

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۳}{۴}$ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) $\frac{۲}{۵}$

۳۳. معادله‌ی موجی در SI به صورت $U_y = A\sin(\omega t - ۱۰\pi x)$ است. این موج فاصله‌ی ۳۰ سانتی‌متر را در ۰/۰۳ ثانیه می‌پیماید. این موج در هـر دقیقه چند نوسان انجام می‌دهد؟

۱) ۶۰۰ ۲) ۱۲۰۰ ۳) ۱۵۰۰ ۴) ۳۰۰۰

۳۴. امواج حاصل از یک منبع ارتعاشی که بسامد آن $۴۰\,Hz$ است با سرعت $۸\,\frac{m}{s}$ در یک بعد منتشر می‌شود. نزدیک‌ترین فاصله‌ی بین دو نقطه که در فاز مقابل‌اند چند متراست؟

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۰۵ ۳) ۰/۲ ۴) ۰/۴

۳۵. سرعت صوت در گازهیدروژن با دمای $۲\sqrt{۲},۲۷^{\circ}C$ برابر سرعت صوت در گاز اکسیژن θ چند درجه سانتی‌گراد است. θ چند درجه سانتی‌گراد می‌باشد؟

۱) ۳۲۷ ۲) ۶۰۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۲۷

۳۶. شنونده‌ای در یک فضای باز به صدای رادیو گوش می‌دهد. اگر فاصله‌ی او تا رادیو ۵ برابر شود، تراز شدت صوت چند دسی‌بل کاهش می‌یابد؟

۱) ۲۱ ۲) ۷ ۳) ۱۴ ۴) ۳۰

۳۷. کدام مورد از نظر فیزیکی درست نیست؟

۱) وقتی نور از آب وارد هوا می‌شود سرعت آن افزایش می‌یابد.

۲) در عبور نور از یک محیط به محیط دیگر، با افزایش سرعت نور، بسامد آن نیز افزایش می‌یابد.

۳) در عبور نور از یک محیط به محیط دیگر، اگر سرعت نور افزایش یابد، طول موج آن نیز افزایش می‌یابد.

۴) در بازتابش نور از سطح خمیده، زاویه‌ی تابش و زاویه‌ی بازتابش باهم برابرند.

۳۸. در آزمایش یانگ اگر فاصله‌ی پنجمین نوارتاریک از نوار روشن مرکزی برابر ۴/۵ میلی‌متر باشد عرض هر نوار تاریک یا روشن چند میلی‌متر است؟

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) $\frac{۲}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۴}$

۳۹. در یک دمای معین و درمقایسه با اجسام دیگر جسم سیاه . . . گسیلنده و . . . جذب کننده‌ی موج‌های الکترومغناطیسی است؟

۱) بهترین- بهترین ۲) بهترین- بدترین ۳) بدترین- بدترین ۴) بدترین- بهترین

۴۰. اگر در اتم هیدروژن انرژی الکترون در مدار اول ($E_۱$) برابر ۱۳/۶- الکترون ولت باشد، انرژی الکترون در مدار سوم ($E_۳$) برابر چند الکترون ولت خواهدشد؟

۱) ۰/۸۵- ۲) ۴/۵- ۳) ۳/۴- ۴) ۱/۵۱-

۴۱. یک عنصر رادیواکتیو چه ذراتی را باید تابش کند تا بدون تغییرعدد اتمی عددجرمی آن ۸ واحد کم شود؟

۱) دو ذره α و ۴ ذره β ۲) دو ذره α و دو ذره β

۳) دو ذره α و یک ذره β ۴) یک ذره α و ۲ ذره β

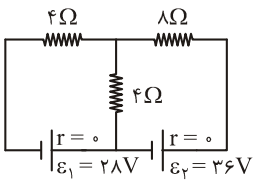
۴۲. چنددرصد از هسته‌های یک عنصر رادیواکتیو بعد ازمدتی معادل ۴ برابر نیم عمر، تجزیه نشده باقی می‌ماند؟

۱) ۶/۲۵ ۲) ۱۲/۵ ۳) ۳/۱۲۵ ۴) ۲۵

☆ **۴۳.** اگر R ثابت گازها برحسب $\frac{J}{mol.k}$ باشد، مقدار گرمایی که در فشارثابت باید به یک مول از گاز تک اتمی بدهیم تا دمای آن ۱ کلوین بالا ببرد، برابر کدام است؟

۱) $\frac{۱}{۲}R$ ۲) $\frac{۳}{۲}R$ ۳) $\frac{۵}{۲}R$ ۴) $\frac{۷}{۲}R$

۴۴. در مدار شکل مقابل شدت جریان الکتریکی در مقاومت ۸ اهمی چندآمپراست؟



۱) ۷/۶ ۲) ۶/۲
۳) ۵ ۴) ۶

☆ **۴۵.** یک خنک‌کننده در هر ساعت $۳\times۱۰^{۶}\,J$ گرما از اتاق گرفته و درهمان مدت $۳/۹\times۱۰^{۶}\,J$ گرما به فضای بیرون می‌دهد. توان این خنک‌کننده چند کیلووات است؟

۱) ۰/۲ ۲) ۰/۲۵ ۳) ۲ ۴) ۲/۵

آزمون (۷)

۱. یک منبع گسترده‌ی نور از جسم کدری که به موازات آن قرار دارد، سایه و نیم‌سایه‌ای بر روی پرده تشکیل داده است. اگراندازه‌ی جسم کدر را سه برابرکنیم. پهنای نیم سایه چند برابرمی‌شود؟

۱) سه برابر ۲) بیش‌تر از سه برابر و کم‌تر از ۹ برابر

۳) ۹ برابر ۴) تغییرنمی‌کند.

۲. پرتو نوری از هوا به جسمی می‌تابد، بخشی از آن می‌شکند و وارد جسم می‌شود و بخش دیگر بازتاب می‌شود اگر پرتو شکست عمود بر پرتوبازتابش باشد و ضریب شکست جسم $n=\sqrt{۳}$، باشد، زاویه‌ی شکست چند درجه است؟

۱) ۳۰° ۲) ۳۷ ۳) ۴۵ ۴) ۶۰

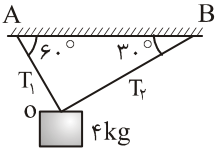
۳. درون ظرفی تا ارتفاع ۳۰cm از مایعی ریخته‌ایم. وقتی به طورقائم از بالا به کف ظرف نگاه می‌کنیم. کف ظرف را 6cm بالاترمی‌بینیم. از همان مایع به ارتفاع مایع چند سانتی‌متر بیافزائیم تا وقتی به طورقائم به کف ظرف نگاه کنیم آن را در ۳۰ سانتی‌متری از سطح مایع ببینیم؟

۱) ۱/۲ ۲) ۶ ۳) ۷/۵ ۴) ۱۲

۴. در یک عدسی، حداکثر فاصله‌ی تصویر تا عدسی ۴۰cm است. اگرجسمی در فاصله‌ی ۱۰ cm از این عدسی قرار گیرد، بزرگ‌نمایی خطی تصویر آن چه می‌شود؟

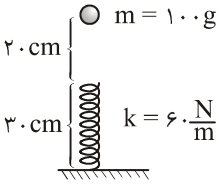
۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۳}{۴}$ ۳) $\frac{۱}{۵}$ ۴) $\frac{۴}{۵}$

۵. در شکل مقابل اگر نخ OA بریده شود، درست در لحظه‌ی قطع نخ وزنه با چه شتابی حرکت می‌کند؟



۱) $۵\sqrt{۳}$ ۲) ۵ ۳) $۲\sqrt{۳}$ ۴) ۲

۶. در شکل مقابل، گلوله رها می‌شود. درچه فاصله‌ای از زمین سرعت گلوله به بیش‌ترین مقدار خود می‌رسد؟



۱) ۳۰cm ۲) $\frac{۸۵}{۳}$cm ۳) ۲۰cm ۴) ۱۸cm

۷. سطح مقطع یک لوله‌ی موئین $۰/۴mm^۲$ می‌باشد. آن را در آب قرار می‌دهیم. آب تا ارتفاع ۴۰ متر از آن بالا می‌رود. نیروی موئینگی چند نیوتن است؟

۱) ۰/۰۴ ۲) ۱۶ ۳) ۰/۱۶ ۴) ۰/۶۴

۸. فشار در بالا و پایین یک کوه به ترتیب $۸/۵\times۱۰^۴ Pa$ و $۱۰^۵ Pa$ می‌باشد. اگر چگالی متوسط هوا $۱/۲ \frac{kg}{m^۳}$ باشد. ارتفاع کوه چندمتراست؟

۱) ۱۲۰۰ ۲) ۱۲۵۰ ۳) ۱۵۰۰ ۴) ۳۰۰۰

۹. یک گرماسنج با ظرفیت گرمایی $۱۵۰ \frac{J}{°C}$ محتوی ۰/۵kg آب $۸\,°C$ است. یک قطعه فلز بادمای $۱۱۰\,°C$ را در آن وارد می‌کنیم دمای تعادل $۱۰\,°C$ می‌شود. ظرفیت گرمایی قطعه فلزچند $\frac{J}{°C}$ است؟

۱) ۴۵ ۲) ۳۹ ۳) ۵۴ ۴) ۱۰۰

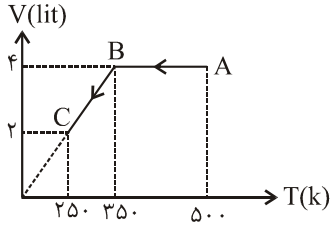
۱۰. حجم یک قطعه آهن دردمای $۳۰\,°C$ برابر $۱۰۰ cm^۳$ است. اگر دمای آن را به $۸۰\,°C$ برسانیم، افزایش حجم آن برحسب سانتی‌متر مکعب به کدام گزینه نزدیک‌تر خواهد بود؟ $(\alpha = ۷/۸\times۱۰^{-۵} k^{-۱})$

۱) ۰/۴ ۲) ۰/۷ ۳) ۱/۲ ۴) ۱/۹

۱۱. می‌خواهیم مخزن فولادی به حجم ۲۵ لیتر را از هوای $۲۷\,°C$ تا فشار 6atm پرکنیم. برای این کار تلمبه می‌زنیم. در هربار $\frac{۱}{۲}$ لیتر هوای $-۳\,°C$ در فشار یک اتمسفر را وارد مخزن می‌کنیم. چندبار بایستی تلمبه بزنیم؟

۱) ۹۰ ۲) ۱۸۰ ۳) ۱۳۵ ۴) ۲۷۰

☆ **۱۲.** در شکل مقابل تغییرات حجم ۱ مول از یک گاز تک اتمی برحسب دمای مطلق رسم شده است.



گرمایی که گاز در فرآیند ABC از محیط می‌گیرد چندژول است؟

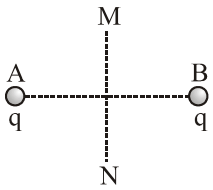
۱) ۳۴۰۰ ۲) ۲۴۰۰

۳) ۳۸۰۰ ۴) ۱۹۰۰

☆ **۱۳.** یک یخچال در مدت ۲۰ دقیقه $2kg$ آب $20\,^\circ C$ را به یخ $-10\,^\circ C$ تبدیل می‌کند. ضریب عملکرد آن $k = 4$ می‌باشد توان موتوریخچال چند وات است؟

۱) ۱۸۳/۷۵ ۲) ۱۴۷۰ ۳) ۷۳۵ ۴) ۳۶۷/۵

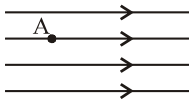
۱۴. دو بار نقطه‌ای q در دو نقطه‌ی A و B قرار دارند. روی عمودمنصف AB از نقطه‌ی M به N می‌رویم اندازه میدان الکتریکی چه تغییری می‌کند؟



۱) کاهش می‌یابد ۲) ابتداکاهش و سپس افزایش می‌یابد.

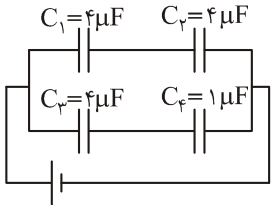
۳) افزایش، کاهش، افزایش، کاهش می‌یابد. ۴) گزینه‌های ۲ و ۳ می‌تواند درست باشد.

۱۵. مطابق شکل ذره‌ای با بار $-1\mu c$ و جرم ۸ میلی‌گرم را با سرعت $4\frac{m}{s}$ در جهت خطوط میدان پرتاب می‌کنیم. سرعت ذره در لحظه‌ی عبور از نقطه‌ای که ولتاژ آن ۱۶ ولت کم‌تر از ولتاژ A می‌باشد چند $\frac{m}{s}$ می‌شود؟



۱) ۱ ۲) $\sqrt{3}$ ۳) ۲ ۴) $2\sqrt{3}$

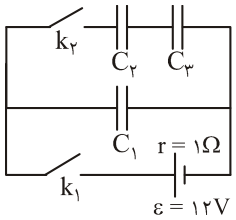
۱۶. در شکل مقابل اختلاف پتانسیل دو سر خازن C_1 $100V$ می‌باشد. اختلاف پتانسیل دو سر خازن C_2 چند ولت است؟



۱) ۲۰ ۲) ۴۰

۳) ۵۰ ۴) ۱۰۰

۱۷. درشکل مقابل، ظرفیت هر خازن $20\mu F$ است. اگر کلید k_1 را باز و k_2 را ببندیم. چند ژول انرژی در خازن C_2 ذخیره می‌شود. (خازن‌های C_1 و C_2 در ابتدا بدون بارهستند)



۱) $1/6\times10^{-2}$ ۲) $1/6\times10^{-4}$

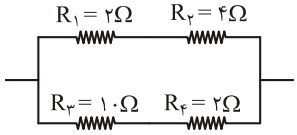
۳) $3/2\times10^{-4}$ ۴) $3/2\times10^{-2}$

۱۸. ضریب دمایی مقاومت فلزی $\alpha = \frac{1}{250}\,^\circ C^{-1}$ می‌باشد. در چه دمایی مقاومت الکتریکی آن، دو برابر مقاومت الکتریکی آن در دمای صفردرجه سانتی‌گراد است؟

۱) $500\,^\circ C$ ۲) $250k$

۳) $250\,^\circ C$ ۴) $273\,^\circ C$

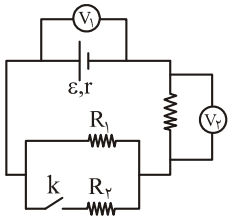
۱۹. چهارمقاومت مطابق شکل، به دو سر مولدی وصل شده‌اند. درکدام مقاومت، گرما بیش‌تر تولیدمی‌شود؟



۱) R_1 ۲) R_2

۳) R_3 ۴) R_4

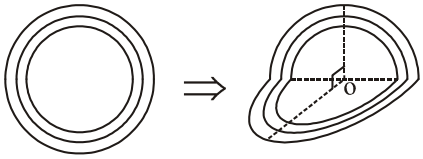
۲۰. در مدار شکل مقابل با وصل کلید k اعداد که ولت‌سنج‌های V_1 و V_2 نشان می‌دهند چه تغییری می‌کند؟



۱) کم- کم ۲) زیاد- زیاد

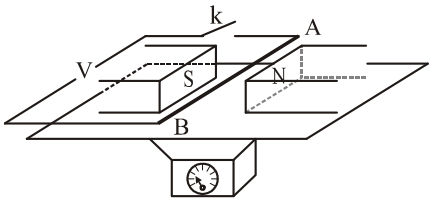
۳) کم- زیاد ۴) زیاد- کم

۲۱. مطابق شکل مقابل، پیچه‌ای دارای ۵۰ حلقه می‌باشد. آن را از وسط تا می‌کنیم تا دو نیمه‌ی آن برهم عمود شوند. اگر جریان ۲۰A از پیچه عبورکند و شعاع حلقه‌های پیچه $4\pi cm$ باشد اندازه‌ی میدان مغناطیسی در نقطه‌ی O چند گوس می‌شود؟



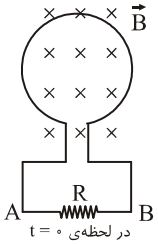
۱) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) $\sqrt{2}$ ۴) ۲

۲۲. در شکل زیر سیم افقی AB در میدان مغناطیسی یکنواخت بین دو قطب معلق می‌باشد. و قبل از وصل کلید k ترازو عدد ۱۰N را نشان می‌دهد. پس از وصل کلیدk ، جریان ۲۰A از سیم می‌گذرد و ترازو عدد ۸N را نشان می‌دهد. اگر طول سیم ۱۰cm باشد، اندازه‌ی میدان چند تسلا و جهت جریان در سیم چیست؟



۱) ۰/۰۱T و از A به B ۲) ۰/۰۱ T و از B به A ۳) ۱T و از A به B ۴) ۱T و از B به A

۲۳. مطابق شکل مقابل حلقه‌ی فلزی عمود برخطوط میدان مغناطیسی‌ای متغیر قرار دارد. اگر معادله‌ی شار مغناطیسی که از حلقه می‌گذرد در SI به صورت $\varphi = t^2 - 9$ باشد در لحظه‌ی $t = 3$ بزرگی نیروی محرکه‌ی القایی چند ولت و جهت جریان القایی در مقاومت R چگونه است؟



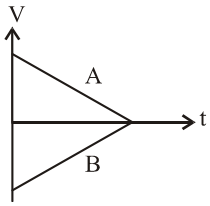
۱) ۶V و از B به A ۲) ۶V و از A به B

۳) ۹V و از B به A ۴) ۹V و از A به B

۲۴. از سیم‌لوله‌ای، جریانی به معادله‌ی $i = 2t^2 + 4t$ (درSI) می‌گذرد. اگر ضریب خودالقایی سیم‌لوله ۰/۲H باشد اندازه‌ی نیروی محرکه القایی در $t = 1$ چند ولت است؟

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۱/۶ ۴) ۱/۲

۲۵. نمودار V-t دو متحرک A و B مطابق شکل مقابل رسم شده است. نوع حرکت آن‌ها چگونه است؟



۱) A کندشونده در جهت منفی و B کندشونده در جهت مثبت

۲) A کندشونده درجهت مثبت وB کندشونده در جهت منفی

۳) A و B هردو کندشونده در جهت منفی

۴) A و B تندشونده در جهت مثبت

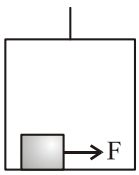
۲۶. دو جسم در شرایط خلأ از ارتفاع h با سرعت $30\ \frac{m}{s}$ یکی روبه بالا و دیگری رو به پایین پرتاب می‌شوند. اگر زمان رسیدن به زمین برای یکی دو برابر دیگری باشد. h چند متر است؟

۱) ۹۰ ۲) ۱۸۰ ۳) ۲۷۰ ۴) ۳۶۰

۲۷. بردار مکان ذره‌ای در SI به صورت $\vec{r} = (3t^2 + 5)\vec{i} + (t^3 - 4t^2 + 2)\vec{j}$ است. در لحظه‌ای که مؤلفه‌ی قائم شتاب صفر است، مولفه افقی سرعت چندمتر بر ثانیه است؟

۱) $\frac{4}{3}$ ۲) ۱۳ ۳) $\frac{8}{3}$ ۴) ۸

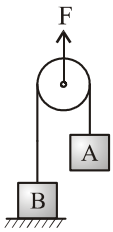
۲۸. در شکل مقابل آسانسور ساکن و جسم A توسط نیروی F با سرعت ثابتی درکف آسانسور کشیده می‌شود. اگر آسانسور با شتابی ثابت شروع به بالارفتن نماید و اندازه‌ی نیروی F ثابت بماند، حرکت جسم A در کف آسانسور . . .



۱) بازهم با سرعت ثابت خواهدبود. ۲) تندشونده خواهدبود.

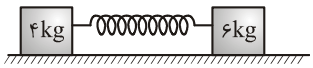
۳) کندشونده خواهدبود ۴) معلومات داده شده کافی نیست

۲۹. در شکل روبه‌رو $m_A = ۱kg$ و $m_B = ۴kg$ و وزن قرقره ۴N می‌باشد. حداقل F چند نیوتن باشد تا جسم B در آستانه‌ی جدا شدن از سطح زمین باشد؟



۱) ۹۰N
۲) ۱۴۰ N
۳) ۱۳۸ N
۴) ۹۶ N

۳۰. دو جسم به جرم‌های ۴kg و ۶kg به فنری به ثابت $۲۰۰ \frac{N}{m}$ بسته شده‌اند. و درحالتی که فنر طول عادی خود را دارد برسطح افقی که ضریب اصطکاکش با دو جسم $\mu_s = ۰/۲$ می‌باشد قرار دارند. حداکثر دو جرم را چند سانتی‌متر می‌توان از این حالت به هم نزدیک کرد تا وقتی مجموعه را رها کنیم دو جسم بازهم ساکن بمانند؟

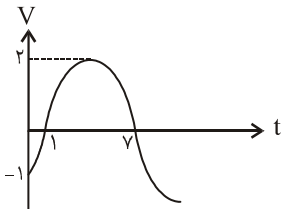


۱) ۴
۲) ۶
۳) ۱۰
۴) ۱۲

۳۱. تابع مکان زاویه‌ای – زمان جسمی که بر روی مسیر دایره‌ای به شعاع ۸m حرکت می‌کند در SI به صورت $\theta = (t^۲ + ۱)\frac{\pi}{۳}$ است در بازه‌ی زمانی بین صفر تا $t = ۲s$ سرعت متوسط خطی این جسم چندمتر برثانیه است؟

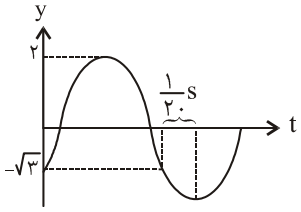
۱) ۴
۲) $۲\sqrt{۳}$
۳) $۴\sqrt{۳}$
۴) ۲

۳۲. نمودار سرعت – زمان نوسانگر مطابق شکل زیر است. فاز اولیه حرکت نوسانگر چند رادیان است؟



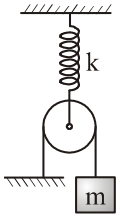
۱) $\frac{۱۱\pi}{۶}$
۲) $\frac{۵\pi}{۱۲}$
۳) $\frac{۴\pi}{۳}$
۴) $\frac{۷\pi}{۶}$

۳۳. نمودار مکان – زمان نوسانگر مطابق شکل مقابل است دوره حرکت چند ثانیه است؟



۱) ۲/۴
۲) ۱/۲
۳) ۰/۳
۴) ۰/۶

۳۴. در شکل مقابل دوره‌ی حرکت ارتعاشی جسم m چیست؟ (از جرم قرقره و نخ و اصطکاک‌ها صرف‌نظر شود)

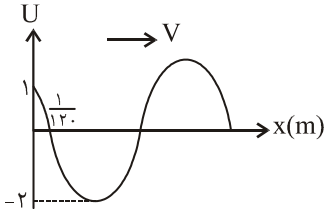


۱) $T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
۲) $T = \pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
۳) $T = ۴\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
۴) $T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{۲k}}$

۳۵. دو نقطه‌ی A و B واقع بریک ریسمان که در طول آن موج عرضی، بسامد ۱۰۰Hz ایجادشده قرار دارند اگر نقطه‌ی B سومین نقطه‌ی در فاز مقابل با نقطه‌ی A بوده و سرعت انتشار موج عرضی در طول ریسمان $۵۰ \frac{m}{s}$ باشد، فاصله‌ی دو نقطه از یکدیگر چند متر است؟

۱) ۱
۲) ۱/۲۵
۳) ۱/۵
۴) ۲

۳۶. نقش موجی در لحظه‌ی $t = ۰$ در یک طناب همگن مطابق شکل زیر است. اگر بسامد موج ۲۰Hz باشد، سرعت انتشار موج چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۱
۲) ۲
۳) ۱۰
۴) ۲۰

۳۷. در تار مرتعشی که یک سر آن باز است، ۲گره به فاصله‌ی ۱۰ سانتی‌متر از یکدیگر تشکیل شده است. اگر سرعت انتشار ارتعاشات در طول آن $800 \frac{m}{s}$ باشد، بسامد هماهنگ سوم تارچند هرتز است؟

۱) ۳۰۰۰ ۲) ۴۰۰۰ ۳) ۶۰۰۰ ۴) ۸۰۰۰

۳۸. در طول لوله صوتی بسته‌ای ۲ گره به فاصله‌ی $20cm$ از یکدیگر تشکیل شده است. اگر بسامد صوت لوله $820Hz$ باشد دمای هوای درون لوله چند درجه سانتی‌گراد است؟

۱) -۵ ۲) -۱۰ ۳) ۵ ۴) ۱۰

☆ **۳۹.** بسامد صوتی که یک چشمه گسیل می‌کند $300Hz$ است. اگر این چشمه با سرعت $20 \frac{m}{s}$ روی یک خط راست حرکت کند، اختلاف طول موج دریافتی در جلوی منبع و عقب منبع چند سانتی‌متراست؟

۱) $\frac{1}{120}$ ۲) $\frac{1}{60}$

۳) $\frac{1}{240}$ ۴) بستگی به سرعت انتشار صورت در محیط دارد.

۴۰. اگر معادله‌ی میدان مغناطیسی برای موج‌های الکترومغناطیسی به صورت $\vec{B} = B_m \sin(\pi \times 10^{16} t - \frac{\pi}{6} \times 10^{8} x)\vec{j}$ باشد، میدان الکتریکی کدام گزینه است؟

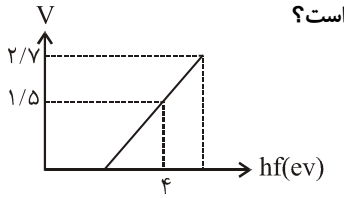
۱) $E = -E_m \sin(\pi \times 10^{16} t - \frac{\pi}{3} \times 10^{8} x)\vec{k}$ ۲) $E = E_m \sin(\pi \times 10^{16} t - \frac{\pi}{3} \times 10^{8} y)\vec{k}$

۳) $E = E_m \sin(\frac{\pi}{3} \times 10^{8} t + \pi \times 10^{16} z)\vec{i}$ ۴) $E = E_m \sin(\pi \times 10^{16} t - \frac{\pi}{3} \times 10^{8} z)\vec{i}$

۴۱. آزمایش یانگ را یک بار در هوا و بار دوم در محیطی شفاف به ضریب شکست n انجام داده‌ایم. اگر سومین نوار روشن در آزمایش‌اول در محل تشکیل و پنجمین‌نوار تاریک در آزمایش‌دوم تشکیل شده‌باشد، ضریب شکست‌محیط چیست؟

۱) ۱ ۲) ۱/۵ ۳) $\frac{5}{3}$ ۴) ۱/۲۵

۴۲. منحنی ولتاژ قطع نسبت به انرژی فوتون‌ها برحسب ev رسم شده است. برای چه فوتونی ولتاژ قطع $2/7V$ است؟



۱) ۴/۲ ۲) ۵/۲

۳) ۶/۳ ۴) ۴/۵

۴۳. یک الکترون در مدار $n = 5$ قرار دارد. الکترون ابتدا به مدار $n = 2$ و سپس $n = 1$ پرش می‌کند. کدام خط از کدام رشته تابش می‌شود؟

۱) چهارم بالمر و چهارم لیمان ۲) سوم بالمر و اول لیمان ۳) سوم بالمر و چهارم لیمان ۴) پنجم بالمر و دوم لیمان

۴۴. انرژی بستگی $_{2}^{4}He$ چند Mev است؟ جرم اتمی $_{3}^{4}He$ برابر $4/002603 U$ و جرم پرتون و نوترون به ترتیب $1/007276 U$ و $1/008665 U$ می‌باشد؟

۱) ۲۷/۲۷ ۲) ۲۲/۱۱ ۳) ۳۲/۰۷ ۴) ۲۰/۲۱

☆ **۴۵.** در کدام نیم رساناها بیش‌تر حاملان بار، الکترون‌ها هستند؟

۱) n ۲) P

۳) ذاتی ۴) در همه نوع نیم‌رساناها، سهم الکترون و حفره یکسان است.

آزمون (۸)

۱. اتومبیلی از حال سکون با شتاب ثابت a_1 در مسیر مستقیم شروع به حرکت می‌کند. بعد از مدتی، ادامه مسیر را در همان جهت با شتاب ثابت a_2 طی می‌کند تا بایستد. اگر مسافت طی شده در مرحله‌ی اول، ۳ برابر مسافت طی شده در مرحله‌ی دوم باشد، زمان حرکت در قسمت دوم چند برابر زمان کل حرکت می‌باشد؟

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) $\frac{۱}{۴}$ ۴) $\frac{۱}{۳}$

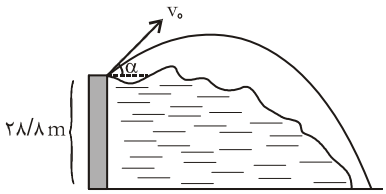
۲. گلوله‌ای را در شرایط خلأ از ارتفاع ۱۲۵ متری بالای سطح زمین بدون سرعت اولیه رها می‌کنیم. چند ثانیه بعد، گلوله‌ی B را از همان ارتفاع رها کنیم تا حداکثر فاصله‌ی آن‌ها از یکدیگر به ۴۵ متر برسد؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) $\sqrt{۲}$ ۴) ۳

۳. متحرکی در صفحه حرکت می‌کند و معادله‌ی مکان آن در SI به صورت $\vec{r}=(t^۳-۳t^۲+۴t)\vec{i}+(۲t^۲-۸t)\vec{j}$ است. در لحظه‌ای که مولفه‌ی قائم سرعت صفر است، مؤلفه‌ی افقی شتاب چند متر بر مجذور ثانیه است؟

۱) ۳ ۲) ۶ ۳) ۸ ۴) ۱۲

☆ **۴. مطابق شکل گلوله‌ای را در شرایط خلأ با سرعت اولیه $۱۸\frac{m}{s}$ تحت زاویه‌ی α نسبت به افق از ارتفاع ۲۸/۸m از سطح زمین روبه بالا پرتاب می‌کنیم گلوله با چه سرعتی برحسب متر بر ثانیه به زمین برخورد می‌کند؟**

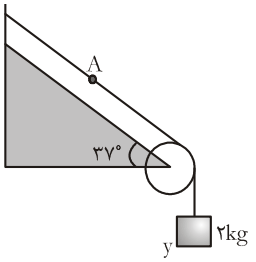


۱) ۴۰ ۲) ۲۰
۳) ۲۵ ۴) ۳۰

۵. جسمی به جرم ۲kg تحت اثر دو نیروی $\vec{F_۲}, \vec{F_۱}=۹\vec{i}-۱۲\vec{j}$ با سرعت ثابت $\vec{V}=۳\vec{i}+۲\vec{j}$ حرکت می‌کند. اندازه‌ی نیروی $\vec{F_۲}$ کدام است؟

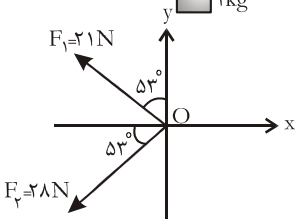
۱) ۱۵ ۲) ۱۸ ۳) $۱۰\sqrt{۲}$ ۴) $\sqrt{۱۴}$

۶. در شکل مقابل، کشش نخ در نقطه‌ی A چند نیوتن است؟ (جرم نخ و اصطکاک ناچیز است)



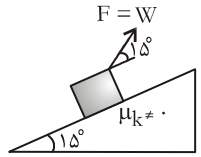
۱) ۲۰ ۲) ۱۶
۳) ۱۲ ۴) ۴

۷. در شکل مقابل دو نیروی $F_۱$ و $F_۲$ در صفحه‌ی xoy بر نقطه‌ی o اثر می‌کنند نیروی $\vec{F_۳}$ در جهت مناسب بر نقطه‌ی o اثر می‌کند تا برآیند سه نیرو صفر شود. اندازه‌ی نیروی $F_۳$ چند نیوتن است؟



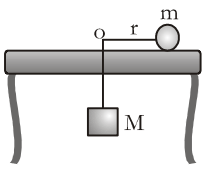
۱) $۲۱\sqrt{۲}$ ۲) ۳۵
۳) $۲۸\sqrt{۲}$ ۴) ۴۹

۸. به جسمی به وزن w نیروی F مطابق شکل وارد می‌شود. جسم با سرعت ثابت به طرف پایین حرکت می‌کند. اندازه‌ی نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند چقدر است؟



۱) $\sqrt{۳}F$ ۲) $\sqrt{۲}F$ ۳) صفر ۴) F

۹. از سوراخ وسط میزی نخی رد شده و به دو انتهای نخ دو وزنه به جرم‌های M و m متصل شده است. مطابق شکل m را حول سوراخ o بر روی دایره‌ای به شعاع r بر روی میز بدون اصطکاک با سرعت زاویه‌ای ω چنان دوران می‌دهیم که وزنه‌ی M بالا یا پایین نرود. r چیست؟



۱) $\frac{\omega^۲}{g}$ ۲) $\frac{g}{\omega^۲}$ ۳) $\frac{mg}{M\omega^۲}$ ۴) $\frac{Mg}{m\omega^۲}$

۱۰. جسم A به جرم ۲m از ارتفاع h از سطح زمین و جسم B به جرم m از ارتفاع ۳h از سطح زمین رها می‌شوند. انرژی جنبشی جسم B هنگام رسیدن به زمین چند برابر انرژی جنبشی جسم A هنگام رسیدن به زمین می‌باشد؟

۱) $\frac{۲}{۳}$ ۲) $\frac{۳}{۲}$ ۳) $\frac{۹}{۴}$ ۴) $\frac{۴}{۹}$

۱۱. m_1 کیلوگرم آب با دمای $5\,^\circ C$ را با m_2 کیلوگرم آب با دمای $45\,^\circ C$ مخلوط کرده‌ایم اگر دمای تعادل آب $30\,^\circ C$ شود نسبت $\frac{m_1}{m_2}$ چیست؟

۱) $\frac{5}{2}$ ۲) $\frac{2}{5}$ ۳) $\frac{3}{5}$ ۴) $\frac{5}{3}$

۱۲. در دمای صفر درجه‌ی سانتی‌گراد، مساحت دو صفحه مربع شکل A_1 و A_2 و مساحت مربع سوم، $A_3 = 2A_1 + A_2$ است. اگر در دمای بالاتر از صفر نیز بین مساحت مربع‌ها همان رابطه برقرار باشد در صورتی که ضریب انبساط طولی مربع‌ها $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ باشد کدام رابطه برقرار باشد؟

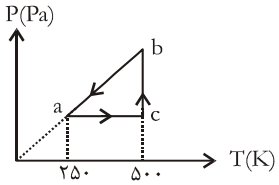
۱) $\alpha_3 = 2\alpha_1 + \alpha_2$ ۲) $A_3\alpha_3 = 2A_1\alpha_1 + A_2\alpha_2$ ۳) $\alpha_3 = \alpha_1 + \alpha_2$ ۴) $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3$

۱۳. در فرآیند تراکم بی‌در روی گاز کامل:

۱) دمای گاز افزایش می‌یابد. ۲) دمای گاز ثابت می‌ماند.

۳) تغییر انرژی درونی گاز صفراست ۴) انرژی درونی کاهش می‌یابد.

☆ **۱۴.** نمودار (P- T) برای یک مول گاز کامل دو اتمی، مطابق شکل است. کار انجام شده روی گاز در فرآیند ac چند ژول است؟



۱) صفر ۲) -2000

۳) -3000 ۴) باید فشار گاز در حالت a معلوم باشد

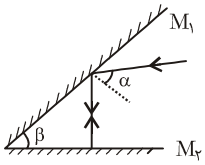
☆ **۱۵.** دمای چشمه‌ی سرد یک ماشین گرمایی کارنو، $27\,^\circ C$ و بازده آن ۴۰ درصد است. اگر با ثابت ماندن دمای چشمه‌ی گرم، بازده ماشین به ۵۰ درصد برسد دمای چشمه‌ی سرد چند درجه کاهش یافته است؟

۱) ۵۰ ۲) ۲۷ ۳) ۳۰ ۴) ۴۱

۱۶. در جلوی یک آینه کاو، جسم در کدام محدوده جابه‌جا شود تا فاصله‌اش از تصویر وارونه‌ی خود پیوسته افزایش یابد؟

۱) از کانون تا مرکز ۲) از سطح آینه تا کانون ۳) از فاصله‌ی دور تا کانون ۴) از مرکز آینه تا فاصله‌ی دور

۱۷. در شکل مقابل اگر $\alpha = 60^\circ$ باشد، β چند درجه است؟



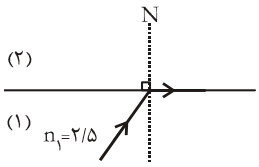
۱) 30° ۲) ۴۵

۳) ۶۰ ۴) ۷۵

۱۸. فاصله‌ی یک شیء از یک پرده ۸۰ سانتی‌متر است. یک عدسی همگرا در دو وضعیت به فاصله‌ی ۲۰ سانتی‌متراز یکدیگر از جسم دو بار تصویر واضحی بر روی پرده تشکیل می‌دهد. همگرایی عدسی چند دیوپتر است؟

۱) ۱۴ ۲) ۱۸/۷۵ ۳) $\frac{16}{3}$ ۴) $\frac{7}{3}$

۱۹. در شکل مقابل، پرتو نور در ورود از محیط (۱) به محیط (۲) 37° منحرف می‌شود. سرعت نور در محیط (۲) چند متر بر ثانیه است؟



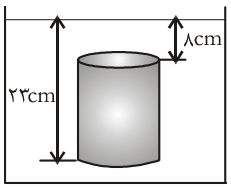
۱) $2/5\times10^8$ ۲) $6/25\times10^7$

۳) $1/25\times10^8$ ۴) $1/5\times10^8$

۲۰. یک لوله‌ی استوانه‌ی شکل به قطر $5cm$ تا ارتفاع $40cm$ از جیوه پر شده است نیرویی که از طرف جیوه برته لوله وارد می‌شود تقریباً چند نیوتن است؟ ($\pi = 3$ ، $\rho = 13/6 \frac{g}{cm^3}$ جیوه)

۱) ۴۵۰ ۲) ۳۵۰ ۳) ۳۰۰ ۴) ۴۰۰

۲۱. استوانه‌ای توپر که سطح قاعده‌ی آن $20\,cm^2$ است را مطابق شکل درون سیالی به چگالی $\rho = 2\frac{g}{cm^3}$ کرده‌ایم. برآیند نیروهای وارد بر استوانه از طرف سیال چند نیوتن است؟

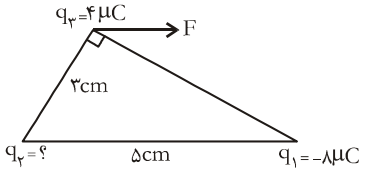


۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۱۰ ۴) ۲۰

۲۲. در مخلوطی از آب و یخ، مقداری یخ ذوب می‌شود و حجم مخلوط $10\,cm^3$ کاهش می‌یابد جرم یخ ذوب شده چند گرم است؟ ($\rho_{\text{یخ}} = 0/9 \frac{g}{cm^3}$ ، $\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{g}{cm^3}$)

۱) ۹۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۹ ۴) ۱۰

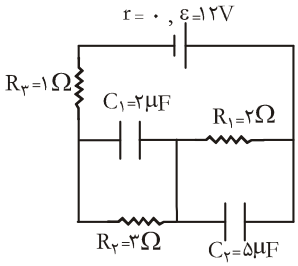
۲۳. سه بار نقطه‌ای مطابق شکل ثابت شده‌اند برآیند نیروهایی که q_1 و q_2 به q_3 وارد می‌کنند موازی با قاعده‌ی مثلث است. بار q_2 چند میکروکولن است؟



۱) $\frac{۲۷}{۸}$ ۲) $\frac{۹}{۴}$

۳) ۶ ۴) ۸

۲۴. در مدار شکل مقابل مجموع انرژی ذخیره شده در خازن‌ها چند میکروژول است؟



۱) ۳۸ ۲) ۵۷

۳) ۷۶ ۴) ۱۱۴

۲۵. تعداد خانه‌های یک شهر، یک میلیون است، اگر در هر شب، یک لامپ ۱۰۰ وات به مدت ۵ ساعت خاموش شود، در یک ماه، چند میلیارد تومان در مصرف برق صرفه‌جویی می‌شود؟ (بهای هر کیلووات ساعت برق ۴۰ تومان است.)

۱) ۰/۶ ۲) ۱/۲ ۳) ۶۰ ۴) ۱۲۰

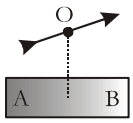
۲۶. چهارمقاومت ۴۰،۱۶،۱۰،۸ اهمی طوری به هم وصل شده‌اند که مقاومت معادل آن‌ها ۵Ω است اگر دو سر مجموعه را به منبع برقی وصل کنیم و از مقاومت ۱۶ اهمی جریان 5A کند، از مقاومت ۴۰ اهمی جریان چند آمپر عبور می‌کند؟

۱) ۱ ۲) ۲/۵ ۳) ۲ ۴) ۵

۲۷. ۳ خازن مشابه را یک بار به طور متوالی و بار دیگر به طورموازی می‌بندیم و در هر بار مجموعه را به ولتاژ V متصل می‌کنیم. انرژی ذخیره شده در حالت موازی چند برابر انرژی ذخیره شده در حالت متوالی می‌باشد؟

۱) ۳ ۲) $\frac{۱}{۳}$ ۳) ۹ ۴) $\frac{۱}{۹}$

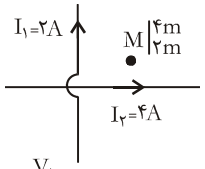
۲۸. در شکل مقابل عقربه‌ی مغناطیسی را در نقطه‌ی O واقع بر عمودمنصف آهنربای AB قرار داده‌ایم. قطب‌های A و B به ترتیب کدام قطب می‌باشند؟



۱) N-N ۲) N و S

۳) S و S ۴) S و N

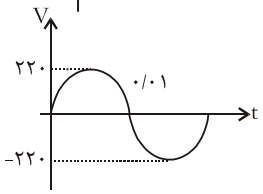
۲۹. در شکل روبه‌رو دو سیم مستقیم و بلند حامل جریان‌های I_1 و I_2 هستند و نقطه‌ی M در صفحه‌ی دو سیم قرار دارد. میدان مغناطیسی حاصل از دو سیم در نقطه‌ی M در کدام جهت و چند تسلا است؟



۱) $\otimes, ۳\times ۱۰^{-۷}$ ۲) $\odot, ۳\times ۱۰^{-۷}$

۳) $\odot, ۵\times ۱۰^{-۷}$ ۴) $\otimes, ۵\times ۱۰^{-۷}$

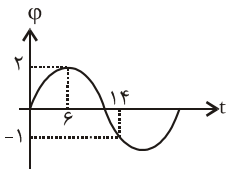
۳۰. نمودار اختلاف پتانسیل دو سر یک مقاومت ۱۰ اهمی برحسب زمان به شکل مقابل است معادله‌ی شدت‌جریان در SI کدام است؟



۱) $i = ۲۲\cos ۱۰۰\pi t$ ۲) $i = ۲۲\sin ۱۰۰\pi t$

۳) $i = ۱۰\sin ۱۰۰\pi t$ ۴) $i = ۱۰\sin ۵۰\pi t$

۳۱. نمودار تغییرات شارمغناطیسی عبوری از یک حلقه برحسب زمان مطابق شکل است. بزرگی نیروی محرکه القایی متوسط در حلقه در بازه‌ی زمانی ۶ تا ۱۴ ثانیه چند ولت است؟



۱) $\frac{۵}{۸}$ ۲) $\frac{۳}{۸}$ ۳) $\frac{۱}{۴}$ ۴) ۳

۳۲. در لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسان‌گر ۳ برابر انرژی پتانسیل آن است، سرعت نوسان‌گر $۴\ \frac{m}{s}$ می‌باشد. بیشینه‌ی سرعت نوسانگر چند $\frac{m}{s}$ است؟

۱) ۶ ۲) ۸ ۳) $۴\sqrt{۳}$ ۴) $\frac{۸\sqrt{۳}}{۳}$

۳۳. به انتهای فنری به جرم ناچیز و ضریب سختی $۴۰۰\frac{N}{m}$ جسمی به جرم $1kg$ آویخته‌ایم و در راستای قائم به نوسان در آورده‌ایم. وزنه در هر دقیقه چند نوسان انجام می‌دهد؟ $(\pi = ۳)$

۱) ۱۰۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۱۵۰ ۴) ۳۰۰

۳۴. دوره‌ی آونگ ساده‌ای ۲ ثانیه است، چه کسری از طول اولیه از طولش کم کنیم تا دوره‌ی آن ۱ ثانیه شود؟

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۳}{۴}$ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) $\frac{۱}{۳}$

۳۵. موجی که معادله‌ی آن در SI به صورت $U_y = A\sin(\omega t - ۱۰\pi x)$ است فاصله ۱۰ سانتی‌متر را در ۰/۰۴ ثانیه طی می‌کند این موج در هر دقیقه چند نوسان می‌کند؟

۱) ۷۵ ۲) ۲۵۰ ۳) ۷۵۰ ۴) ۱۰۰۰

۳۶. امواج حاصل از یک منبع ارتعاشی که بسامد آن ۴۰ هرتز است با سرعت $۸\frac{m}{s}$ در یک بعد منتشر می‌شود. نزدیک‌ترین فاصله‌ی بین دو نقطه که در فاز مقابل‌اند چند متراست؟

۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۵ ۳) ۰/۷۵ ۴) ۰/۱

۳۷. سرعت صوت در گاز هیدروژن $۲۷\,^\circ C$، $۲\sqrt{۲}$ برابر سرعت صوت در گاز اکسیژن $\theta^\circ C$ می‌باشد. θ چند درجه است؟

۱) ۶۰۰ ۲) ۵۴ ۳) ۳۲۷ ۴) ۲۳۴

۳۸. شنونده‌ای در یک فضای باز به صدای رادیو گوش می‌دهد. اگر فاصله‌ی او تا رادیو ۲۰ برابر شود تراز شدت صوت چند دسی‌بل کاهش می‌یابد؟

۱) ۱۷ ۲) ۱۳ ۳) ۲۶ ۴) ۳۰

۳۹. کدام مورد از نظر فیزیکی درست نیست؟

۱) وقتی نور از آب وارد هوا می‌شود سرعتش زیاد می‌شود.

۲) در بازتابش نور از سطح خمیده، زاویه‌ی تابش و زاویه‌ی بازتابش باهم برابرند.

۳) وقتی نور از هوا وارد آب می‌شود بسامد آن افزایش می‌یابد.

۴) وقتی نور در عبور از سطح جدایی دو محیط سرعتش زیاد شود طول موج آن نیز زیاد می‌شود.

۴۰. در آزمایش یانگ اگر فاصله‌ی سومین نوار تاریک از هفتمین نوار روشن واقع در یک طرف نوار مرکزی ۹ میلی‌متر باشد، عرض هر نوار چند میلی‌متر است؟

۱) ۱ ۲) ۱/۵ ۳) ۲ ۴) ۲/۵

۴۱. دو فنجان چای اولی پر رنگ و دومی کم رنگ در یک دما و در یک محل وجود دارند. پس از مدتی . . .

۱) چای لیوان اول خنک‌تر می‌شود ۲) چای لیوان دوم خنک‌تر می‌شود

۳) چای هر دولیوان یک دما خواهندداشت ۴) اظهارنظر نمی‌توان کرد.

۴۲. اگر الکترون از مدار اول هیدروژن به مدار دوم برود، سرعتش چند برابر می‌شود؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) $\frac{۱}{۴}$

۴۳. عنصر $_{Z}^{A}X$ چه ذراتی تابش کند تا به عنصر $_{Z+۱}^{A-۸}Y$ تبدیل شود؟

۱) دو α و چهار β ۲) چهار α و چهار β ۳) دو α و پنج β ۴) دو α و دو β

۴۴. چند درصد از هسته‌های یک عنصر رادیواکتیو بعد از ۲ نیمه عمر تجزیه نشده باقی می‌ماند؟

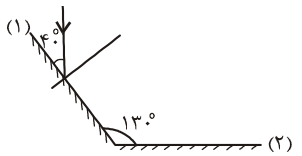
۱) ۵۰ ۲) ۷۵ ۳) ۲۵ ۴) ۳۷/۵

☆ **۴۵.** یک خنک‌کننده در هر ساعت $۱/۲\times۱۰^{۷}$ ژول گرما از اتاق می‌گیرد در همان مدت $۱/۵۶\times۱۰^{۷}$ ژول گرما به فضای بیرون می‌دهد. توان این خنک‌کننده چند کیلووات است؟

۱) ۰/۸ ۲) ۱ ۳) ۸ ۴) ۱۰

آزمون (۹)

۱. در شکل مقابل زاویه‌ی بین پرتو تابش روی آینه‌ی اول و بازتابش آن از آینه‌ی دوم چند درجه است؟

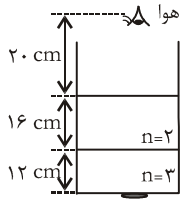


۱) ۱۰۰ ۲) ۹۰
۳) ۸۰ ۴) ۷۰

۲. یک آینه‌ی کروی از جسم کوچکی که روی محوراصلی آن قرار دارد، تصویری مجازی تشکیل داده که طولش کوچک‌تر از طول جسم است اگر فاصله‌ی جسم از کانون آینه، سه برابر شعاع آینه باشد، نوع آینه و بزرگ‌نمایی آن چیست؟

۱) $\frac{۱}{۵}$، کاو ۲) $\frac{۱}{۷}$ ، کوژ ۳) $\frac{۱}{۵}$، کوژ ۴) $\frac{۱}{۷}$ ، کاو

۳. در شکل یک سکه ته استکانی به ضریب شکست $n = ۳$ قرار داده‌ایم و روی آن دو مایع شفاف به ضریب شکست ۳ و ۲ ریخته‌ایم در این حالت تصویر سکه را در چند سانتی‌متری خود می‌بینیم؟



۱) ۲۸ ۲) ۳۲
۳) ۳۱/۲ ۴) ۴۸

۴. یک عدسی همگرا از شمعی به طول ۴ سانتی‌متر، تصویری به طول ۱۲ سانتی‌متر بر روی پرده تشکیل داده است. اگر جسم را به محل پرده منتقل کنیم. طول تصویر جدید چندسانتی‌متر خواهدشد؟

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۱۲ ۴) ۲۴

۵. کدام یک از اعداد زیر با استفاده از شیوه‌ی نمادگزاری علمی، درست نوشته شده است؟

۱) $۳/۰۵\times۱۰^{۲}$ ۲) $۴۱/۲\times۱۰$ ۳) $۰/۲۱۳\times۱۰^{۳}$ ۴) ۵۲۱

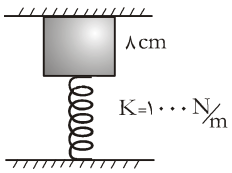
۶. جسمی به جرم ۴kg تحت اثر سه نیروی $\vec{F_۱} = -۱۴\vec{j}$ و $\vec{F_۲} = ۶\vec{i} + ۳\vec{j}$ و $\vec{F_۳} = ۳\vec{j}$ ازحال سکون شروع به حرکت می‌کند. کار برآیند نیروها در ۲ ثانیه‌ی اول چند ژول است؟

۱) ۱۲/۵ ۲) ۳۷/۵ ۳) ۲۵ ۴) ۵۰

۷. یک پشه می‌تواند روی آب شناور شود زیرا:

۱) حجم پشه کم است
۲) جرم پشه کم است
۳) چگالی پشه کم‌تر از چگالی آب است
۴) در سطح آب کشش سطحی وجود دارد

۸. مطابق شکل، مکعبی به ضلع ۸ سانتی‌متر که ۱۸N وزن دارد توسط فنری به سقف فشرده شده‌است. اگر فنر نسبت به‌طول‌طبیعی‌اش ۵cm فشرده شده باشد فشاری که مکعب به سقف وارد می‌کند چندکیلو پاسکال است؟



۱) ۵ ۲) ۹/۰۶ ۳) ۲۱/۲۵ ۴) ۱۰/۱۲

۹. چند گرم بخار آب ۱۰۰ °C را در ۱۱۸۰g آب ۱۰ °C وارد کنیم تا دمای تعادل برابر ۵۰ °C شود؟ $(C_{\text{آب}} = ۴/۲\frac{kJ}{kg.k}, L_V = ۲۲۶۸\frac{kJ}{kg})$

۱) ۵۰ ۲) ۸۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۲۰

۱۰. طول یک میله‌ی مسی در دماهای $\theta_۱$ و ۹۰۰°C به ترتیب $۱/۶۱۰۲m, ۱/۶m$ است. اگر ضریب انبساط طولی مس برابر $۱۷\times۱۰^{-۶}\frac{۱}{°C}$ باشد، $\theta_۱$ چند درجه سلسیوس است؟

۱) ۳۷۵ ۲) ۵۲۵ ۳) ۳۲۰ ۴) ۵۵۰

۱۱. مقدار معینی از یک گاز درون یک مکعب محبوس است اگر هر یک از ابعاد مکعب را دو برابر و دمای مطلق گاز را ۴ برابر کنیم نیرویی که همان مقدار گاز بر هر وجه مکعب وارد می‌کند چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۴

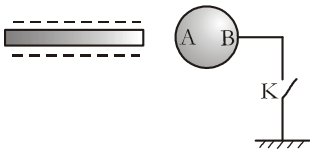
۱۲. مقدار معینی از یک گاز کامل در طی یک فرآیند بی‌دررروی انبساطی از یک حالت به حالت دیگر می‌رود. در این صورت:

۱) دمای گاز افزایش می‌یابد
۲) دمای گاز کاهش می‌یابد.
۳) گاز در تماس با یک چشمه‌ی گرم بوده
۴) بین گاز و محیط تبادل انرژی صورت نگرفته

۱۳. یخچالی در یک مدت معین، ۳ برابر کاری که دریافت می‌کند، گرما به محیط اطراف می‌دهد. اگر در یک مدت معین موتور این یخچال $400\,J$ کار انجام دهد، چند ژول گرما از مواد داخل آن گرفته است؟

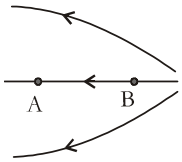
۱) ۴۰۰ ۲) ۶۰۰ ۳) ۸۰۰ ۴) ۱۶۰۰

۱۴. در شکل مقابل ابتدا کلید k بسته است. اگر کلید k را باز کنیم و سپس میله را از کره‌ی رسانا دورکنیم بار قسمت A . . . و بار قسمت B . . . می‌شود.



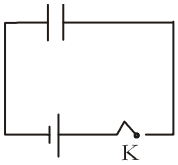
۱) منفی- منفی ۲) منفی- مثبت
۳) مثبت- مثبت ۴) صفر- مثبت

۱۵. شکل مقابل خطوط میدان‌الکتریکی را در قسمتی از فضا نشان می‌دهد بین شدت میدان در نقاط A و B و پتانسیل این نقاط کدام رابطه برقرار است؟



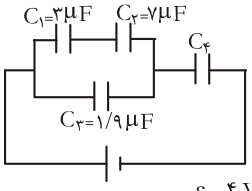
۱) $V_A > V_B, E_A < E_B$ ۲) $V_A < V_B, E_A < E_B$
۳) $V_A > V_B, E_A > E_B$ ۴) $V_A < V_B, E_A > E_B$

۱۶. در مدار شکل مقابل اگر کلید k را بازکنیم و سپس صفحه‌های خازن‌ها را به هم نزدیک کنیم. اختلاف پتانسیل دو سر خازن . . . و انرژی ذخیره شده در آن . . . می‌یابد.



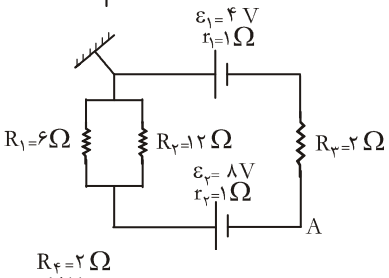
۱) کاهش- کاهش ۲) افزایش- افزایش
۳) کاهش- افزایش ۴) افزایش- کاهش

۱۷. در مدار شکل مقابل انرژی ذخیره شده در خازن C_1 برابر $294\,\mu J$ است. بار ذخیره شده در خازن C_4 چند میکروکولن است؟



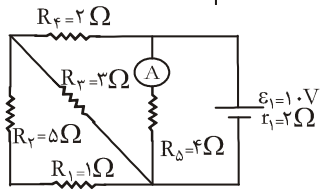
۱) ۶۰ ۲) ۷۰
۳) ۸۰ ۴) ۹۰

۱۸. در مدار شکل مقابل پتانسیل نقطه‌ی A چند ولت است؟



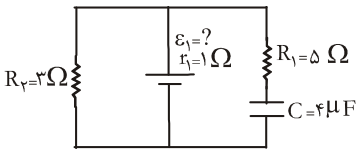
۱) ۵/۵-
۲) ۵/۵
۳) ۲/۵-
۴) ۲/۵

۱۹. در مدار شکل مقابل آمپرسنج ایده‌آل چه عددی را نشان می‌دهد؟



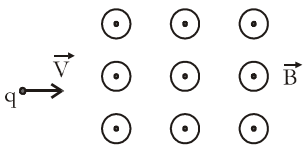
۱) ۱/۲۵ ۲) ۲/۵
۳) ۳/۷۵ ۴) ۵

۲۰. در مدار شکل مقابل اگر بار ذخیره شده در خازن $30\,\mu c$ باشد. نیروی محرکه‌ی مولد چند ولت است؟



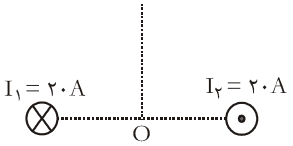
۱) ۸ ۲) ۱۰
۳) ۱۲ ۴) ۱۶

۲۱. مطابق شکل ذره‌ای با بار q+ با سرعت $2\times10^4\,\frac{m}{s}$ به صورت افقی وارد فضایی می‌شود که در آن دو میدان الکتریکی و مغناطیسی عمود برهم وجود دارد. اگر شدت میدان مغناطیسی $8\,T$ باشد بزرگی میدان الکتریکی در SI و جهت آن چه باشد تا ذره بدون انحراف به مسیر خود ادامه دهد؟



۱) $1/6\times10^5, \uparrow$ ۲) $1/6\times10^5, \downarrow$ ۳) $8\times10^5, \rightarrow$ ۴) $8\times10^5, \leftarrow$

۲۲. در شکل مقابل از دو سیم راست عمود بر صفحه جریان‌های I_1 و I_2 می‌گذرد. اگر روی عمودمنصف پاره‌خط اتصال دو سیم از فاصله‌ی دور تا نقطه‌ی O حرکت کنیم، برآیند میدان‌های مغناطیسی حاصل از دو سیم چگونه تغییر می‌کند؟



۱) پیوسته افزایش می‌یابد. ۲) پیوسته کاهش می‌یابد.
۳) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد. ۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

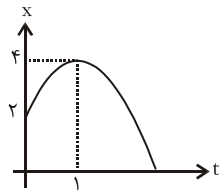
۲۳. میله‌ی رسانا به طول ۱ متر با سرعت $۴\frac{m}{s}$ به طورعمود بر میدان مغناطیسی یکنواخت حرکت می‌کند. اگر نیروی محرکه‌ی القا شده در دو سر سیم برابر ۰/۸V باشد بزرگی میدان مغناطیسی چند گوس است؟

۱) ۲۰۰ ۲) ۲۰۰۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۵۰۰۰

۲۴. پیچه‌ای شامل ۲۰۰ حلقه که مقاومت کل آن $۱۰۰\sqrt{۳}\Omega$ است در یک میدان مغناطیسی قرار دارد و معادله‌ی شارگذرنده از آن در SI به صورت $\varphi = ۰/۰۲\cos(۱۰۰\pi t + \frac{\pi}{۳})$ می‌باشد. در لحظه‌ی $t = ۰$ جریان القایی در این پیچه چند آمپر است؟

۱) $\pi\sqrt{۳}$ ۲) π ۳) ۲π ۴) $\frac{۲\pi}{\sqrt{۳}}$

۲۵. نمودار مکان – زمان متحرکی یک سهمی به شکل مقابل می‌باشد. این متحرک در ثانیه‌ی چهارم چند برابر ثانیه‌ی دوم جابه جا می‌شود؟



۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

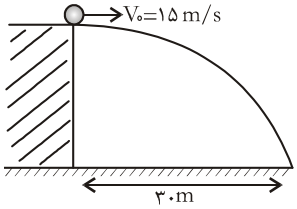
۲۶. گلوله‌ای را در شرایط خلأ رها می‌کنیم. اگر در لحظه‌ی برخورد به زمین سرعت گلوله $۴۱\frac{m}{s}$ باشد دو ثانیه قبل از برخورد به زمین گلوله در چه ارتفاعی از سطح زمین بوده است؟

۱) ۳۰ ۲) ۴۸ ۳) ۶۲ ۴) ۷۶

۲۷. بردار مکان یک متحرک در SI به صورت $\vec{r} = t\vec{i} + (t^۲ - ۴t)\vec{j}$ داده شده است. مختصات نقطه‌ای که در آن سرعت برشتاب عمود است چیست؟

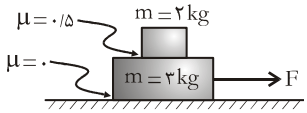
۱) $(۴, ۰)$ ۲) $(۳, -۳)$ ۳) $(۱, -۳)$ ۴) $(۲, -۴)$

☆ **۲۸.** مطابق شکل گلوله‌ای را با سرعت $V_۰ = ۱۵\frac{m}{s}$ به طور افقی پرتاب می‌کنیم و در فاصله‌ی ۳۰ متری از پای نقطه‌ی پرتاب به زمین می‌رسد. سرعت متوسط گلوله تا لحظه‌ی رسیدن به زمین چند متر بر ثانیه است؟



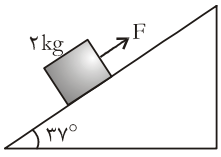
۱) $۵\sqrt{۳}$ ۲) $۱۰\sqrt{۳}$
۳) ۲۵ ۴) ۳۵

۲۹. در شکل، حداکثر F چند نیوتن باشد تا دو جسم روی هم نلغزند؟



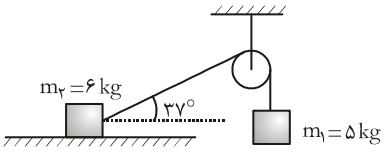
۱) ۱۵ ۲) ۲۰
۳) ۲۵ ۴) ۳۰

۳۰. در شکل مقابل حداقل و حداکثر F برای آن که جسم روی سطح شیب‌دار نلغزد به ترتیب ۲۰N و ۳۲N می‌باشد. ضریب اصطکاک سطح با چسم چیست؟



۱) $\frac{۳}{۵}$ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) $\frac{۱}{۴}$ ۴) $\frac{۳}{۸}$

۳۱. اگر از جرم نخ و قرقره و اصطکاک بین آن‌ها صرف‌نظر کنیم نیروی واکنش سطح چند نیوتن است؟ (جسم ساکن است)



۱) ۳۰ ۲) ۴۰
۳) ۵۰ ۴) ۶۰

۳۲. گلوله‌ای را به جرم ۲۰۰g به نخ سبکی به طول ۸۰ سانتی‌متر می‌بندیم و آن را حول انتهای دیگر نخ در سطح قائم دوران می‌دهیم اگر سرعت گلوله در بالاترین نقطه $۴\frac{m}{s}$ باشد بیشینه‌ی نیروی کشش نخ چند نیوتن است؟

۱) ۶ ۲) ۱۴ ۳) ۲ ۴) ۱۲

۳۳. نوسانگر با دوره‌ی T و دامنه‌ی A نوسان می‌کند. بیشینه‌ی سرعت متوسط آن وقتی به اندازه‌ی A جابه جا می‌شود چیست؟

۱) $\frac{۶A}{T}$ ۲) $\frac{۸A}{T}$ ۳) $\frac{۴A}{T}$ ۴) $\frac{۱۲A}{T}$

۳۴. معادله‌ی یک نوسانگر در SI به صورت $y = ۰/۰۲\sin(۱۰۰\pi + \frac{\pi}{۶})$ می‌باشد. پس از چه مدت از شروع نوسان برای دومین بار سرعتش به بیشینه مقدار خود می‌رسد؟

۱) $\frac{۱۱}{۶۰۰}$ ۲) $\frac{۱}{۱۲۰}$ ۳) $\frac{۱}{۳۰۰}$ ۴) $\frac{۱}{۷۵}$

۳۵. یک جسم به جرم m را به فنر قائمی به ضریب سختی k که از سقف آویزان است می‌بندیم و آن را با دامنه‌ی A به نوسان درمی‌آوریم. انرژی مکانیکی جسم E می‌شود. اگر جسمی به جرم ۳m را به فنری به ضریب سختی ۳k متصل کنیم و آن را با دامنه‌ی $\frac{A}{۲}$ به نوسان درآوریم انرژی مکانیکی آن چند E می‌شود؟

۱) ۳ ۲) $\frac{۳}{۲}$ ۳) $\frac{۳}{۴}$ ۴) ۶

۳۶. معادله‌ی یک موج در SI به صورت $U = ۱۰^{-۲}\sin ۱۰۰\pi(t - \frac{x}{۴})$ می‌باشد. فاصله‌ی دو نقطه‌ی متوالی که در فاز مقابل یکدیگرند چند متر است؟

۱) ۰/۰۸ ۲) ۰/۰۴ ۳) ۰/۰۲ ۴) ۰/۰۱

۳۷. اگر دمای مطلق هوای درون یک لوله صوتی باز را ۲۵٪ کاهش دهیم و طول لوله را ۲ برابر کنیم، بسامد صوت اصلی لوله چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$ ۲) $\frac{\sqrt{۳}}{۴}$ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) ۲

۳۸. توان یک منبع صوتی $P = ۸\pi \times ۱۰^{-۳}\,w$ می‌باشد. در صورت صرف‌نظر از اتلاف انرژی تراز شدت صوت در فاصله‌ی ۱۰ متری چشمه‌ی صوت چند دسی‌بل است؟ $(\log ۲ = ۰/۳)$

۱) ۴۳ ۲) ۱۳ ۳) ۷۳ ۴) ۹۳

☆ **۳۹.** شخصی با سرعت ثابت از منبع صوتی دورمی‌شود. در این حالت بسامد صوتی که شخص دریافت می‌کند . .. از بسامد واقعی منبع است و با دور شدن شخص از منبع شدت صوت دریافتی . . . می‌شود.

۱) بیش‌تر- افزایش ۲) بیش‌تر - کاهش ۳) کم‌تر - افزایش ۴) کم‌تر- کاهش

۴۰. کدام گزینه نادرست است؟

۱) تغییر میدان الکتریکی ایجاد میدان مغناطیسی می‌کند. ۲) امواج الکترومغناطیسی در خلأ منتشر می‌شوند.

۳) امواج الکترومغناطیسی در محیط‌های غیرفلزی هم‌فازند. ۴) امواج الکترومغناطیسی حامل بارالکتریکی‌اند.

۴۱. آزمایش یانگ را با نوری با طول موج ۶۰۰۰ Å انجام داده‌ایم. فاصله‌ی سومین نوار روشن از چهارمین نوار تاریک واقع در طرفین نوار مرکزی ۱۳ میلی‌متر شده است. اگر آزمایش را با نوری با طول موج ۴۸۰۰Å انجام دهیم پهنای هر نوار چند میلی‌متر می‌شود؟

۱) ۰/۸ ۲) ۰/۴ ۳) ۰/۶ ۴) ۱

۴۲. در آزمایش فوتوالکتریک، بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها هنگام جداشدن از فلز ۸ev است. اگر طول موج نور فرودی $\frac{۱}{۳}$ طول موج قطع باشد، تابع کار فلز چند الکترون ولت است؟

۱) ۲ ۲) ۲/۵ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۳. به یک جسم در هر ثانیه ۱۵۰۰J انرژی تابشی با طول موج معین برخورد می‌کند. اگر ۲۰٪ انرژی را از خود عبور دهد و ۲۰۰J از آن را بازتاب کند. ضریب جذب چقدر است؟

۱) $\frac{۲}{۵}$ ۲) $\frac{۲}{۳}$ ۳) $\frac{۳}{۵}$ ۴) $\frac{۱}{۳}$

☆ **۴۴.** در یک جسم جامد در دمای نزدیک صفر مطلق، نوار رسانش دارای الکترون است. این جامد . . . است.

۱) رسانا ۲) نیم رسانای ذاتی ۳) نارسانا ۴) نیمه رسانای آلاینده

۴۵. در واپاشی هسته‌ی یک عنصر پرتوزا دو ذره‌ی آلفا و یک پوزیترون گسیل می‌شود. در این واکنش عدد جرمی و عدد اتمی این عنصر به ترتیب از راست به چپ چند واحد کاهش می‌یابد؟

۱) ۸ و ۵ ۲) ۸ و ۳ ۳) ۷ و ۵ ۴) ۷ و ۳

آزمون (۱۰)

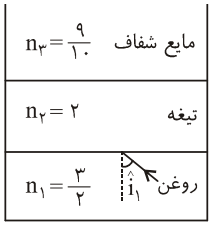
۱. جسمی را از یک وسیله‌ی نوری در جهتی دور می‌کنیم، تصویر مستقیم آن در همان جهت از وسیله، دور و کوچک‌تر می‌شود، آن وسیله کدام است؟

۱) آینه کاو ۲) آینه کوژ ۳) عدسی هم‌گرا ۴) عدسی واگرا

۲. جسمی در فاصله‌ی ۴cm از مرکز یک آینه کروی قرار دارد و تصویری بزرگ‌تر و وارونه از آن تشکیل می‌شود، اگر فاصله‌ی تصویر از مرکز آینه ۱۲cm باشد شعاع آینه چند سانتی‌متر است؟

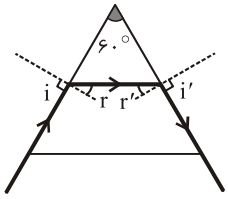
۱) ۸ ۲) ۱۲ ۳) ۲۴ ۴) ۴۸

۳. درون ظرفی مطابق شکل مقداری روغن که روی آن تیغه‌ای با ضریب شکست ۲ و روی تیغه، مایعی شفاف به ضریب شکست $\frac{۹}{۱۰}$ وجود دارد. حداقل زاویه تابش نور در داخل چه قدر باشد تا پرتو وارد محیط سوم (مایع شفاف) نشود؟



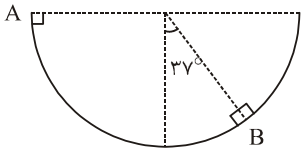
۱) ۳۰° ۲) ۳۷°
۳) ۴۵° ۴) ۶۰°

۴. با توجه به شکل روبه‌رو، زاویه‌ی حد منشور کدام است؟



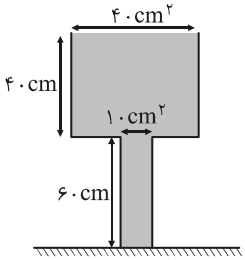
۱) ۳۰° ۲) ۴۲°
۳) ۶۰° ۴) ۹۰°

۵. در شکل مقابل جسم m از نقطه‌ی A درون نیمکره شروع به حرکت می‌کند و در نقطه‌ی B سرعت آن برابر صفر می‌شود. چند درصد انرژی اولیه‌ی جسم، صرف غلبه بر نیروی اصطکاک شده است؟



۱) ۴۰ ۲) ۶۰
۳) ۸۰ ۴) ۲۰

۶. در شکل روبه‌رو، سطح مقطع لوله‌ها ۱۰ و ۴۰ سانتی‌متر مربع و چگالی مایع $۲\frac{gr}{cm^۳}$ می‌باشد، نیرویی که مایع بر کف ظرف وارد می‌کند ..... و نیرویی که ظرف به تکیه‌گاه خود وارد می‌کند برابر ..... است (از جرم مخزن‌ها صرفنظر کنید)



۱) ۲۰N و ۴۴N ۲) ۲۰N و ۸۰N
۳) ۴۴N و ۸۰N ۴) ۴۴N و ۴۴N

۷. در یک ظرف استوانه‌ای مقداری آب به جرم m و جیوه به جرم ۸m ریخته شده است. جمع ارتفاعات این دو مایع ۲۷cm است. فشار ناشی از دو مایع در کف ظرف معادل چند سانتی‌متر از مایعی به چگالی $۳/۴\frac{gr}{cm^۳}$ می‌باشد؟ ($\rho_{جیوه}=۱۳/۶\frac{gr}{cm^۳}$ و $\rho_{آب}=۱\frac{gr}{cm^۳}$)

۱) ۲۷ ۲) ۴۵ ۳) ۵۴ ۴) ۱۵۳

۸. m گرم بخار آب ۱۰۰°C را در ۶m گرم آب ۴۶°C وارد می‌کنیم. پس از تعادل گرمایی ۶۰ گرم بخار باقی می‌ماند، m چند گرم است؟

$L_v=۵۴۰\frac{cal}{gr}$ و $C_{آب}=۱\frac{cal}{g.°C}$

۱) ۱۱۶ ۲) ۱۲۰ ۳) ۱۵۰ ۴) ۱۷۰

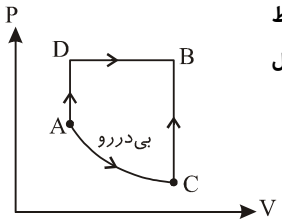
۹. ۲۰۰gr آب ۶۰°C را با ۵۰gr بخار آب ۱۰۰°C مجاور هم قرار می‌دهیم بعد از رسیدن به تعادل گرمایی؛ (از تبادل گرما با محیط صرفنظر کنید ($C_{آب}=۴۲۰۰\frac{J}{kg°C}$ و $L_v=۲/۳\times۱۰^۶\frac{J}{kg}$)

۱) تمام آب بخار می‌شود و دمای تعادل بیش‌تر از ۱۰۰°C خواهد شد.
۲) بخشی از آب به بخار تبدیل می‌شود و دمای تعادل ۱۰۰°C خواهد شد.
۳) بخشی از بخار به آب تبدیل می‌شود و دمای تعادل ۱۰۰°C خواهد شد.
۴) تمام بخار به آب تبدیل می‌شود و دمای تعادل کمتر از ۱۰۰°C خواهد شد.

☆ **۱۰. تغییرات انرژی درونی، برای یک مول گاز کامل تک اتمی در فرآیند هم فشار برحسب گرمای مبادله شده کدام است؟**

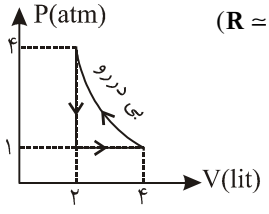
۱) $۰/۶Q$ ۲) $\frac{۵}{۷}Q$ ۳) $\frac{۷}{۹}Q$ ۴) $-\frac{۵}{۳}Q$

☆ **۱۱. ۵ مول گاز کامل ۲ اتمی از مسیر ACB از حالت A به B می‌روند در این تحول گاز ۱۰۰ ژول کار روی محیط انجام می‌دهد. اگر همین گاز در مسیر ADB از حالت A به D برود در این فرآیند گاز روی محیط ۲۰۰ ژول کار انجام می‌دهد و ۱۰۰۰ ژول گرما می‌گیرد اختلاف دمای نقاط B و C چند کلوین است؟** $(R = ۸\frac{J}{mol.k})$



۱) ۷ ۲) ۹
۳) ۱۱ ۴) ۱۳

☆ **۱۲. چرخه‌ی روبه‌رو، برای یک مول گاز کامل تک اتمی رسم شده است. ضریب عملکرد این یخچال کدام است؟** $(R \simeq ۸)$

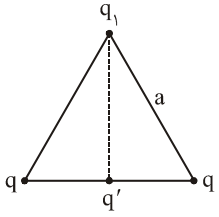


۱) ۱/۲۵ ۲) ۲/۲۵ ۳) ۱/۸ ۴) ۴

۱۳. دو بار نقطه‌ای $q_۱$ و $q_۲$ در فاصله‌ی r از یکدیگر نیروی F بر هم وارد می‌کنند. فاصله‌ی مراکز دو کره با بارهای $q_۱$ و $q_۲$ برابر r می‌باشد نیرویی که دو کره بر هم وارد می‌کنند نسبت به F کدام است؟

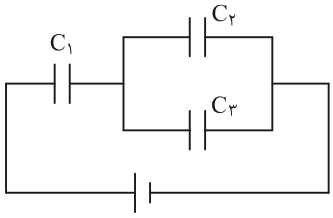
۱) برابر F ۲) کوچکتر از F ۳) بزرگ‌تر از F ۴) هر سه ممکن است

۱۴. در شکل روبه‌رو بار $q_۱$ مثبت و در حال تعادل است نسبت $\frac{q'}{q}$ کدام است؟ (مثلث روبه‌رو متساوی‌الاضلاع است و از وزن بار ۱ صرفنظر کنید)



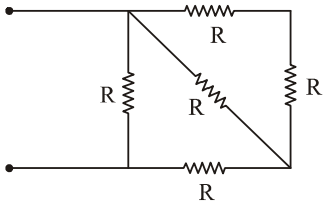
۱) $-\frac{۳\sqrt{۳}}{۴}$ ۲) $\frac{۳\sqrt{۳}}{۴}$ ۳) $-\frac{\sqrt{۳}}{۲}$ ۴) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$

۱۵. سه خازن با ظرفیت‌های $C_۱$ و $C_۲$ و $C_۳$ که $C_۲ = C_۳ = \frac{۱}{۳}C_۱$ می‌باشد مطابق شکل در مدار قرار گرفته‌اند. اگر ولتاژ مجاز، دو سر هر خازن حداکثر ۶۰ ولت باشد ولتاژ دو سر مجموعه حداکثر چند ولت می‌تواند باشد؟



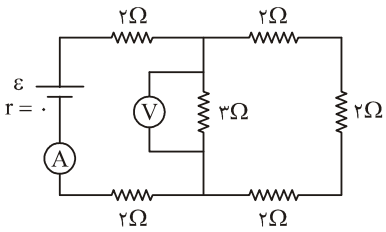
۱) ۶۰ ۲) ۷۲
۳) ۱۰۰ ۴) ۱۸۰

۱۶. حداکثر توان قابل تحمل هر یک از مقاومت‌های یکسان در شکل روبه‌رو ۱۰۰w است. حداکثر توانی را که می‌توان در این مدار مصرف کرد تا هیچ یک از مقاومت‌ها آسیب نبینند، چه قدر است؟



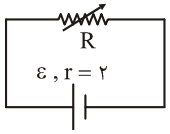
۱) ۱۲۰ ۲) ۱۶۰
۳) ۲۰۰ ۴) ۲۲۰

۱۷. در مدار شکل مقابل، عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد برابر ۱۲V است، در این صورت نیروی محرکه مولد ε، چند ولت است؟



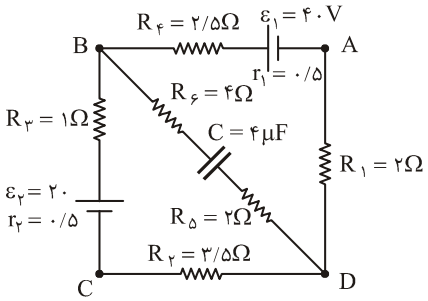
۱) ۱۲ ۲) ۲۴
۳) ۳۶ ۴) ۴۸

۱۸. در مدار شکل روبه‌رو، اندازه مقاومت R را از ۳ اهم به ۱ اهم می‌رسانیم در حین این تغییر توان مفید مولد ..... می‌یابد و افت پتانسیل در مقاومت R ..... می‌شود.



۱) کاهش، افزایش ۲) افزایش، کاهش
۳) ابتدا کاهش سپس افزایش، افزایش ۴) ابتدا افزایش سپس کاهش، کاهش

۱۹. با توجه به مدار روبه‌رو، بار ذخیره شده در خازن $۴\mu F$ چند میکروژول است؟



۱) ۹۰۰ ۲) ۱۸۰۰

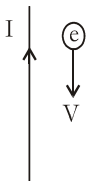
۳) ۲۷۰۰ ۴) ۳۶۰۰

۲۰. در شکل روبه‌رو سه سیم راست و بلند حامل جریان‌های $I_۱ = ۳۰A$ و $I_۲ = ۱۰A$ و $I_۳ = ۲۰A$ در جهت‌های نشان داده شده به صورت موازی، عمود بر صفحه می‌باشند اندازه نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ۲۵cm از طول سیم دوم و جهت آن کدام است؟

۱) $۳\times۱۰^{-۴}N$ و به راست ۲) $۰/۸\times۱۰^{-۳}N$ و به چپ

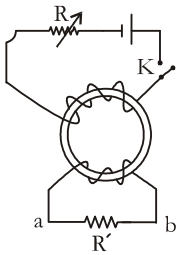
۳) $۱۸\times۱۰^{-۴}N$ و به راست ۴) $۳\times۱۰^{-۴}N$ و به چپ

۲۱. الکترونی با سرعت V، به صورت موازی یک سیم و در خلاف جهت جریان آن حرکت می‌کند، مقدار V و جهت میدان الکتریکی در اطراف این سیم، برای اینکه الکترون از مسیر خود منحرف نشود، کدام است؟



۱) $\vec{E}\longrightarrow, \frac{E}{B}$ ۲) $\vec{E}\longleftarrow, \frac{E}{B}$ ۳) $\vec{E}\longrightarrow, \frac{B}{E}$ ۴) $\vec{E}\longleftarrow, \frac{B}{E}$

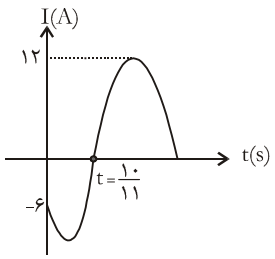
۲۲. در شکل روبه‌رو، در لحظه‌ی وصل کلید K و هنگام افزایش مقاومت R در هنگامی که کلید وصل است، جهت جریان القایی در مقاومت 'R به ترتیب از راست به چپ چگونه خواهد بود؟



۱) در هر دو حالت از b به a می‌باشد ۲) ابتدا از b به a، سپس از a به b می‌باشد

۳) ابتدا از a به b، سپس از b به a می‌باشد ۴) در هر دو حالت از a به b می‌باشد

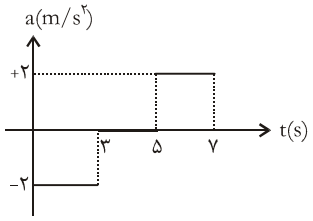
۲۳. نمودار، جریان القایی در یک سیم پیچ به شکل روبه‌رو است در کدام لحظه برای دومین بار شار عبوری از آن بیشینه می‌شود؟



۱) ۰/۲۵s ۲) ۰/۵s

۳) ۰/۷۵s ۴) $\frac{۱۶}{۱۱}s$

۲۴. نمودار شتاب- زمان متحرکی که با سرعت اولیه‌ی $۴\frac{m}{s}$ در مسیر مستقیم حرکت می‌کند مطابق روبه‌روست. متحرک در ۷ ثانیه اول حرکت چند ثانیه حرکتش کندشونده است؟



۱) ۱ ۲) ۳

۳) ۴ ۴) ۵

۲۵. تابع مسیر حرکت ذره‌ای در صفحه‌ی xoy به صورت $y = ۲x^۲$ می‌باشد، اگر بزرگی سرعت در مکان $x = ۱m$ برابر $۲\sqrt{۱۷}\frac{m}{s}$ باشد بردار سرعت در این مکان کدام خواهد بود؟

۱) $\vec{i}+۴\vec{j}$ ۲) $۲\vec{i}+۸\vec{j}$ ۳) $۲\vec{i}+۴\vec{j}$ ۴) $\vec{i}+۸\vec{j}$

۲۶. در شرایط خلاء، گلوله‌ای از ارتفاع h با سرعت $۳۰\frac{m}{s}$ در راستای قائم به پایین پرتاب می‌شود و هم زمان، گلوله‌ی دیگری از زمین با سرعت $۷۰\frac{m}{s}$ به بالا پرتاب می‌شود. اگر گلوله‌ها با سرعت‌های برابر و در خلاف جهت به هم برسند. گلوله‌ای که از ارتفاع h پرتاب شده، در ۲ ثانیه آخر حرکتش چند متر را می‌پیماید؟

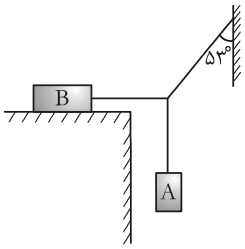
۱) ۸۰ ۲) ۱۰۰

۳) ۱۲۰ ۴) ۱۴۰

۲۷. گلوله‌ای را در شرایط خلاء از سطح زمین با سرعت اولیه‌ی V_0 تحت زاویه‌ی θ_1 نسبت به افق رو به بالا پرتاب می‌کنیم زاویه پرتاب را 16° با افق کاهش می‌دهیم، برد گلوله تغییر نمی‌کند اگر در این عمل سرعت اولیه‌ی پرتاب ثابت مانده باشد ارتفاع اوج گلوله چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{3}{4}$ ۲) $\frac{4}{3}$ ۳) $\frac{16}{9}$ ۴) $\frac{9}{16}$

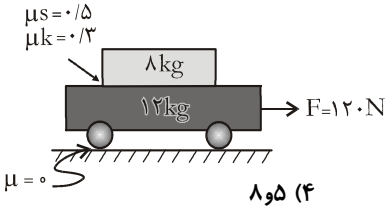
۲۸. در شکل روبه‌رو $m_A = \frac{1}{2}m_B$ می‌باشد حداقل ضریب اصطکاک بین جسم B با سطح افقی برای آنکه مجموعه در حال تعادل باشد کدام است؟



۱) $\frac{1}{4}$ ۲) $\frac{1}{3}$

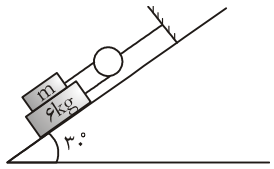
۳) $\frac{2}{3}$ ۴) $\frac{3}{4}$

۲۹. مطابق شکل، جسمی به جرم 8kg را روی یک ارابه به جرم 12kg قرار می‌دهیم ضرایب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جسم و ارابه ۰/۵ و ۰/۳ و بین ارابه و زمین صفر است. شتاب حرکت جسم و ارابه در SI به ترتیب از راست به چپ کدامند؟ $(g = 10\frac{m}{s^2})$



۱) ۳و۵ ۲) ۵و۵ ۳) ۸و۳ ۴) ۵و۸

۳۰. در شکل مقابل ضریب اصطکاک در کلیه‌ی سطوح برابر $\frac{1}{10\sqrt{3}}$ و جرم نخ و قرقره و اصطکاک در محور قرقره ناچیز می‌باشد. اگر مجموعه‌ی وزنه‌ها از حال سکون شروع به حرکت کنند و پس از ۴ ثانیه سرعت آن‌ها به $7\frac{m}{s}$ برسد، جرم m چه قدر خواهد بود؟



۱) 1kg ۲) 2kg ۳) 3kg ۴) 4kg

۳۱. متحرکی با سرعت ثابت ۳۰ متر بر ثانیه، محیط یک دایره به شعاع ۲۰ متر را طی می‌کند. سرعت متوسط متحرک در مدت ۱ ثانیه چند متر بر ثانیه است؟ (فرض کنید $\pi \simeq 3$)

۱) ۱۵ ۲) $15\sqrt{2}$ ۳) ۲۰ ۴) $20\sqrt{2}$

۳۲. گلوله‌ی کوچکی به جرم 100gr را به انتهای نخی بسته و حول انتهای دیگر نخ آن را در سطح قائم دوران می‌دهیم، اگر کمترین شتاب مرکزگرا برابر $20\frac{m}{s^2}$ باشد. بیش‌ترین نیروی کشش نخ برحسب نیوتون کدام است؟

۱) ۳ ۲) ۵ ۳) ۶ ۴) ۷

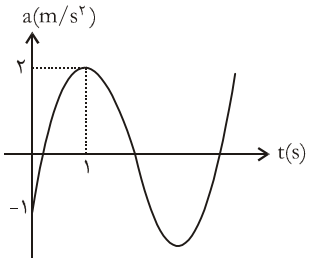
۳۳. جسمی به جرم 4kg توسط فنری به ضریب $400\frac{N}{m}$ آویزان شده است. بعد از تعادل وزنه و فنر، آن را ۱۵ سانتی‌متر از وضع تعادل منحرف نموده و آن را رها می‌نماییم. چند ثانیه طول می‌کشد تا جسم از نقطه‌ای در ۱۲ سانتی‌متری پایین وضع تعادل به ۹ سانتی‌متری بالای وضع تعادل برسد؟

۱) $\frac{\pi}{10}$ ۲) $\frac{\pi}{5}$ ۳) $\frac{3\pi}{20}$ ۴) $\frac{\pi}{20}$

۳۴. معادله‌ی سرعت- زمان نوسانگری در SI به صورت $V = 50\pi\cos(50\pi t + \frac{7\pi}{6})$ می‌باشد. در بازه‌ی زمانی ۰ تا $\frac{2}{100}$ ثانیه، مسافت پیموده شده توسط نوسانگر ..... و مدت زمانی که نوسانگر حرکتش کندشونده می‌باشد ..... است.

۱) ۱۰ متر و ۰/۰۲ ثانیه ۲) ۲۰ متر و ۰/۰۲ ثانیه ۳) ۱۰ متر و ۰/۰۱ ثانیه ۴) ۲۰ متر و ۰/۰۱ ثانیه

۳۵. نمودار شتاب- زمان نوسانگری مطابق شکل زیر است در فاصله‌ی زمانی بین $t_1 = 0$ تا $t_2 = 2s$ چند مرتبه انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانگر برابر خواهند شد؟



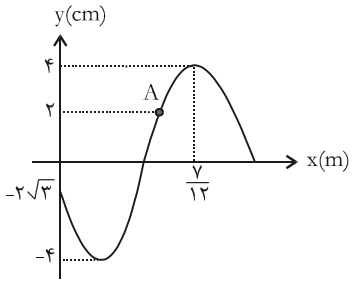
۱) ۱ مرتبه ۲) ۲ مرتبه

۳) ۳ مرتبه ۴) ۴ مرتبه

۳۶. یک موج عرضی با بسامد ۵۰۰ هرتز در یک راستا منتشر می‌شود و فاصله‌ی دو نقطه معین از این موج $\frac{5\lambda}{2}$ می‌باشد بسامد را چند هرتز افزایش دهیم تا همان دو نقطه نسبت به یکدیگر هم‌فاز شوند؟

۱) ۱۰۰ ۲) ۳۰۰ ۳) ۵۰۰ ۴) هر سه ممکن است

۳۷. شکل مقابل نقش یک موج عرضی را که با سرعت $10\frac{m}{s}$ در جهت محور x منتشر می‌شود در لحظه‌ی $t = 0$ نشان می‌دهد در بازه‌ی زمانی $0 \le t \le 0/05$، اندازه‌ی سرعت متوسط ذره‌ی A، چند $\frac{cm}{s}$ است؟



۱) صفر ۲) -۲۰

۳) ۴۰ ۴) -۸۰

۳۸. کدام گزینه، در مورد لوله‌های صوتی صحیح می‌باشد؟

۱) با افزایش دمای گاز لوله طول موج کاهش می‌یابد.

۲) با افزایش شماره هماهنگ‌ها، فاصله بین دو شکم کاهش می‌یابد.

۳) با نصف کردن طول یک لوله صوتی، فاصله بین دو گره افزایش می‌یابد.

۴) با قرار دادن یک گاز سبک‌تر در لوله صوتی، طول موج افزایش می‌یابد.

☆ **۳۹.** اتومبیلی، آژیرکشان با سرعت ۰/۱ سرعت صوت از شنونده‌ای که با سرعت $20\frac{m}{s}$ به دنبال آن است، دور شده و به دیوار قائمی نزدیک می‌شود. طول موج صدایی که شنونده از اتومبیل دریافت می‌کند چند برابر طول موجی است که از دیوار دریافت می‌کند؟

۱) ۱ ۲) $\frac{9}{11}$ ۳) $\frac{11}{9}$ ۴) $\frac{121}{81}$

۴۰. اگر میدان الکتریکی برای یک موج الکترومغناطیس به صورت $\vec{E} = E_{mas}\sin(\omega t - kx)\vec{j}$ باشد. میدان مغناطیسی آن کدام یک از گزینه‌های زیر می‌تواند باشد؟

۱) $\vec{B} = B_{max}(\omega t - ky)\vec{i}$ ۲) $\vec{B} = B_{max}\sin(\omega t - kx)\vec{j}$

۳) $\vec{B} = B_{max}\sin(\omega t - ky)\vec{j}$ ۴) $\vec{B} = B_{max}\sin(\omega t - kx)\vec{k}$

۴۱. اگر آزمایش یانگ را به جای هوا در محیطی به ضریب شکست $\frac{6}{5}$ انجام دهیم برای آن که فاصله‌ی نوارهای تاریک متوالی تغییر نکند، می‌توانیم

۱) از نوری با بسامد بیش‌تر استفاده کنیم ۲) پرده را از شکاف‌ها دور کنیم

۳) فاصله شکاف‌ها را زیاد کنیم ۴) شدت نور را کم کنیم

۴۲. وقتی نوری با طول موج $\lambda_1 = 500nm$ به یک سطح می‌تابد، فوتوالکترون‌هایی از آن خارج می‌شوند که ولتاژ متوقف‌کننده‌ی آن‌ها $V_{.1} = 0/28V$ است. اکنون فرض کنید نوری با طول موج $\lambda_2 = 200nm$ به سطح بتابد. ولتاژ متوقف‌کننده $V_{.2}$ چند ولت است؟ $(hc = 1240ev.s)$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۳. اگر در اتم هیدروژن، الکترون از مدار $n = 4$ به مدار $n = 2$ پرش کند، فوتون گسیلی آن مربوط به رشته ..... و در طیف امواج ..... می‌باشد.

۱) بالمر، فرابنفش ۲) لیمان، فرابنفش ۳) براکت، فروسرخ ۴) بالمر، مرئی

۴۴. در واکنش هسته‌ای روبه‌رو تعداد ذرات α و β الکترون‌زا را تعیین کنید. $^{200}_{90}X \to m\beta + n\alpha + 50\gamma + ^{188}_{86}Y$

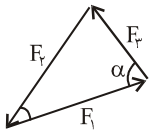
۱) ۳,۲ ۲) ۲,۳ ۳) ۲,۲ ۴) ۳,۳

۴۵. اگر از مقداری ماده‌ی رادیواکتیو پس از گذشت زمان t، مقدار ۱۲۸ گرم آن به صورت فعال باقی مانده باشد و همچنین اگر پس از گذشت $3/5t$، ۴ گرم از آن به صورت فعال باقی مانده باشد. جرم فعال اولیه‌ی ماده‌ی رادیواکتیو کدام است؟

۱) ۳۸۴gr ۲) ۱۲۸gr ۳) ۵۱۲gr ۴) ۲۵۶gr

آزمون (۱)

۱. گزینه (۳) $F_۲$ قرینه‌ی برآیند $F_۱$ و $F_۳$ است پس اندازه‌ی $F_۲$ با اندازه‌ی برآیند $F_۱$ و $F_۳$ برابر است.



$$f_۲=\sqrt{f_۱^۲+f_۳^۲+۲f_۱f_۳\cos\alpha}$$

$$۱۴=\sqrt{۱۶^۲+۶^۲+۲\times۶\times۱۶\times\cos\alpha}$$

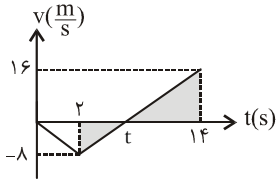
$$\Rightarrow\cos\alpha=-\frac{۱}{۲}\Rightarrow\alpha=\frac{۲\pi}{۳}$$

۲. گزینه (۳) رابطه مستقل از $V_۰$

$$\Delta x=-\frac{۱}{۲}at^۲+Vt$$

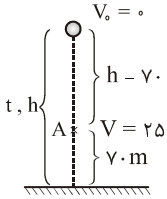
$$۸۰=-\frac{۱}{۲}a\times۴^۲+۴۰\times۴\rightarrow a=۱۰\frac{m}{s^۲}$$

۳. گزینه (۲) زمان‌هایی که نمودار زیر محور زمان است $V<۰$ و متحرک در خلاف جهت مثبت حرکت می‌کند از تشابه دو مثلث هاشور خورده داریم:



$$\frac{۸}{t-۲}=\frac{۱۶}{۱۴-t}\rightarrow t=۶s$$

۴. گزینه (۳) مبدأ را محل پرتاب و جهت مثبت را رو به پایین در نظر می‌گیریم.



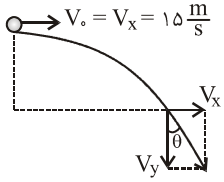
$$V_A^۲-V_۰^۲=۲g(h-۷۰)$$

$$۲۵^۲-۰=۲\times۱۰(h-۷۰)$$

$$\Rightarrow h=۱۰۱/۲۵m$$

$$y=\frac{۱}{۲}gt^۲\Rightarrow۱۰۱/۲۵=\frac{۱}{۲}\times۱۰t^۲\rightarrow t=۴/۵s$$

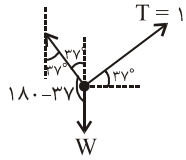
۵. گزینه (۲) در امتداد قائم رابطه مستقل از زمان را می‌نویسیم تا سرعت قائم در لحظه برخورد به زمین را بدست آوریم:



$$V_y^۲-V_{۰y}^۲=۲gh\Rightarrow V_y^۲=۲\times۱۰\times۲۰\rightarrow V_y=۲۰\frac{m}{s}$$

$$tg\theta=\frac{V_x}{V_y}=\frac{۱۵}{۲۰}=\frac{۳}{۴}\Rightarrow\theta=۳۷^\circ\rightarrow V_۰=V_x=۱۵\frac{m}{s}$$

۶. گزینه (۲)



$$\frac{T=۱۲}{\sin(۱۸۰-۳۷)}=\frac{w}{\sin۹۰}$$

$$\Rightarrow w=۲۰N$$

۷. گزینه (۱) $\sum F=ma$

$$(-۷\vec{i}+۶\vec{j})+(-۱۱\vec{i}+۱۳/۵\vec{j})+\vec{F_۳}=۲/۵(-۴\vec{i}+۳\vec{j})$$

$$\vec{F_۳}-۱۸\vec{i}+۱۹/۵\vec{j}=-۱۰\vec{i}+۷/۵\vec{j}$$

$$\vec{F_۳}=۸\vec{i}-۱۲\vec{j}\quad|\vec{F_۳}|=\sqrt{۸^۲+۱۲^۲}=۴\sqrt{۱۳}N$$

۸. گزینه (۲) در ابتدا سرعت و شتاب مثبت و حرکت تندشونده است وقتی سرعت جسم کم و حرکت کندشونده می‌شود که علامت شتاب منفی شود که لازم است در این لحظه شتاب صفر شود. در این حالت برآیند نیروهای وارد برجسم صفر می‌شود یعنی: $F-f=۰\Rightarrow F=f=\mu mg=۰/۲\times۲۰=۴N$

پس حداکثر مقدار کاهش نیرو $۳۰-۴=۲۶N$ می‌باشد.

۹. گزینه (۲) نیروی‌مرکزگرا از رابطه‌ی $F=m\frac{V^۲}{R}$ بدست می‌آید:

$$\left.\begin{array}{l}\Delta F=\frac{m}{R}(V_A^۲-V_B^۲)\\ V_B^۲=V_A^۲-۲gR\end{array}\right|\Rightarrow\Delta F=\frac{m}{R}\times۲Rg=۲mg$$

۱۰. گزینه (۲) چون نیروهای یکسان به دو جسم وارد می‌شود. با توجه به این که تکانه‌ی اولیه‌ی آن‌ها صفر است در هر لحظه تکانه‌ی آن‌ها با هم برابر است و طبق رابطه $k=\frac{P^۲}{۲m}$، نسبت انرژی جنبشی آن‌ها با نسبت جرم آن‌ها رابطه عکس دارد.

$$\frac{k_۱}{k_۲}=\frac{m_۲}{m_۱}=\frac{۶}{۲}=۳$$

۱۱. گزینه (۴) گرمایی که یخ می‌گیرد تا به صفر درجه برسد ($Q_۱$) و گرمایی که آب می‌دهد تا به صفردرجه برسد ($Q_۲$) را محاسبه می‌کنیم.

$$Q_۱=mc\Delta\theta=۱/۵\times۲۱۰۰\times۱۰=۳۱۵۰۰J$$

$$Q_۲=mc\Delta\theta=۰/۷۵\times۴۲۰۰\times۲۰=۳۱۵۰۰J$$

همانطوری که ملاحظه می‌شود مقادیر $Q_۱$ و $Q_۲$ برابرند یعنی در نهایت ۱/۵kg یخ صفر درجه و ۰/۷۵kg آب صفردرجه خواهیم داشت.

۱۲. گزینه (۴) گرما از طریق هدایت از طرف آلومینیومی به آب می‌رسد و آن را تبخیر می‌کند. مقدارگرما در هر دقیقه برابر است با:

$$Q=mL_V=۰/۲\times۲۲۵۰=۴۵۰kJ$$

$$Q=\frac{kAt\Delta T}{L}$$

$$\Rightarrow۴۵۰\times۱۰^۳=\frac{۲۴۰\times(۴۰۰\times۱۰^{-۶})\times۶۰\times(\theta-۱۰۰)}{۵\times۱۰^{-۳}}$$

$$\theta=۴۹۰/۶۲۵^\circ C$$

۱۳. گزینه (۳) $\eta=۱-\frac{T_C}{T_۴}=۱-\frac{۲۷۳-۳}{۲۷۳+۲۷}=۰/۱=٪۱۰$

۱۴. گزینه (۳) در هرچرخه اندازه‌ی گرمای مبادله شده با اندازه‌ی کار مبادله شده بین گاز و محیط برابر است. چون چرخه ساعتگرد است $w<0$ ، $Q>0$ می‌باشد و مقدار آن برابر با سطح داخل چرخه است.

$$Q=\frac{۱۰^۵\times۴\times۱۰^{-۳}}{۲}=۲۰۰J=Q_{AB}+Q_{BC}+Q_{CA}$$

$$Q_{CA}=\frac{۵}{۲}nR\Delta T=\frac{۵}{۲}P\Delta V=$$

$$\frac{۵}{۲}\times۱۰^۵\times(-۴\times۱۰^{-۳})=-۱۰۰۰J$$

$$Q_{AB}+Q_{BC}=۱۰۰۰+۲۰۰=۱۲۰۰J$$

۱۵. گزینه (۲)

$$\left.\begin{matrix}Q=\frac{۷}{۲}nR\Delta T\\ \Delta U=\frac{۵}{۲}nR\Delta T\end{matrix}\right|\Rightarrow\Delta U=\frac{۵}{۷}Q=\frac{۵}{۷}\times۷۰۰=۵۰۰J$$

۱۶. گزینه (۲) تصویر و جسم نسبت به آینه تقارن دارند. اگر تصویر بر جسم عمودشود بایستی زاویه‌ی هر یک با آینه ۴۵° شود. در این صورت بایستی آینه با افق زاویه‌ی برابر $۱۸۰-(۴۵+۷۰)=۶۵^\circ$ بسازد. این زاویه در حال حاضر $۷۰^\circ=۹۰-۲۰$ است پس بایستی آینه $۵^\circ=۷۰-۶۵$ درجهت عقربه‌های ساعت بچرخد.

۱۷. گزینه (۲) چون تصویر بدست آمده در مرحله‌ی اول حقیقی می‌باشد نوع آینه، مقعر است. بزرگ‌نمایی در آینه‌ی مقعر از رابطه‌ی $M=\frac{۱}{n-۱}$ بدست می‌آید. (فاصله‌ی جسم از آینه $p=nf$ است)

$$M_۱=\frac{۱}{n-۱}=\frac{۱}{۳}\rightarrow n=۴\rightarrow P_۱=۴f$$

$$M_۲=\frac{۱}{n-۱}=-۲\rightarrow n=\frac{۱}{۲}\rightarrow P_۲=\frac{۱}{۲}f$$

$$\Delta P=۴f-\frac{۱}{۲}f=۳/۵f=۱۴\rightarrow f=۴cm$$

۱۸. گزینه (۱) عمق ظاهری برابر است. $۴۰-۲۰=۲۰cm$

$$h'=\frac{h}{n}\Rightarrow۲۰=\frac{۳۰}{n}\rightarrow n=۱/۵$$

۱۹. گزینه (۱) چون طول تصویر مجازی بزرگ‌تر از طول جسم است نوع عدسی محدب می‌باشد. در عدسی‌ها فاصله‌ی جسم از تصویر $|p+q|$ (با حفظ علامت) می‌باشد.

$$\frac{q}{p}=\frac{A'B'}{AB}=۲\rightarrow q=-۲p$$

$$|p+q|=۶۰\rightarrow|p-۲p|=۶۰\rightarrow p=۶۰,q=-۱۲۰$$

$$f=\frac{pq}{p+q}=\frac{۶۰(-۱۲۰)}{۶۰-۱۲۰}=+۱۲۰cm=۱/۲m$$

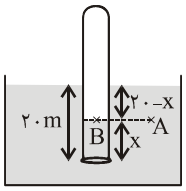
$$D=\frac{۱}{f}=\frac{۱}{۱/۲}=\frac{۵}{۶}\delta$$

۲۰. گزینه (۴)

$$P=P_۰+\rho gh=۱۰^۵+۲۰۰۰\times۱۰\times۱۰$$

$$=۳\times۱۰^۵Pa=۳atm$$

۲۱. گزینه (۳)



$$P_۲=P_A=P_B$$

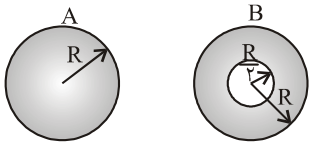
$$P_۰+\rho gh=P_۰+\rho g(۲۰-x)$$

با فرض آن‌که دمای هوای درون لوله تغییر نمی‌کند می‌توان نوشت:

$$P_۱V_۱=P_۲V_۲\Rightarrow P_۱L_۱=P_۲L_۲$$

$$۱۰^۵\times۳۰=\left[(۱۰^۵+۱۰۰۰\times۱۰(۲۰-x)\right](۳۰-x)\Rightarrow x=۱۳cm$$

۲۲. گزینه (۱)



$$V_A=\frac{۴}{۳}\pi R^۳$$

$$V_B=\frac{۴}{۳}\pi R^۳-\frac{۴}{۳}\pi(\frac{R}{۲})^۳$$

$$=\frac{۴}{۳}\pi(R^۳-\frac{R^۳}{۸})=\frac{۷}{۸}\times\frac{۴}{۳}\pi R^۳\Rightarrow V_B=\frac{۷}{۸}V_A$$

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow\frac{\rho_A}{\rho_B}=\frac{V_B}{V_A}=\frac{۷}{۸}$$

۲۳. گزینه (۲)

$$F=k\frac{q_۱q_۲}{r^۲}=\frac{k\times۱۰\times q_۲}{r^۲}$$

در صورتی که ۲۰٪ از بار $q_۱$ (یعنی $۲\mu c$) برداریم و به $q_۲$ اضافه کنیم نیرویی که برهم وارد می‌کنند برابر خواهدبود با:

$$F'=\frac{k\times۸\times(q_۲+۲)}{r^۲}=\frac{۳}{۲}F=\frac{۳}{۲}\times\frac{k\times۱۰\times q_۲}{r^۲}$$

$$q_۲=\frac{۱۶}{۷}\mu c$$

۲۴. گزینه (۱) انرژی پتانسیل به اندازه $۰/۰۲J$ کاهش می‌یابد.

$$V_{AB}=\frac{\Delta u}{q}$$

$$V_{AB}=\frac{-۰/۰۲}{-۲\times۱۰^{-۶}}=۱۰۰۰۰V$$

$$V=Ed\Rightarrow۱۰۰۰۰=۲۰۰۰d\rightarrow d=۰/۵m$$

۲۵. گزینه (۱)

$$I_۱R_۱=I_۲R_۲\Rightarrow۳\times۲=I_۲\times۶\rightarrow I_۲=۱A$$

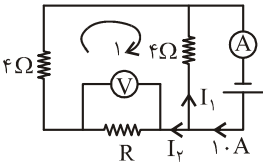
$$I=I_۱+I_۲=۳+۱=۴A$$

جمع جبری پتانسیل‌ها در حلقه سمت راست صفر است.

$\varepsilon_۲ - Ir_۲ - I_۲R_۲ + V = ۰$

$۱۰ - ۴\times۱ - ۱\times۶ + V = ۰ \rightarrow V = ۰$

۲۶. گزینه (۲) مدار را به شکل زیر ساده می‌کنیم.



در حلقه سمت چپ:

$-۱۶ - ۴I_۲ + ۴I_۱ = ۰ \rightarrow I_۱ - I_۲ = ۴(A)$

در گره‌ی ○ جمع جبری جریان‌ها صفراست.

$I_۱ + I_۲ = ۱۰(B)$

از حل دو معادله‌ی $I_۲ = ۳A, B, A$ می‌شود.

$V = I_۲R \Rightarrow ۱۶ = ۳R \rightarrow R = \frac{۱۶}{۳}\Omega$

۲۷. گزینه (۳) وقتی کلید باز است مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۲$ به طور متوالی به خازن‌های $C_۲$ و $C_۱$ متصل‌اند و چون جریان از مقاومت‌ها عبورنمی‌کند اختلاف پتانسیل دوسرشان صفراست و اختلاف پتانسیل $C_۱$ با نیروی محرکه‌ی مولد برابر است.

$q = CV = ۱۲\times۲ = ۲۴\mu c$

وقتی کلید بسته می‌شود اختلاف پتانسیل دو سرخازن $C_۱$ با دو سرمقاومت $R_۱$ برابر می‌شود. شدت‌جریان مدار برابر است با:

$I = \frac{\varepsilon}{R_۱ + R_۲ + r} = \frac{۱۲}{۱+۲+۱} = ۳A$

$V_۱ = IR_۱ = ۳\times۱ = ۳V; q' = CV_۱ = ۲\times۳ = ۶\mu c$

$\frac{q'}{q} = \frac{۶}{۲۴} = \frac{۱}{۴}$

۲۸. گزینه (۱)

$R_{۱,۲} = R_۱ + R_۲$

$R_{AB} = \frac{R_۳(R_۱ + R_۲)}{R_۱ + R_۲ + R_۳}$

$R_{AB} = \frac{۱}{۲}R_۳ \Rightarrow \frac{R_۳(R_۱ + R_۲)}{R_۱ + R_۲ + R_۳} = \frac{۱}{۲}R_۳ \Rightarrow$

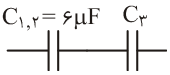
$۲R_۱ + ۲R_۲ = R_۱ + R_۲ + R_۳ \Rightarrow R_۳ = R_۱ + R_۲$

۲۹. گزینه (۳) چون خازن‌های $C_۱, C_۲$ به طور موازی به هم متصل شده‌اند. طبق رابطه‌ی $U = \frac{۱}{۲}CV^۲$ نسبت انرژی ذخیره شده در آن‌ها به نسبت ظرفیت آن‌ها می‌باشد.

$\frac{U_۱}{U_۲} = \frac{C_۱}{C_۲} = \frac{۲}{۴} = \frac{۱}{۲}$

$U_۲ = ۲U_۱ = ۲U_۳ \Rightarrow U_{۱,۲} = U_۱ + U_۲ = ۳U_۳$

مدار را به شکل زیر ساده می‌کنیم.



چون خازن‌های $C_۳$ و $C_{۱,۲}$ متوالی به هم متصل هستند طبق رابطه‌ی $U = \frac{۱}{۲}\frac{q^۲}{C}$ انرژی ذخیره شده در آن‌ها به نسبت عکس ظرفیت آن‌ها است.

$\frac{U_{۱,۲}}{U_۳} = \frac{C_۳}{C_{۱,۲}} \Rightarrow \frac{۳U_۳}{U_۳} = \frac{C_۳}{۶} \rightarrow C_۳ = ۱۸\mu F$

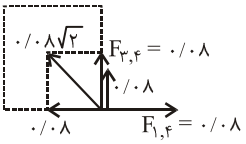
۳۰. گزینه (۳)

$F_{۳,۴} = F_{۱,۴} = \frac{KI_۱I_۴}{d}L =$

$\frac{۲\times۱۰^{-۷}\times۲\times۲}{۱۰^{-۲}}\times۱۰^۳ = ۰/۰۸N$

$I_۴$ از $I_۲$ فاصله $= d' = \sqrt{۲}cm = \sqrt{۲}\times۱۰^{-۲}m$

$F_{۲,۴} = \frac{KI_۲I_۴}{d'}L = \frac{۲\times۱۰^{-۷}\times۴\times۲}{\sqrt{۲}\times۱۰^{-۲}}\times۱۰^۳ = \frac{۸\sqrt{۲}}{۱۰۰}N$



پس از رسم نیروها، $F_{۲,۴}$ را به دو مولفه در امتدادهای افق و قائم تجزیه می‌کنیم. مولفه‌ی افقی نیروها یکدیگر را خنثی می‌کنند و دو مولفه‌ی قائم برابر است با:

$F = ۲\times۰/۰۸ = ۰/۱۶N$

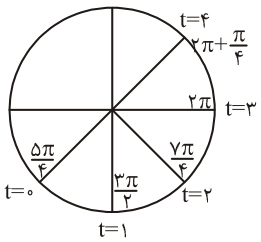
۳۱. گزینه (۳)

$U = \frac{۱}{۲}LI^۲ \rightarrow ۰/۰۱۸ = \frac{۱}{۲}\times۰/۰۰۴I^۲ \rightarrow I = ۳A$

۳۲. گزینه (۳) در یک حرکت نوسانی وقتی نوسانگر در $y = \pm\frac{\sqrt{۲}}{۲}A$ قرار دارد یعنی فاز حرکت $\varphi = (۲n-۱)\frac{\pi}{۴}$ است $U = k$ می‌باشد و در موقعیت‌های $k > U, -\frac{\sqrt{۲}}{۲}A < y < \frac{\sqrt{۲}}{۲}A$ است.

$\sin\varphi_. = \frac{x_.}{A} = -\frac{\sqrt{۲}}{۲} \rightarrow \varphi = \frac{۵\pi}{۴}$

نوسانگر در $t = ۱$ به انتهای مسیر می‌رسد و فاز حرکت $\frac{\pi}{۴}$ تغییرمی‌کند و $\varphi = \frac{۳\pi}{۴}$ می‌شود. طبق شکل در لحظه‌های $U = k \quad t = ۴, t = ۲, t = ۰$ است و در لحظه‌ی $t = ۳$ انرژی جنبشی به بیشینه مقدار خود می‌رسد.



۳۳. گزینه (۲)

$\frac{U}{E} = \frac{x^۲}{A^۲} \Rightarrow \frac{۰/۱۸}{E} = \frac{(\sqrt{۳})^۲}{۲^۲} \Rightarrow E = ۰/۲۴J$

۳۴. گزینه (۳) انرژی جنبشی نوسانگر در مرکز نوسان به بیشینه مقدار خود می‌رسد.

$$y = A\sin(200\pi t + \frac{\pi}{6}) = 0$$

$$\Rightarrow \sin(200\pi t + \frac{\pi}{6}) = 0 \Rightarrow 200\pi t + \frac{\pi}{6} = n\pi \rightarrow t = \frac{6n-1}{1200}$$

$$t = \frac{6n-1}{1200} \le \frac{1}{60} \Rightarrow n \le 3/5 \Rightarrow n = 3$$

۳۵. گزینه (۲)

$$V = \frac{2}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}} = \frac{2}{10^{-3}}\sqrt{\frac{480}{4000\times 3}} = 400\frac{m}{s}$$

$$x = Vt \Rightarrow 0/8 = 400t \rightarrow t = 2\times 10^{-3}s = 2ms$$

۳۶. گزینه (۴) بعدنوسان ذره‌ای که در $y = \frac{1}{3}$ متری از منبع قرار دارد را در $t = 0/01$ بدست می‌آوریم:

$$x = 0/04\sin(100\pi\times 0/01 - \frac{8\pi}{3}) = 0/02\sqrt{3} \Rightarrow$$

$$a = -\omega^2 x = -10000\pi^2\times 0/02\sqrt{3} = -2000\sqrt{3}\frac{m}{s^2}$$

۳۷. گزینه (۱)

$$\frac{f_{باز}}{f_{بسته}} = \frac{n_{باز}}{(2n-1)_{بسته}}\times\frac{2L_{بسته}}{L_{باز}} \Rightarrow$$

$$1 = \frac{3}{2\times 2-1}\times\frac{2L_{بسته}}{60} \rightarrow L_{بسته} = 30cm$$

۳۸. گزینه (۳)

$$f' = \frac{V+V_1}{V-V_1}f_s = \frac{320+20}{320-20}\times 600 = 680Hz$$

۳۹. گزینه (۴) چون محیط شیشه و هوا متفاوت است، سرعت و طول موج نور در این دو محیط متفاوت می‌باشد. در ضمن تعداد فوتون‌های نور بازتابش و شکست یافته برابر نیست در نتیجه شدت از آن‌ها نیز متفاوت است.

۴۰. گزینه (۴)

$$\Delta\varphi = (2n-1)\pi = (2\times 3-1) = 5\pi$$

۴۱. گزینه (۱)

$$V_0 = \frac{h\frac{c}{\lambda} - w_0}{e} \Rightarrow 6 = 4\times 10^{-15}\times\frac{3\times 10^8}{\lambda} - 6$$

$$\lambda = 10^{-7}m = 100nm$$

۴۲. گزینه (۲)

$$E_{n'} = -\frac{E_R}{n'^2} \Rightarrow 1/5 = \frac{13/5}{n'^2} \rightarrow n' = 3$$

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \Rightarrow 13/5 = \frac{13/5}{n^2} \rightarrow n = 1$$

خط دوم رشته لیمان تابش می‌شود که فرابنفش است.

۴۳. گزینه (۱)

$$P = \frac{E}{t} \rightarrow E = P.t = nh\frac{c}{\lambda}$$

$$n = \frac{P.t.\lambda}{hc} = \frac{6\times 10^{-6}\times 1\times 320\times 10^{-9}}{6/4\times 10^{-34}\times 3\times 10^8} = 10^{13}$$

۴۴. گزینه (۴)

$$E = mC^2 = (8\times 10^{-3}\times 10^{-3})(3\times 10^8)^2$$

$$\overset{g}{\uparrow}\quad\overset{kg}{\uparrow}$$

$$= 7/2\times 10^{11}J$$

۴۵. گزینه (۲)

$$\Delta m = (1/67\times 10^{27} + 1/68\times 10^{27} - 3/34\times 10^{27}) = 10^{-29}kg$$

$$E = \Delta mC^2 = 10^{-29}\times(3\times 10^8)^2 = 9\times 10^{-13}J$$

آزمون (۲)

۱. گزینه (۳)

$$\vec{V} = \frac{d\vec{V}}{dt} = 8t\vec{i} + 6\vec{j}$$

$$|\vec{V}| = \sqrt{(8t)^2 + 6^2} = 10 \Rightarrow t = 1s$$

در لحظه‌ی $t = 1$ سرعت جسم $10\frac{m}{s}$ می‌شود. برای محاسبه فاصله جسم در این لحظه از مبدأ، در معادله مکان $t = 1$ را قرار می‌دهیم.

$$\vec{r} = (4\times 1^2 + 1)\vec{i} + (6\times 1 - 1)\vec{j} = 5\vec{i} + 5\vec{j}$$

$$|\vec{r}| = \sqrt{5^2 + 5^2} = 5\sqrt{2}m$$

۲. گزینه (۴) سطح زیر نمودار a - t برابر تغییر سرعت می‌باشد.

$$V_6 - V_0 = \frac{2+6}{2}\times 2 \xrightarrow{V_0 = -7} V_6 = 1\frac{m}{s}$$

چون شتاب همواره مثبت و سرعت در ابتدا منفی و سپس مثبت شده پس حاصل‌ضرب aV در ابتدا منفی و سپس مثبت می‌باشد یعنی در ابتدا حرکت کندشونده و سپس تندشونده است.

۳. گزینه (۳) اگر زمان حرکت سنگ را t در نظر بگیریم. زمان حرکت گلوله ۲ ثانیه کم‌تر یعنی $t-2$ می‌شود. مبدأ را محل پرتاب و جهت مثبت را رو به پایین در نظر می‌گیریم و معادله‌ی آن‌ها را می‌نویسیم.

سنگ $y = \frac{1}{2}gt^2 + V_0 t = \frac{1}{2}\times 10\times t^2 = 5t^2$

گلوله $y = \frac{1}{2}gt'^2 + V_0' t = \frac{1}{2}\times 10\times(t-2)^2 + 30(t-2)$

از حل دو معادله‌ی فوق $y = h = 80m$ بدست می‌آید.

۴. گزینه (۲) چون در اوج گلوله سرعت دارد پس تحت زاویه‌ی α نسبت به افق پرتاب شده است.

$$t_{اوج} = \frac{V_0\sin\alpha}{g} = 1/5 \Rightarrow V_0\sin\alpha = 15 \xrightarrow{\text{تقسیم}} tg\alpha = \frac{3}{4}$$

سرعت اوج $= V_0\cos\alpha = 20$

$$\alpha = 37^\circ, V_0 = 25\frac{m}{s}$$

۵. گزینه (۲) شتاب قبل از حذف F

$$F - mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha = ma \Rightarrow$$

$$۴۰-۲\times۱۰\times۰/۶-۰/۵\times۲\times۱۰\times۰/۸=۲a\Rightarrow a=۱۰\frac{m}{s^۲}$$

جابه‌جایی در قسمت اول $\Delta x_۱=\frac{۱}{۲}a_۱t_۱^۲=\frac{۱}{۲}\times۱۰\times۲^۲=۲۰m$

سرعت‌درلحظه‌ی حذف F $V=a_۱t+V_۰=۱۰\times۲=۲۰\frac{m}{s}$

طول‌خط‌ترمزپس‌ازحذف F $\Delta x_۲=\frac{V_۰^۲}{۲g(\sin\alpha+\mu\cos\alpha)}$

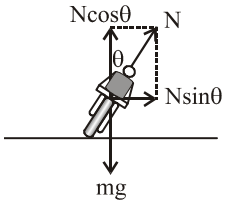
جابه‌جایی‌قسمت دوم $\Delta x_۲=\frac{۲۰^۲}{۲\times۱۰(۰/۶+۰/۵\times۰/۸)}=۲۰m$

$\Delta x_{کل}=۲۰+۲۰=۴۰m$

۶. گزینه (۳) نمودار P- t شبیه به نمودار V- t می‌باشد چون نمودار ابتدا از محور زمان دور و سپس نزدیک شده نوع حرکت ابتدا تندشونده و سپس کندشونده می‌باشد.

۷. گزینه (۴) $\sum F_y=۰\Rightarrow N\cos\theta=mg=۱۰۰۰(A)$

از طرفی $N\sin\theta$ نیروی مرکزگرا می‌باشد.



$$N\sin\theta=\frac{mV^۲}{R}=\frac{۱۰۰\times۱۰^۲}{۲۰}=۵۰۰N(B)$$

دو رابطه‌ی A و B را به توان ۲ می‌رسانیم و با هم جمع می‌کنیم.

$$\left.\begin{matrix}N^۲\sin^۲\theta=۵۰۰^۲\\ N^۲\cos^۲\theta=۱۰۰۰^۲\end{matrix}\right|\Rightarrow N^۲\sin^۲\theta+N^۲\cos^۲\theta$$

$$=۱۰۰۰^۲+۵۰۰^۲$$

$$N^۲(\sin^۲\theta+\cos^۲\theta)=(۵۰۰\times۲)^۲+۵۰۰^۲=۵۰۰^۲(۴+۱)$$

$$N^۲=۵۰۰^۲\times۵\rightarrow N=۵۰۰\sqrt{۵}N$$

۸. گزینه (۲) جسم ۲ کیلویی تحت اثر سه نیروی وزن و کشش نخ‌های افقی و شیب‌دار ساکن مانده. اندازه‌ی نیروی کشش نخ افقی با اندازه‌ی برایند دو نیروی دیگر برابر است. با حذف نیروی کشش نخ افقی، جسم تحت اثر برآیند دو نیروی دیگر (که با T برابر است) حرکت می‌کند. پس ابتدا T را محاسبه می‌کنیم.

$$T=f=\mu mg=۰/۳\times۴\times۱۰=۱۲N$$

$$\sum F=ma\Rightarrow ۱۲=۲a\Rightarrow a=۶\frac{m}{s^۲}$$

۹. گزینه (۲) در h متری پایین افق پرتاب (وضع (۱)) سرعت جسم از رابطه‌ی $V=\sqrt{V_۰^۲+۲gh}$ محاسبه می‌شود.

$$V=\sqrt{V_۰^۲+۲gh}=\sqrt{۲^۲+۲\times۱۰\times۰/۶}=۴\frac{m}{s}$$

۱۰. گزینه (۳) گرمایی که از طریق شیشه‌ها به بیرون می‌رود از رابطه‌ی $Q=\frac{KAt\Delta T}{L}$ محاسبه می‌شود.

$$\frac{Q_۲}{Q_۱}=\frac{L_۱}{L_۲}=\frac{۳}{۴}\Rightarrow Q_۲=\frac{۳}{۴}Q_۱$$

$$\frac{\Delta Q}{Q_۱}=\frac{\frac{۳}{۴}Q_۱-Q_۱}{Q_۱}=-\frac{۱}{۴}=-٪۲۵$$

۱۱. گزینه (۴) یخ صفر $\xrightarrow{Q_۱}$ آب صفر $\xrightarrow{Q_۲}$ آب ۲۰

مجموع کل گرمای داده شده $(Q_۱+Q_۲)$ مقدار $Q_۱$ صرف تغییر دمای آب شده است.

$$Q_۱=mC\Delta\theta=m\times۱\times۲۰=۲۰m$$

$$Q_۲=mL_f=m\times۸۰=۸۰m$$

$$\frac{Q_۱}{Q_۱+Q_۲}=\frac{۲۰m}{۲۰m+۸۰m}=۰/۲=٪۲۰$$

۱۲. گزینه (۱)

$$P_۲=P_۱+\frac{۲۰}{۱۰۰}P_۱=۱/۲P_۱$$

$$V_۲=V_۱-\frac{۴۰}{۱۰۰}V_۱=۰/۶V_۱$$

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}\Rightarrow T_۲=\frac{P_۲V_۲}{P_۱V_۱}T_۱=\frac{۱/۲P_۱\times۰/۶V_۱}{P_۱V_۱}T_۱$$

$T_۲=۰/۷۲T_۱\rightarrow\frac{\Delta T}{T_۱}=-۰/۲۸$ یعنی دما ۲۸٪ کاهش یافته

۱۳. گزینه (۳)

$$\eta=۱-\frac{T_C}{T_H}=۱-\frac{۲۷۳+۲۷}{۲۷۳+۲۲۷}=۰/۴$$

$$\eta=\frac{w}{Q_H}\Rightarrow۰/۴=\frac{۸۰۰}{Q_H}\Rightarrow Q_H=۲۰۰۰J$$

۱۴. گزینه (۴)

$$PV=nRT\Rightarrow P\times\frac{m}{\rho}=\frac{m}{M}RT\Rightarrow$$

$$\rho=\frac{P.M}{RT}=\frac{۲\times۱۰^۵\times(۰/۰۳۲)}{۸\times(۲۷۳+۲۷)}=\frac{۸}{۳}\frac{kg}{m^۳}=\frac{۸}{۳}\frac{g}{lit}$$

۱۵. گزینه (۲) فرآیندهای ab و cd هم‌فشار و فرآیندهای ad و bc هم حجم می‌باشد. $Q=Q_{ab}+Q_{bc}+Q_{cd}+Q_{da}$

$$Q=\frac{۷}{۲}nR\Delta T_{ab}+\frac{۵}{۲}nR\Delta T_{bc}+$$

$$\frac{۷}{۲}nR\Delta T_{cb}+\frac{۵}{۲}nR\Delta T_{da}$$

$$Q=\frac{۷}{۲}\times۱\times۸\times(۳۰۰-۲۰۰)+\frac{۵}{۲}\times۱\times۸\times(۵۰۰-۳۰۰)+$$

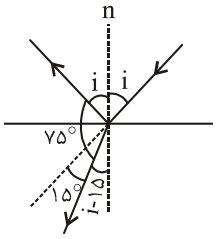
$$\frac{۷}{۲}\times۱\times۸\times(۳۰۰-۵۰۰)+\frac{۵}{۲}\times۱\times۸\times(۲۰۰-۳۰۰)=-۸۰۰J$$

۱۶. گزینه (۱) چون A روی 2f است تصویرش نیز بـه فاصـله‌ی 2f از عدسی تشکیل می‌شود. فاصله B از عدسـی ۱۵ سـانتی‌متـر اسـت پس فاصله‌ی تصویرش تا عدسی برابر است با:

$$q=\frac{pf}{p-f}=\frac{۱۵\times۱۰}{۱۵-۱۰}=۳۰cm$$

$$A'B'=۳۰-۲۰=۱۰cm$$

۱۷. گزینه (۳) مجموع زوایای نیم‌صفحه ۱۸۰° می‌باشد.



$$i+۷۵+(i-۱۵)=۱۸۰\rightarrow i=۶۰^\circ$$

$$r=۶۰-۱۵=۴۵^\circ$$

$$\sin i=n\sin r\rightarrow \sin ۶۰=n\times\sin ۴۵$$

$$\rightarrow\frac{\sqrt{۳}}{۲}=n\times\frac{\sqrt{۲}}{۲}\Rightarrow n=\frac{\sqrt{۳}}{\sqrt{۲}}=\frac{\sqrt{۶}}{۲}$$

۱۸. گزینه (۱)

$$\frac{A'B'}{AB}=\frac{q}{p}=\frac{۱۰}{۵}=۲\Rightarrow q=۲p$$

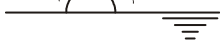
$$|q-p|=۶۰\Rightarrow ۲p-p=۶۰$$ = فاصله‌ی جسم از تصویر

$$\rightarrow p=۶۰$$

۱۹. گزینه (۲) اگر زاویه‌ی حاده دو آینه متقاطع α باشد، پرتـو نـور به اندازه‌ی ۲α منحرف می‌شود.

$$D=۲\alpha=۲\times۵۰=۱۰۰^\circ$$

۲۰. گزینه (۴)



$R_۱OV_۱$

$$P_۱V_۱=P_۲V_۲\Rightarrow(P_۰+\rho gh)V_۱=P_۰V_۲$$

$$(۱۰^۵+۱۰۰۰\times۱۰\times۷۰)\times\frac{۴}{۳}\pi R_۱^۳=۱۰^۵\times\frac{۱}{۲}\times\frac{۴}{۳}\pi R_۲^۳$$

$$۸\times۱۰^۵\times R_۱^۳=\frac{۱}{۲}\times۱۰^۵\times R_۲^۲=R_۲^۳=۱۶R_۱^۳$$

$$\Rightarrow R_۲=\sqrt[۳]{۱۶}R_۱\Rightarrow R_۲=۲\sqrt[۳]{۲}R_۱$$

۲۱. گزینه (۳) طبق قانون پاسـکال فشـار در زیـر دو پیسـتون برابـر است.

$$P_۱=P_۲\Rightarrow\frac{F}{a}=\frac{w}{A}\Rightarrow F=\frac{a}{A}w$$

۲۲. گزینه (۳)

$$\frac{V_{AL}}{V_{cu}}=۲^۳=۸,\frac{m_{AL}}{m_{cu}}=۲/۴$$

چگالی از رابطه‌ی $\rho=\frac{m}{V}$ محاسبه می‌شود.

$$\frac{\rho_{AL}}{\rho_{cu}}=\frac{m_{AL}}{m_{cu}}\times\frac{V_{cu}}{V_{AL}}=۲/۴\times\frac{۱}{۸}=۰/۳$$

۲۳. گزینه (۲)

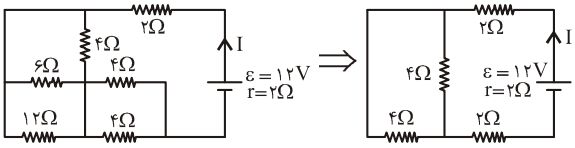
$$\frac{۲}{۹}\leftarrow F=K\frac{q_۱q_۲}{r^۲}\begin{matrix}\rightarrow ۲\\ \rightarrow ۳^۲\end{matrix}$$

۲۴. گزینه (۳) دو خازن $C_۲$ و $C_۳$ موازیند و ظرفیـت معـادل آن‌هـا $C_{۲,۳}=۱۰\mu F$ است. خازن معادل آن‌ها با $C_۱$ متوالی بسته شـده است.

$$V_۳=V_{۲,۳}=\frac{C_۱}{C_۱+C_{۲,۳}}V_{\text{کل}}=\frac{۲}{۱۲}\times۲۴=۴V$$

$$U=\frac{۱}{۲}CV^۲=\frac{۱}{۲}\times۲/۴^۲=۱۶\mu J$$

۲۵. گزینه (۲) مدار را به شکل زیر ساده می‌کنیم.



دو مقاومت ۴ اُهمی موازیند پس مقاومت معادل کـل مـدار برابـر است با:

$$R=\frac{۴}{۲}+۲+۲=۶\Omega$$

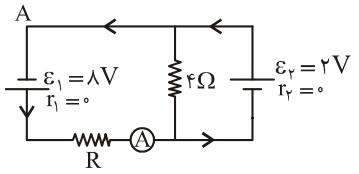
$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}=\frac{۱۲}{۶+۲}=۱/۵A$$

۲۶. گزینـه (۲) شـیب نمـودار V-I برابـر بـا مقاومـت درونـی مولـد می‌باشد.

$$r_A=\frac{۲۰-۱۰}{۴}=۲/۵\Omega, r_B=\frac{۱۵-۱۰}{۴}=\frac{۵}{۴}\Omega$$

$$I=\frac{\varepsilon_۱+\varepsilon_۲}{r_۱+r_۲+R}=\frac{۲۰+۱۵}{۲/۵+۱/۲۵+۱/۲۵}=۷A$$

۲۷. گزینـــــه (۴) روی محیط مدار از نقطـه‌ی A سـاعتگرد حرکـت مـــی‌کنـــیم و تغییـــر پتانسیل هر جزء را می‌نویسیم.



$$V_A+۸-۳R+۲=V_A\Rightarrow R=\frac{۱۰}{۳}\Omega$$

۲۸. گزینـه (۳) در حالتی که کلید k بـاز اسـت مقاومـت $R_۲$ و $R_۱$ بترتیب با $C_۲$ و $C_۱$ متـوالی بـوده و وجودشـان در مـدار بـی‌تـأثیر است. (چون از مدار جریان نمی‌گذرد) در این صورت ولتاژ دو سر $C_۱$ برابـر $\varepsilon=۱۰V$ مـی‌باشـد. بـا وصـل کلیـد، جریـان از مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۲$ می‌گذرد و $C_۱$ با $R_۲$ موازی مـی‌شـود و اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها برابر می‌شود.

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}=\frac{۱۰}{۳+۱+۱}=۲A$$

$$V=IR=۲\times۳=۶V\Rightarrow\Delta V=۱۰-۶=۴V$$

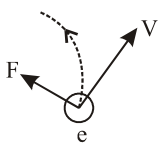
۲۹. گزینه (۴)

$$F_{AC}=\frac{KI_1I_3}{d}L=\frac{2\times10^{-7}\times10\times20}{4\times10^{-2}}\times10^3=1N$$ چپ

$$F_{BC}=\frac{KI_2I_3}{d}L=\frac{2\times10^{-7}\times5\times20}{2\times10^{-2}}\times10^3=1N$$ راست

نیرویی که **A** به **C** وارد می‌کند رباییشی ولی نیرویی **B** به **C** وارد می‌کند رانشی است و برآیند آنها صفر می‌باشد.

۳۰. گزینه (۲) اگر عمود برکف دست راست و به طرف بیرون صفحه جهت میدان و چهارانگشت در جهت پرتاب باشد، شست جهت نیروی وارد بر بارمثبت وخلاف جهت آن، نیروی وارد بر بار منفی می‌باشد. پس حرکت ذره یک حرکت دورانی و مسیرنقطه چین مسیرحرکتش می‌باشد.



۳۱. گزینه (۱)

$$e=-A\frac{\Delta B}{\Delta t}\cos\alpha=-(400\times10^{-4})\times\frac{(0/01-0/04)}{0/01}\times1$$
$$\Rightarrow e=0/12V$$

۳۲. گزینه (۱) اگر چهارانگشت دست راست را در جهت جریان قرار دهیم، شست جهت میدان را که از چپ به راست است نشان می‌دهد. با کاهش مقاومت، شدت جریان و در نتیجه میدان، کاهش می‌یابد. حلقه‌ی سمت چپ در این میدان قرار دارد و با کاهش میدان شارکذرنده، از آن کم می‌شود. در حلقه جریان درجهت (۱) شکل می‌گیرد تا میدان حاصل از آن میدان قبلی را افزایش دهد تا مانع از کاهش شار گذرنده شود.

۳۳. گزینه (۲)

$$y=A\sin(\omega t+\theta_0)$$
$$\left.\begin{matrix}t=3\\y=2\end{matrix}\right|\Rightarrow 2=4\sin(3\omega+\theta_0)\left\{3\omega+\theta_0=\frac{\pi}{6}\right.$$
$$\left.\begin{matrix}t=8\\y=0\end{matrix}\right|\Rightarrow 0=4\sin(8\omega+\theta_0)\left\{8\omega+\theta_0=\pi\right.$$

از حل دستگاه فوق $\theta_0=-\frac{\pi}{3}$ بدست می‌آید.

$$y_0=A\sin\theta_0=4\sin(-\frac{\pi}{3})=4(-\frac{\sqrt{3}}{2})=-2\sqrt{3}cm$$

۳۴. گزینه (۲) شتاب نوسانگر در انتهای مسیر همان شتاب بیشینه می‌باشد.

$$a=A\omega^2=A(\sqrt{\frac{k}{m}})^2=A\frac{k}{m}=0/02\times\frac{256}{0/04}=128\frac{m}{s^2}$$

۳۵. گزینه (۱)

$$\sin\theta_A=\frac{y}{A}=\frac{\sqrt{3}}{2}\rightarrow\theta_A=\frac{2\pi}{3}\text{ یا }\frac{\pi}{3}$$

$$\frac{2\pi}{\frac{2\pi}{3}}=\frac{\lambda}{5}\Rightarrow\lambda=5m$$

$$f=\frac{V}{\lambda}=\frac{20}{5}=4Hz$$

۳۶. گزینه (۳)

$$V=\lambda f=2\times200=40\frac{m}{s}$$

$$x=Vt\Rightarrow300=400t\rightarrow t=\frac{3}{4}s$$

۳۷. گزینه (۲)

$$L=(2n-1)\frac{\lambda}{4}\Rightarrow35=\frac{(2\times4-1)\lambda}{4}$$
$$\Rightarrow\lambda=20cm$$
$$f=\frac{V}{\lambda}=\frac{200}{0/2}=1000Hz$$

۳۸. گزینه (۲)

$$\beta_2-\beta_1=10\log\frac{I_2}{I_1}=26-20\Rightarrow$$
$$\log\frac{I_2}{I_1}=0/6=2\log2=\log4\Rightarrow\frac{I_2}{I_1}=4$$

۳۹. گزینه (۳)

$$\frac{f_{o_{عقب}}}{f_{o_{جلو}}}=\frac{V-V_s}{V+V_s}\Rightarrow\frac{7}{9}=\frac{320-V_s}{320+V_s}$$
$$\Rightarrow V_s=40\frac{m}{s}$$

۴۰. گزینه (۴) طول موج اشعه x کوتاه‌تر از طول موج اشعه‌ی فرابنفش می‌باشد. از طرفی هرچه طول موج کوتاه‌تر شود، انرژی و قدرت نفوذ اشعه بیش‌تر می‌شود.

۴۱. گزینه (۴) عرض نوارها از رابطه‌ی $I=\frac{\lambda D}{2a}$ محاسبه می‌شود که با پهنای شکاف رابطه‌ای ندارد. با کاهش فاصله پرده از شکاف‌ها و یا به کاربردن نور آبی که طول موج کوتاه‌تر از طول موج نور زرد دارد، پهنای نوارها کم می‌شود ولی با کاهش فاصله‌ی دو شکاف (a) پهنای نوارها افزایش می‌یابد.

۴۲. گزینه (۲)

$$k=hf-w_0=h\frac{C}{\lambda}-w_0$$
$$6=4\times10^{-15}\times\frac{3\times10^8}{\lambda}-6\rightarrow\lambda=10^{-7}m=100nm$$

۴۳. گزینه (۲) برای گسیل فوتون با کوتاه‌ترین طول موج (بیش‌ترین انرژی) بایستی به مدار $n=1$ پرش کند.

$$E_3-E_1=h\frac{C}{\lambda}\Rightarrow\frac{-E_R}{9}+\frac{E_R}{1}=h\frac{C}{\lambda}$$
$$\lambda=\frac{9hC}{8E_R}=\frac{9\times4\times10^{-15}\times3\times10^8}{8\times13/5}=10^{-7}m=100nm$$

۴۴. گزینه (۱)

۴۵. گزینه (۱) ۶ روز مدت سه نیمه عمر است.

$$6m\leftarrow4m\leftarrow2m\leftarrow m$$

آزمون (۳)

۱. گزینه (۲) ابتدا در دو ثانیه‌ی اول معادله‌ی مستقل از شتاب را می‌نویسیم:

$$\Delta x = \frac{V+V_0}{2}t \Rightarrow 6-4 = \frac{0+V_0}{2}\times 2 \rightarrow V_0 = 2\frac{m}{s}$$

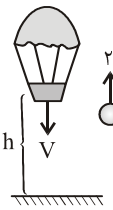
$$a = \frac{V-V_0}{t} = \frac{0-2}{2} = -1\frac{m}{s^2}$$

حال رابطه‌ی مستقل از زمان را از ابتدا تا موقعی که از مبدأ مکان می‌گذرد را می‌نویسیم.

$$V^2 - V_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow V^2 - 2^2 = 2(-1)(0-4)$$

$$\Rightarrow V = \pm 2\sqrt{3}\frac{m}{s}$$

۲. گزینه (۲) گلوله نسبت به ناظر ساکن با سرعت $3V - V = 2V$ به بالا پرتاب شده است.



بالن $x = Vt \Rightarrow h = V\times 2 = 2V$

گلوله $y = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0 t \xrightarrow{y=0}$

$$0 = -\frac{1}{2}\times 10\times 2^2 + 2V\times 2$$

از حل دو معادله‌ی فوق $V = 5\frac{m}{s}$ و $h = 10m$ می‌باشد.

۳. گزینه (۳)

$$\vec{V} = (-3t)\vec{i} + 4t\vec{j}$$

$$|\vec{V}| = \sqrt{(-3t)^2 + 16t^2} = 10 \Rightarrow 5t = 10 \rightarrow t = 2$$

$$t = 2 \rightarrow \vec{r} = (-\frac{3}{2}\times 2^2 - 2)\vec{i} + 2\times 2^2\vec{j} = -8\vec{i} + 8\vec{j}$$

$$\Rightarrow |\vec{r}| = 8\sqrt{2}m$$

۴. گزینه (۳)

$$R = \frac{2V_{0x}V_{0y}}{g} = \frac{2\times 4\times 6}{10} = 4/8m$$

$$h = \frac{V_{0y}^2}{2g} = \frac{6^2}{2\times 10} = 1/8m$$

$$R - h = 4/8 - 1/8 = 3m$$

۵. گزینه (۱)

$$\frac{w_0}{w_h} = (\frac{R+h}{R})^2$$

$$\Rightarrow \frac{540}{w_h} = (\frac{R+2R}{R})^2 = 9 \rightarrow w_h = 60N$$

۶. گزینه (۲) سطح زیر نمودار F-t برابر با تغییر در اندازه‌ی حرکت می‌باشد.

$$F.t = m(V - V_0) \Rightarrow \frac{7+3}{2}\times 3 = 2(V-4)$$

$$\rightarrow V = 11/5\frac{m}{s}$$

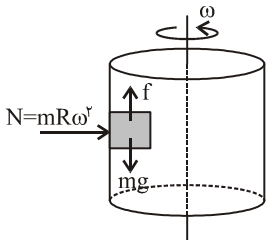
۷. گزینه (۳)

$$T_2 = \frac{2mm'}{m+m'}g = \frac{2\times 6\times(2+2)}{6+(2+2)}\times 10 = 48N$$

$4kg \quad T_2 = 48N$

$2 \quad T_1 = 24N$

۸. گزینه (۲) نیروی عمودسطح، نیرویی مرکزگرا است پس مقدارش $N = mR\omega^2$ می‌باشد. حداقل ω، جسم را در آستانه‌ی لغزش قرار می‌دهد و در این حالت داریم:



$$f = \mu N = \mu mR\omega^2$$

شرط آن‌که سر نخورد: $\sum F_y = 0 \Rightarrow f = \mu mR\omega^2 = mg$

$$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{\mu R}}$$

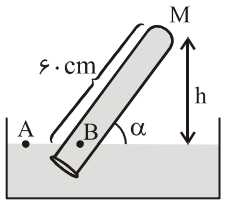
۹. گزینه (۲) سطح زیر نمودار F-x برابر با تغییر در انرژی جنبشی جسم است.

$$F.x = \frac{1}{2}m(V^2 - V_0^2)$$

$$\Rightarrow \frac{4+8}{2}\times 2 = \frac{1}{2}\times 2(V^2 - 2^2) \rightarrow V = 4\frac{m}{s}$$

۱۰. گزینه (۴)

$$P_A = P_B \Rightarrow P_0 = P_M + h$$



$$76 = P_M + 60\sin\alpha \xrightarrow{P_M = 28} 76 = 28 + 60\sin\alpha$$

$$\Rightarrow \sin\alpha = 0/8 \rightarrow \alpha = 53^\circ$$

۱۱. گزینه (۲) اندازه‌ی گرمایی که گرماسنج و آب می‌دهند با اندازه‌ی گرمایی که فلز می‌گیرد برابر است.

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 \Rightarrow m_1c_1\Delta\theta_1 + m_2c_2\Delta\theta_2 = m_3c_3\Delta\theta_3$$

$$150\times(10-8) + 0/5\times 4200\times(10-8) =$$

$$m_3C_3\times(110-10) \Rightarrow m_3C_3 = 45\frac{J}{^\circ C}$$

۱۲. گزینه (۲)

$$L_2 = L_1(1+\alpha\Delta\theta) \Rightarrow 801 = 800(1+50\alpha)$$

$$\alpha = 2/5\times 10^{-5}(\frac{1}{^\circ C})$$

$$\Rightarrow \text{ضریب انبساط حجمی} = 3\alpha = 7/5\times 10^{-5}(\frac{1}{^\circ C})$$

۱۳. گزینه (۱) اگر تعداد مول‌های هوایی که در هر بار تلمبه وارد مخزن می‌کنیم را با n_1 و تعداد مول‌های هوایی که درنهایت در

مخزن قرار می‌گیرد را با $n_۲$ نشان دهیم. تعداد دفعات که بایستی تلمبه بزنیم برابر است با:

$$x=\frac{n_۲}{n_۱}\xrightarrow{n=\frac{PV}{RT}}x=\frac{P_۲V_۲T_۱}{P_۱V_۱T_۲}=$$
$$\frac{۵\times۲۰\times(۲۷۳-۳)}{۱\times\frac{۱}{۲}\times(۲۷۳+۲۷)}=۱۸۰$$

۱۴. گزینه (۴) چون فشار متناسب با دمای مطلق تغییرمی‌کند، گاز فرآیند هم حجمی را طی می‌کند و در نتیجه کاری انجام نمی‌شود.

۱۵. گزینه (۴)

$$\eta_۱=\frac{w_۱}{Q}=۰/۴\rightarrow w_۱=۰/۴Q$$
$$Q_{c_۱}=Q_{H_۲}=Q-۰/۴Q=۰/۶Q$$
$$\eta_۲=\frac{w_۲}{Q_{H_۲}}\Rightarrow ۰/۵=\frac{w_۲}{۰/۶Q}\rightarrow w_۲=۰/۳Q$$
$$\frac{w_۱}{w_۲}=\frac{۰/۴Q}{۰/۳Q}=\frac{۴}{۳}$$

۱۶. گزینه (۳) هرگاه آینه با سرعت V حرکت کند، تصویر با سرعت ۲V در جهت حرکت آینه حرکت می‌کند.

۱۷. گزینه (۲) چون تصویرمستقیم می‌باشد مجازی است و در آینه‌ها فاصله‌ی شیء تا تصویر $|p-q|$ (با حفظ علامت) می‌باشد.

$$\left.\begin{matrix}q=-۳p\\|p-q|=۴۰\end{matrix}\right\}\Rightarrow\begin{matrix}p=۱۰cm\\q=-۳۰cm\end{matrix}$$
$$R=۲f=\frac{۲pq}{p+q}=\frac{۲\times۱۰(-۳۰)}{۱۰-۳۰}=+۳۰cm$$

چون $R>۰$ است آینه مقعر می‌باشد.

۱۸. گزینه (۱)

$$D=i-r=\frac{۱}{۳}i\rightarrow r=\frac{۲}{۳}i=۳۰^\circ\rightarrow i=۴۵^\circ$$
$$\sin i=n\sin r\Rightarrow\frac{\sqrt{۲}}{۲}=n\times\frac{۱}{۲}\rightarrow n=\sqrt{۲}$$

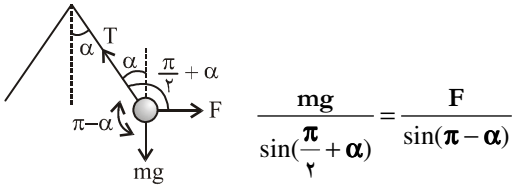
۱۹. گزینه (۱) چون تصویر جسم حقیقی است پس عدسی همگرا می‌باشد. اگر فاصله‌ی جسمی از عدسی همگرا $p=nf$ باشد، بزرگ‌نمایی از رابطه‌ی $M=\frac{۱}{n-۱}$ بدست می‌آید.

$$M_۱=\frac{۱}{n-۱}=\frac{۱}{۳}\rightarrow n=۴\rightarrow P_۱=۴f$$
$$M_۲=\frac{۱}{n-۱}=-۳\rightarrow n=\frac{۲}{۳}\rightarrow P=\frac{۲}{۳}f$$
$$\Delta P=۴f-\frac{۲}{۳}f=۲۰\rightarrow f=۶cm$$

۲۰. گزینه (۲)

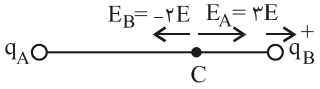
$$\frac{Q}{t}=\frac{kA\Delta\theta}{L}$$
$$\Rightarrow ۴۰۰۰=\frac{۴۰۰\times(۲۰\times۱۰^{-۴})(\theta-۲۰)}{۰/۵}\Rightarrow\theta=۲۵۲۰^\circ C$$

۲۱. گزینه (۳)



$$\frac{mg}{\sin(\frac{\pi}{۲}+\alpha)}=\frac{F}{\sin(\pi-\alpha)}$$
$$\Rightarrow F=\frac{mg\sin\alpha}{\cos\alpha}=mg\tan\alpha$$
$$\frac{۹\times۱۰^۹\times۱۰^{-۶}\times۴\times۱۰^{-۶}}{۰/۳^۲}=۰/۰۴\times۱۰\times\tan\alpha$$
$$\Rightarrow\tan\alpha=۱\qquad\Rightarrow\alpha=۴۵^\circ$$

۲۲. گزینه (۱) شدت میدان q_A و q_B در نقطه C را با E_A و E_B نشان می‌دهیم.



$$\left.\begin{matrix}E_A+E_B=E\\E_B=-۲E\end{matrix}\right|\rightarrow E_A=۳E$$

با توجه به شکل چون هردو بار q_A و q_B، بار آزمون واقع در نقطه‌ی C رادفع کرده‌اند هم‌نامند.

$$\frac{E_A}{E_B}=\frac{k\frac{q_A}{۹x^۲}}{k\frac{q_B}{x^۲}}=\frac{۳E}{۲E}\rightarrow\frac{q_A}{q_B}=+\frac{۲۷}{۲}$$

۲۳. گزینه (۴) اگر دو کره دارای بارهای هم اندازه و هم نام باشد، پس از اتصال بار آن‌ها تغییر نکرده و در نتیجه $F'=F$ می‌شود.

در صورتی که بار دو کره هم نام باشد ولی اندازه‌های آن‌ها متفاوت باشد. پس از اتصال بار روی کره‌ها برابر می‌شود و در این‌صورت $F'>F$ می‌شود (نیروی بین بارها با حاصل‌ضرب آن‌ها متناسب است و در این حالت حاصل‌ضرب بارها نسبت به حال قبل افزایش می‌یابد.

اگر بار دو کره ناهم‌نام باشد. می‌تواند پس از اتصال حاصل‌ضرب بارها نسبت به حالت اول کم‌تر شود (فرض کنید بار دو کره در ابتدا هم اندازه و ناهم‌نام باشد) در این حالت $F'<F$ می‌شود.

۲۴. گزینه (۳) درست در لحظه‌ی وصل کلید مقاومت خازن بدون بار در مقابل عبور جریان الکتریکی صفر می‌باشد و جریان $I_۱$ صفر می‌شود.

$$I_۲=\frac{\varepsilon}{R+r}=\frac{۱۰}{۳+۱}=۲/۵A$$

۲۵. گزینه (۱)

$$V_۱=V_۲\Rightarrow I_۱R_۱=I_۲R_۲$$
$$\Rightarrow ۲\times۲=۸R_۲\rightarrow R_۲=۰/۵\Omega$$

۲۶. گزینه (۳)

$$Q=RI^۲t\Rightarrow ۳۲=۸\times I_۱^۲\times۱\rightarrow I_۱=۲A$$

بنابراین جریان گذرنده از مقاومت R برابر $(۳-۲=۱A)$ خواهدبود. ولتاژ دو سر مقاومت‌ها یکسان است پس:

$$V_۱ = V_۲ \Rightarrow I_۱R_۱ = I_۲R_۲$$

$$۸\times۲ = R\times۱ \rightarrow R = ۱۶\Omega$$

۲۷. گزینه (۳) چون $\varepsilon_۱ > \varepsilon_۲$ است جریان در حلقه پادساعتگرد می‌باشد.

$$I = \frac{\varepsilon_۱ - \varepsilon_۲}{\sum R + \sum r} = \frac{۱۸-۲}{۴+۳+۱} = ۲A$$

$$V_B - IR_۱ + \varepsilon_۱ = V_A \Rightarrow V_B - V_A = ۲\times۴ - ۱۸ = -۱۰V$$

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow \Delta U = \Delta V.q = -۱۰(-۲) = +۲۰\mu J$$

۲۸. گزینه (۳)

$$F = qVB\sin\alpha$$

$$۶\times۱۰^{-۵} = ۱۰^{-۶}\times V\times۵\times۱ \Rightarrow V = ۴\frac{m}{s}$$

$$k = \frac{۱}{۲}mV^۲ = \frac{۱}{۲}\times۲\times۱۰^{-۸}\times۴^۲ = ۰/۱۶\times۱۰^{-۶}\,J = ۰/۱۶\mu J$$

۲۹. گزینه (۲)

$۲\pi r$ ۱

d تعداد حلقه $n = \frac{d}{۲\pi r} = \frac{d}{۲\times۰/۰۵\pi} = \frac{۱۰d}{\pi}$

$$B = ۲\pi\times۱۰^{-۷}\frac{NI}{r} \Rightarrow$$

$$۰/۰۸ = ۲\pi\times۱۰^{-۷}\times\frac{\frac{۱۰d}{\pi}\times۱۰۰}{۰/۰۵} \Rightarrow d = ۲۰m$$

۳۰. گزینه (۲)

$$\Delta q = N\frac{\Delta\varphi}{R} = ۵۰\times\frac{۰/۰۴}{۵} = ۰/۴ \text{ کولن}$$

۳۱. گزینه (۴)

$$\sin\theta_۰ = \frac{\varphi_۰}{\varphi_{max}} = \frac{۰/۰۰۲}{۰/۰۰۴} = \frac{۱}{۲} \rightarrow \theta_۰ = \frac{\pi}{۶}$$

$$\frac{T}{۲} = ۰/۰۴ \rightarrow T = ۰/۰۸s \rightarrow \omega = \frac{۲\pi}{T} = ۲۵\pi\frac{rad}{s}$$

$$\varphi = \varphi_m\sin(\omega t + \theta_۰) = ۰/۰۰۴\sin(۲۵\pi t + \frac{\pi}{۶})$$

$$I = -\frac{N}{R}\frac{d\varphi}{dt} = -\frac{۲۰۰}{۴\pi}\times۲۵\pi\cos(۲۵\pi t + \frac{\pi}{۶})$$

$$t = \frac{۱}{۵۰} \rightarrow i = -۱۲۵۰\cos(\frac{\pi}{۲}+\frac{\pi}{۶}) = ۶۲۵A$$

۳۲. گزینه (۲)

$$\left.\begin{array}{l}\sin\theta_۱ = \frac{y_۱}{A} = \frac{\sqrt{۳}}{۲} \xrightarrow{\text{ربع اول}} \theta_۱ = \frac{\pi}{۳}\\ \sin\theta_۲ = \frac{y_۲}{A} = ۱ \rightarrow \theta_۲ = \frac{\pi}{۲}\end{array}\right|$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{\pi}{۲} - \frac{\pi}{۳} = \frac{\pi}{۶}$$

$$\Delta\theta = \omega\Delta t \Rightarrow \Delta\theta = \frac{۲\pi}{T}.t \rightarrow \frac{\pi}{۶} = \frac{۲\pi}{T}\times\frac{۱}{۶۰} \rightarrow T = ۰/۲$$

۳۳. گزینه (۳)

$$V = \frac{dy}{dt} = ۰/۰۴\pi\cos(۲\pi t + \frac{\pi}{۶})$$

$$k = \frac{۱}{۲}mV^۲$$

$$\Rightarrow ۰/۸\times۱۰^{-۳} = \frac{۱}{۲}\times۰/۲\times۰/۰۴^۲\pi^۲\cos^۲(۲\pi t + \frac{\pi}{۶})$$

$$\cos^۲(۲\pi t + \frac{\pi}{۶}) = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \cos(۲\pi t + \frac{\pi}{۶}) = \pm\frac{\sqrt{۲}}{۲} = \cos\frac{\pi}{۴}$$

$$۲\pi t + \frac{\pi}{۶} = \frac{\pi}{۴} \rightarrow t = \frac{۱}{۲۴}s$$

۳۴. گزینه (۲)

$$\frac{d^۲x}{dt^۲} + \omega^۲x = ۰ \Rightarrow \omega^۲ = \pi^۲ \Rightarrow \omega = \pi\frac{rad}{s}$$

$$T = \frac{۲\pi}{\omega} = \frac{۲\pi}{\pi} = ۲s$$

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = ۲ \Rightarrow ۱ = \pi\sqrt{\frac{l}{g}} \rightarrow ۱ = \frac{\pi^۲}{g}.L \rightarrow L = ۱m$$

۳۵. گزینه (۲)

$$V = \sqrt{\frac{F}{\rho.A}} = \sqrt{\frac{۱۶}{۳۲۰۰\times۲۰\times۱۰^{-۶}}} = ۵۰\frac{m}{s}$$

۳۶. گزینه (۲) مدت زمانی که طول می‌کشد تا نوسانگری از نصف بعد ماکزیمم به مرکز نوسان برسد $\frac{T}{۱۲}$ می‌باشد. در این مدت موج $\frac{۱}{۱۲}$ متر را پیموده است.

$$x = Vt \rightarrow \frac{۱}{۱۲} = V\times\frac{T}{۱۲} \Rightarrow \lambda = VT = ۱m \text{ طول موج}$$

$$V = \lambda f = ۱\times۲۰ = ۲۰\frac{m}{s}$$

۳۷. گزینه (۴)

$$\ell = \frac{\lambda}{۲} = ۲۰cm$$

$$f = \frac{nV}{۲l} = \frac{۳\times۱۲۰۰}{۲\times۰/۲} = ۹۰۰۰Hz$$

۳۸. گزینه (۱) چون منبع صوت ساکن است، طول موج ظاهری و طول موج واقعی برابرند.

$$\lambda = \frac{V}{f} = \frac{۳۰۰}{۶۰۰} = ۰/۵m$$

۳۹. گزینه (۱)

$$\frac{n_G}{n_W}\times\frac{n_D}{n_G} = \frac{۹}{۸}\times\frac{۸}{۵} \Rightarrow \frac{n_D}{n_W} = \frac{۹}{۵}$$

$$\frac{V_D}{V_W} = \frac{n_W}{n_D} = \frac{۹}{۵} \Rightarrow \frac{V_D}{۲/۲۵\times۱۰^۶} = \frac{۵}{۹} \Rightarrow$$

$$V_D = ۱/۲۵\times۱۰^۸\frac{m}{s}$$

۴۰. گزینه (۱)

$$x_۱ = x_۲ \Rightarrow ۴\frac{\lambda_۱D}{a} = ۴/۵\frac{\lambda_۲D}{a}$$

$$\Rightarrow \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{۴}{۴/۵} = \frac{۸}{۹}$$

۴۱. گزینه (۱) $I=\frac{E}{tA}=\frac{E}{t\times 4\pi R^2}=\frac{1/8}{60\times 4\times 3\times (0/5)^2}=0/01$

۴۲. گزینه (۳) چون دو فلز متفاوت می‌باشند w_0 برای آن‌ها متفاوت است در نتیجه بسامد نورتابشی طبق رابطه $V_0=\frac{hf-w_0}{c}$ متفاوت است.

۴۳. گزینه (۳) طیف نور فلز مذاب پیوسته است ولی در اثرعبور از یک محیط واسطه‌ی ملتهب خطوط تاریکی در طیف ایجاد می‌شود. که در واقع همان خطوطی است که بخارجیوه گسیل می‌کند.

۴۴. گزینه (۱) هسته هلیم از دو پروتون و دو نوترون تشکیل شده است.

$$(2M_P+2M_N-M)\times 931/5$$
$$=(2\times 1/00727+2\times 1/008665-4/002603)\times 931/5$$
$$=27/27 Mev$$

۴۵. گزینه (۱)

آزمون (۴)

۱. گزینه (۴) در صورتی که $av>0$ باشد حرکت تندشونده و در صورتی که $av<0$ باشد، حرکت کندشونده است. بنابراین اگر $v_0<0$ باشد حرکت تندشونده و درصورتی که $v_0>0$ باشد ابتدا حرکت کندشونده می‌باشد. با توجه به اینکه سطح زیر نمودار a-t برابر با تغییر سرعت می‌شود درحالت اخیر می‌تواند سرعت نهایی جسم منفی شود و حرکت ابتدا کندشونده و سپس تندشونده باشد.

۲. گزینه (۳) اگر متحرکی بدون سرعت اولیه با شتاب ثابت حرکت کند مسافت‌هایی که دربازه‌های زمانی یکسان طی می‌کند به نسبت‌های $x, 3x, 5x, \ldots$ می‌باشدپس:

$$x+3x+5x=450\rightarrow x=50m$$

$50, 150, 250$

۳. گزینه (۲) $\vec{a}=a_x\vec{i}+a_y\vec{j}=(3t-6)\vec{i}+4j$

کم‌ترین مقدار شتاب وقتی است که $a_x=0$ می‌شود.

$$a_x=3t-6=0\rightarrow t=2$$

$$t=2\rightarrow \vec{a}=4\vec{j}\Rightarrow |a|=4\frac{m}{s^2}$$

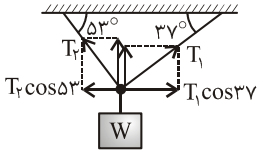
۴. گزینه (۱) مختصات اوج به صورت زیراست.

$$O\begin{cases} x=\frac{R}{2}=\frac{V_0^2\sin 2\alpha}{2g} \\ y=h=\frac{V_0^2\sin^2\alpha}{2g}\end{cases}$$

$$tg\theta=\frac{y}{x}=\frac{\frac{V_0^2\sin^2\alpha}{2g}}{\frac{V_0^2\sin 2\alpha}{2g}}=\frac{\sin^2\alpha}{2\sin\alpha\cos\alpha}=\frac{1}{2}tg\alpha$$

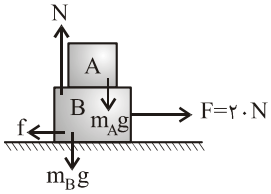
۵. گزینه (۱) اگر آسانسورکندشونده رو به بالا حرکت کند و یا کندشونده رو به پایین برود، شتاب حرکت به طرف بالاست و در هر دو حالت کشش کابل بیش‌تر از وزن آسانسور می‌باشد.

۶. گزینه (۲) در این حالت بایستی برآیند نیروها در دو امتداد x و y صفر باشد.



$$\sum F_x=0\Rightarrow T_1\cos 37-T_2\cos 53=0$$
$$\Rightarrow T_1\times 0/8=T_2\times 0/6\Rightarrow \frac{T_2}{T_1}=\frac{0/5}{0/6}=\frac{4}{3}$$

۷. گزینه (۳)



برای کل سیستم $\sum F_y=0\Rightarrow N=m_Ag+m_Bg=100N$

$$f=\mu N=100\times 0/2=20N$$
$$\sum F_x=\sum ma\Rightarrow F-f=(m_A+m_B)a$$
$$30-20=(4+6)a\Rightarrow a=1\frac{m}{s^2}$$

طبق قانون دوم نیوتن برآیند نیروهای وارد برجسم A از رابطه $F=ma$ محاسبه می‌شود.

$$F=ma=4\times 1=4N$$

۸. گزینه (۲) دور ۳۰ ۶۰ثانیه

$$1 \quad f=\frac{1}{2}Hz\rightarrow \omega=2\pi f=\pi\frac{rad}{s}$$

نیروی اصطکاک عامل دوران است. موقعی که سکه در دورترین فاصله است در آستانه لغزش قرار می‌گیرد و در این حالت $f=\mu mg$ می‌باشد.

$$f=\mu mg=mR\omega^2\Rightarrow 0/4\times 10=R\times\pi^2\Rightarrow R=0/4m$$

۹. گزینه (۴) طول خط قرمز به شکل زیر محاسبه می‌شود.

$$x=\frac{V_0^2}{2g(\sin\alpha+\mu\cos\alpha)}\Rightarrow 4=\frac{10^2}{2\times 10(0/6+0/8\mu)}$$
$$\Rightarrow \mu=\frac{13}{16}$$

کار نیروی اصطکاک در رفت و برگشت.

$$-۲f.L=-۲\mu mg\cos\alpha L=-۲\times\frac{۱۳}{۱۶}\times۴۰\times۰/۸\times۴$$

$$\Rightarrow w=-۲۰۸J$$

۱۰. گزینه (۲) جمع جبری گرمای مبادله شده بین یخ و آب صفر می‌باشد.

$$Q_۱+Q_۲=۰$$

$$m_۱L_f+m_۲c\Delta\theta=۰\Rightarrow$$

$$m_۱\times۳۳۴۰۰۰=۰/۲\times۴۲۰۰\times۶۰\Rightarrow m_۱=۰/۱۵kg=۱۵۰g$$

۱۱. گزینه (۲) مقدارگرمایی که ازطریق میله‌ها شارش می‌شود باهم برابر است.

$$Q_{Fe}=Q_{Cu}\Rightarrow\frac{K_{Fe}At\Delta T_{Fe}}{L_{Fe}}=\frac{K_{Cu}At\Delta T_{Cu}}{L_{Cu}}$$

$$\frac{۸۰\times(۱۰۰-۲۰)}{L_{Fe}}=\frac{۴۰۰(۲۰-۰)}{L_{Cu}}\rightarrow L_{Fe}=\frac{۴}{۵}L_{Cu}$$

$$L_{Fe}+L_{Cu}=۵۴\Rightarrow\frac{۴}{۵}L_{Cu}+L_{Cu}=۵۴$$

$$\rightarrow L_{Cu}=۳۰cm$$

۱۲. گزینه (۳) نمودار مربوط به فرآیند هم حجم می‌باشد.

$$\Delta U=Q=\frac{۵}{۲}nR\Delta T=\frac{۵}{۲}V\Delta P$$

$$\Delta U=\frac{۵}{۲}\times(۴\times۱۰^{-۳})\times(۱۰^{۵}-۳\times۱۰^{۵})=-۲۰۰۰J$$

۱۳. گزینه (۱)

$$V_۲=V_۱-\frac{۴۰}{۱۰۰}V_۱=۰/۶V_۱=۱/۲ \text{ لیتر}$$

$$\Delta V=V_۲-V_۱=۱/۲-۲=-۰/۸ \text{ لیتر}$$

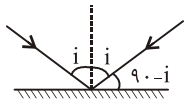
$$W=-P\Delta V=-۲\times۱۰^{۵}\times(-۰/۸)\times۱۰^{-۳}=۱۶۰J$$

۱۴. گزینه (۲)

$$\Delta U=\frac{۵}{۲}nR\Delta T=\frac{۵}{۲}\times\frac{۱}{۲}\times۸\times(۶۰۰-۳۰۰)$$

$$=۳۰۰۰J$$

۱۵. گزینه (۳)



$$۲i=۵(۹۰-i)\Rightarrow i=۶۴^{\circ}$$

۱۶. گزینه (۱) تصویرها نسبت به محور قائم قرینه‌اند.

۱۷. گزینه (۴) در این حالت عمق ظاهری بیش‌تر از عمق واقعی می‌شود.

$$h'=\frac{h}{n_{۱/۲}}=\frac{n_۲}{n_۱}h\,,n_۲>n_۱$$

و چون تصویر دورتر قرارمی‌گیرد، کوچک‌تر به نظر می‌رسد.

۱۸. گزینه (۱) وقتی جسم در فاصله ۲f قرار دارد بزرگ‌نمایی آن و طول تصویرش برابر است با:

$$|M_۲|=\frac{f}{p+f}=\frac{f}{۲f+f}=\frac{۱}{۳}\rightarrow A'B'=\frac{۱}{۳}AB=۴cm$$

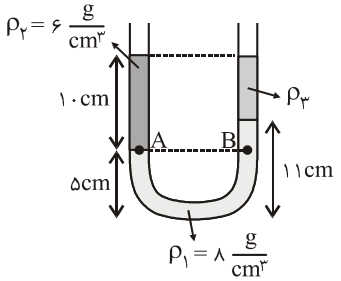
در حالت دوم خواهیم داشت:

$$|M_۲|=\frac{f}{p+f}=\frac{f}{f+f}=\frac{۱}{۲}\rightarrow A'B'=\frac{۱}{۲}AB=۶cm$$

پس طول تصویر ۲ سانتی‌متر افزایش یافته

۱۹. گزینه (۴) در این حالت نیروی چسبندگی مولکول‌های آب با جداره کم‌تر از نیروی‌کشش بین مولکول‌ها می‌شود و سیال برای این جداره یک سیال خشک به حساب می‌آید.

۲۰. گزینه (۳)



$$P_A=P_B$$

$$\Rightarrow\rho_۲h_۲=\rho_۳h_۳+\rho_۱h_۱$$

$$۶\times۱۰=\rho_۳\times(۱۰+۵-۱۱)+۸\times(۱۱-۵)\Rightarrow\rho_۳=۳\frac{g}{cm^۳}$$

۲۱. گزینه (۱) کمیت‌های شدت جریان مسافت طی شده، گرما، توان، زمان، جرم، حجم، چگالی‌نرده‌ای و کمیت‌های جابه‌جایی سرعت متوسط، شدت میدان، نیرو، شتاب، برداری می‌باشند.

۲۲. گزینه (۳) در جهت خطوط میدان که حرکت می‌کنیم پتانسیل نقاط کاهش می‌یابند. اگر بارمنفی در جهت میدان حرکت کند، انرژی پتانسیل آن افزایش و در صورتی که خلاف جهت میدان حرکت کند، کاهش می‌یابد.

۲۳. گزینه (۱) با وصل کلید مقاومت کل مدار کم می‌شود و شدت جریان افزایش می‌یابد. طبق رابطه‌ی $V=\varepsilon-Ir$، با افزایش شدت جریان، ولتاژ کم می‌شود. از طرفی ولت‌سنج علاوه بر اختلاف پتانسیل دو سر مولد، ولتاژ دو سر مقاومت‌ها را نیز نشان می‌دهد و طبق رابطه $V=IR$ با کاهش ولتاژ، شدت جریان گذرنده از مقاومت کم می‌شود.

۲۴. گزینه (۱) وقتی لامپ به ولتاژی کم‌تر از ولتاژ اسمی وصل شود، توان مصرفی آن کاهش می‌یابد. ابتدا توان مصرفی را با استفاده از رابطه $P=\frac{V^۲}{R}$ محاسبه می‌کنیم.

$$\frac{P_۲}{P_۱}=(\frac{V_۲}{V_۱})^۲\Rightarrow\frac{P_۲}{۲۰۰}=(\frac{۱۱۰}{۲۲۰})^۲\rightarrow P_۲=۵۰ \text{ وات}$$

$$Q=P.t=۵۰\times(۱۵\times۶۰)=۴۵۰۰۰J=۴۵kj$$

۲۵. گزینه (۲) افت پتانسیل Ir می‌باشد.

$$Ir=\frac{۲۰}{۱۰۰}\varepsilon\Rightarrow۱\times۱/۵=۰/۲\varepsilon\rightarrow\varepsilon=۷/۵V$$

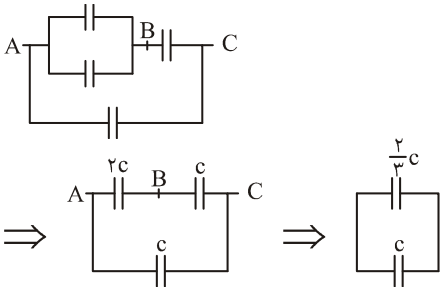
وقتی کلید قطع می‌شود، ولت‌متر $V = \varepsilon - Ir$ را درحالتی نشان می‌دهد که $I = ۰$ است یعنی نیروی محرکه را نشان می‌دهد.

۲۶. گزینه (۳)

$$V = V_{AB} = V_{AC} + V_{BC} = IR + I''R''$$

$$۱۰ = ۱\times۴ + I''\times۲۰ \rightarrow I'' = ۰/۳A$$

۲۷. گزینه (۲) به شکل زیر مدار را ساده می‌کنیم.



$$C_t = \frac{۲}{۳}C + C = \frac{۵}{۳}C = ۵ \Rightarrow C = ۳\mu F$$

۲۸. گزینه (۴)

$$U_۱ = \frac{۱}{۲}\frac{q_۱^۲}{C}, U_۲ = \frac{۱}{۲}\frac{(۱/۱q_۱)^۲}{C}$$

$$U_۲ - U_۱ = \frac{۱}{۲C}(۱/۲۱-۱)q_۱^۲$$

$$\Rightarrow ۲/۷۳ = \frac{۱}{۲\times۶/۵}\times۰/۲۱q_۱^۲ \Rightarrow q_۱ = ۱۳\mu c$$

۲۹. گزینه (۳) طبق روابط $\varphi = LI, U = \frac{۱}{۲}LI^۲$ شارگذرنده و انرژی ذخیره شده در سیم لوله با ضریب خودالقایی نسبت مستقیم دارد و طبق رابطه‌ی $L = \mu_۰\frac{N^۲A}{L}$ ضریب خودالقایی با مجذور تعداد حلقه‌ها متناسب است. با دو برابر شدن تعداد حلقه‌ها، ضریب خودالقایی و در نتیجه انرژی و شارگذرنده از سیم‌لوله ۴ برابر می‌شود.

۳۰. گزینه (۲)

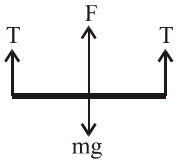
$$\varepsilon = -L\frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow ۱۰ = -L\times\frac{(۰-۲۰)}{۰/۰۱}$$

$$\Rightarrow L = ۰/۰۰۵H$$

$$L = \mu_۰\frac{N^۲A}{L} \Rightarrow ۰/۰۰۵ = \frac{۴\pi\times۱۰^{-۷}N^۲\times\pi\times(۰/۱)^۲}{۰/۵}$$

$$\rightarrow N = ۲۵۰$$

۳۱. گزینه (۲) اگر عمود برکف دست راست و به طرف بیرون جهت میدان و چهارانگشت در جهت جریان باشد، شست جهت نیروی وارد برسیم (به طرف بالا) را نشان می‌دهد.



$$\sum F = ۰ \Rightarrow F - mg = ۰$$

$$T = \frac{mg - F}{۲} = \frac{mg - BIl}{۲}$$

$$T = \frac{۰/۰۲\times۱۰ - ۰/۱\times۱\times۱}{۲} = ۰/۰۵N$$

۳۲. گزینه (۲) میدان سیم در طرف راست درون سو می‌باشد حال اگر عمود برکف دست راست و به طرف بیرون را در جهت میدان و چهارانگشت در جهت پرتاب باشد، شست جهت نیروی وارد بر بارمثبت و جهت مخالف آن، جهت نیروی وارد بر بارمنفی را نشان می‌دهد.

۳۳. گزینه (۴) وقتی بر روی پاره‌خط ۱۰cm نوسان می‌کند $A = ۵cm$ است.

$$V = \omega\sqrt{A^۲ - x^۲} = \sqrt{\frac{k}{m}}\sqrt{A^۲ - x^۲}$$

$$V = \sqrt{\frac{۸۰۰}{۲}}\sqrt{۵^۲ - ۳^۲} = ۸۰\frac{cm}{s} = ۰/۸\frac{m}{s}$$

۳۴. گزینه (۲) وقتی فازحرکت نوسانی مضرب فردی از $\frac{\pi}{۴}$ می‌شود انرژی پتانسیل و جنبشی نوسانگر برابر می‌شود.

انتخاب ما برای اولین بار، $\frac{۳\pi}{۴}$ است. یا $\frac{۳\pi}{۴}$

$$۲۰\pi t + \frac{\pi}{۶} = \frac{\pi}{۴} \text{ یا } \frac{۳\pi}{۴}$$

$$۲۰\pi t + \frac{\pi}{۶} = \frac{۳\pi}{۴} \rightarrow ۲۰\pi t = \frac{۳\pi}{۴} - \frac{\pi}{۶} = \frac{۷\pi}{۱۲} \Rightarrow t = \frac{۷}{۲۴۰}s$$

۳۵. گزینه (۱) اختلاف فازی معادله‌ی حرکت ارتعاشی دو نقطه‌ی در فاز مقابل برابر π می‌باشد. $۲۰\pi x = \pi \rightarrow x = \frac{۱}{۲۰}m = ۰/۰۵m$

۳۶. گزینه (۴) نقطه‌ی M در نصف بعد ماکزیمم در بعدهای مثبت است و باحرکت موج به طرف راست به سمت بالا پیش می‌رود.

$$\sin\theta_۰ = \frac{y_۰}{A} = \frac{۲}{۴} = \frac{۱}{۲} \rightarrow \theta_۰ = \frac{\pi}{۶}$$

$$f = \frac{V}{\lambda} = \frac{۲۰}{۰/۸} = ۲۵Hz$$

فاز نقطه M پس از $\frac{۱}{۷۵}$ ثانیه برابر است با:

$$\theta = \omega t + \theta_۰ = ۲\pi ft + \theta_۰ = ۲\pi\times۲۵\times\frac{۱}{۷۵} + \frac{\pi}{۶} = \frac{۵\pi}{۶}$$

یعنی فاز حرکت ابتدا در ربع اول بوده (حرکت نوسانگر کندشونده) و سپس به ربع دوم رسیده است (حرکت تندشونده)

۳۷. گزینه (۱)

$$U_A = ۰/۰۱\sin(۴۰\pi t - ۰/۸\pi)$$

$$U_B = ۰/۰۱\sin(۴۰\pi t - ۰/۲\pi)$$

اختلاف فازآن‌ها $\Delta\theta = ۰/۸\pi - ۰/۲\pi = ۰/۶\pi$

چون بین دو نقطه، سه نقطه هم فاز با A وجود دارد به مقدار فوق به ازاء هر نقطه ۲π اضافه می‌کنیم.

$$\Delta\theta = ۶\pi + ۰/۶\pi = ۶/۶\pi$$

$$\Delta\theta = \frac{\omega x}{V} \Rightarrow ۶/۶\pi = \frac{۴۰\pi x}{۲۰} \Rightarrow x = ۳/۳m$$

۳۸. گزینه (۳)

$$db = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} = ۲۴ \rightarrow \log\frac{I}{I_۰} = ۲/۴ = ۸\times۰/۳ =$$

$$۸\log ۲ = \log ۲^۸$$

$$\frac{I}{I_۰} = ۲^۸ = ۲۵۶ \rightarrow I = ۲۵۶I_۰ = ۲/۵۶\times۱۰^{-۱۰}\frac{w}{m^۲}$$

۳۹. گزینه (۳) در لوله‌های بسته، صوت سوم، هماهنگ پنجم صوت اصلی می‌باشد.

$$f_۵ = ۵f_۱ = ۵\times۶۸۰ = ۳۴۰۰Hz$$

$$\frac{f_۰}{V - V_۰} = \frac{f_s}{V - V_s} \Rightarrow f_۰ = \frac{(۳۴۰ - ۲۰)\times۳۴۰۰}{۳۴۰} = ۳۲۰۰Hz$$

۴۰. گزینه (۱) فاصله سومین نوار روشن از نوارمرکزی در آزمایش اول با فاصله‌ی پنجمین نوار تاریک از نوارمرکزی در آزمایش دوم بایستی برابر باشد.

$$x_۱ = x_۲ \Rightarrow \frac{۳\lambda_۱ D}{a} = (۵ - ۰/۵)\frac{\lambda_۲ D}{a} \Rightarrow \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{۲}{۳}$$

۴۱. گزینه (۲) دوره آن ثابت می‌ماند و طبق رابطه‌ی $\lambda = VT$ طول موج به نسبت سرعت و یا به نسبت عکس ضریب شکست تغییر می‌کند.

$$\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{n_۱}{n_۲} \Rightarrow \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{۱}{\frac{۴}{۳}} = \frac{۳}{۴}$$

۴۲. گزینه (۴)

$$E_۳ - E_۱ = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \frac{Z^۲E_R}{۱^۲} - \frac{Z^۲E_R}{۳^۲} = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\frac{۸}{۹}\times Z^۲E_R = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{۹hc}{۸Z^۲} = ۸۴/۳۷۵nm \quad \text{فرابنفش}$$

۴۳. گزینه (۴)

$$V_۰ = \frac{h\frac{c}{\lambda} - w_۰}{e} \Rightarrow$$

$$۸ = \frac{۴\times۱۰^{-۱۵}\times۳\times۱۰^۸}{\lambda} - ۴ \Rightarrow \lambda = ۱۰^{-۷}m = ۱۰۰nm$$

۴۴. گزینه (۱) انرژی بستگی هسته مربوط به اختلاف جرم نوکلئون‌های تشکیل‌دهنده هسته با جرم هسته تشکیل شده می‌باشد که طبق رابطه $E = \Delta mc^۲$ به انرژی تبدیل می‌شود.

$$\Delta m = \left[(۱/۶۸ + ۱/۶۷) - ۳/۳۵\right]\times۱۰^{-۲۷} = ۱۰^{-۲۹}kg$$

$$E = \Delta mC^۲ = ۱۰^{-۲۹}\times(۳\times۱۰^۸)^۲ = ۹\times۱۰^{-۱۳}J$$

$$E = ۹\times۱۰^{-۱۳} \div ۱/۶\times۱۰^{-۱۹} =$$

$$۵/۶۲۵\times۲۰^۶ ev = ۵/۶۲۵Mev$$

۴۵. گزینه (۴)

آزمون (۵)

۱. گزینه (۳)

$$\Delta y = -\frac{۱}{۲}at^۲ + Vt$$

$$-۸۰ = -\frac{۱}{۲}(-۱۰)\times۸^۲ + ۸V \rightarrow V = -۵۰\frac{m}{s}$$

علامت منفی نشان می‌دهد که جهت سرعت روبه پایین است.

راه دوم: $y = -\frac{۱}{۲}gt^۲ + V_۰t + y_۰$ **(مبدأ زمین و جهت مثبت رو به بالا)**

$$۰ = -\frac{۱}{۲}\times۱۰\times۸^۲ + V_۰\times۸ + ۸۰ \rightarrow V_۰ = ۳۰\frac{m}{s}$$

$$V^۲ - V_۰^۲ = -۲g\Delta y$$

$$\Rightarrow V^۲ - ۳۰^۲ = -۲\times۱۰\times(-۸۰) \Rightarrow V = ۵۰\frac{m}{s}$$

۲. گزینه (۲)

$$V = -۴t + ۸ = at + V_۰ \Rightarrow$$

$$a = -۴\frac{m}{s^۲}, V_۰ = ۸\frac{m}{s}$$

$$x = \frac{۱}{۲}at^۲ + V_۰t + x_۰ = -۲t^۲ + ۸t + x_۰$$

دو ثانیه‌ی سوم زمان بین $t = ۴$ تا $t = ۶$ است.

$$t = ۴ \rightarrow x_۴ = -۲(۴)^۲ + ۸(۴) + x_۰ = x_۰$$

$$t = ۶ \rightarrow x_۶ = -۲۴ + x_۰$$

$$|\Delta x| = ۲۴m$$

۳. گزینه (۲)

$$\left.\begin{array}{l} y_A = y_B \Rightarrow ۴t = ۱۶ \rightarrow t = ۴ \\ x_A = x_B \Rightarrow t^۲ - ۸ = ۲t \rightarrow t = ۴ \end{array}\right| \Rightarrow t = ۴$$

لحظه‌ی برخورد $t = ۴$ است دو ثانیه‌ی قبل از برخورد $(t = ۲)$ مختصات مکان دو متحرک عبارتست از:

$$A\begin{vmatrix} ۲^۲ - ۸ = -۴ \\ ۴\times۲ = ۸ \end{vmatrix} \quad B\begin{vmatrix} ۲\times۲ = ۴ \\ ۱۶ \end{vmatrix}$$

$$AB = \sqrt{(x_B - x_A)^۲ + (y_B - y_A)^۲} = \sqrt{۸^۲ + ۸^۲} = ۸\sqrt{۲}$$

۴. گزینه (۱)

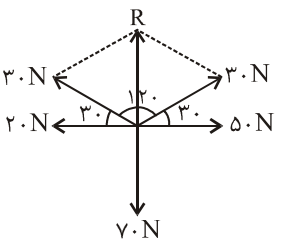
$$y = -\frac{۱}{۲}gt^۲ = -۴۵ \rightarrow t = ۳s \quad \text{زمان برخورد اولیه}$$

$$x = ۳V_۰ = ۳\times۱ = ۳m \quad \text{کل جابه‌جایی } h,gd \text{ در امتداد افق}$$

$$x = ۱۲ - ۳ = ۹m \quad \text{کل جابه‌جایی دومی در امتداد افق}$$

$$x = Vt \Rightarrow ۹ = V\times۳ \rightarrow V = ۳\frac{m}{s}$$

۵. گزینه (۳)



برآیند دو نیروی ۳۰ نیوتنی

$$R = ۲F\cos\frac{\alpha}{۲}$$

$$= ۲\times۳۰\times\cos\frac{۱۲۰}{۲} = ۳۰N$$

$$\left.\begin{matrix}\sum F_x = ۵۰-۲۰ = ۳۰N \\ \sum F_y = ۷۰-۳۰ = ۴۰N\end{matrix}\right| \Rightarrow \sum F = \sqrt{۳۰^۲ + ۴۰^۲} = ۵۰N$$

۶. گزینه (۲)

$$h = \frac{V_۰^۲}{۲g} = \frac{۳۰^۲}{۲\times ۱۰} = ۴۵m$$

فاصله نیمه‌ی مسیر از محل پرتاب $h' = \frac{h}{۲} = \frac{۴۵}{۲} = ۲۲/۵$

$$V^۲ - V_۰^۲ = -۲gh' \rightarrow V^۲ - ۳۰^۲ = -۲\times ۱۰\times ۲۲/۵$$

$$V = ۱۵\sqrt{۲}\frac{m}{s}$$

۷. گزینه (۱) سرعت ماهواره با جذر شعاع دوران نسبت عکس دارد. مجذور دوره‌ی دوران ماهواره با مکعب شعاع دوران نسبت مستقیم دارد.

$$\frac{V_۲}{V_۱} = \sqrt{\frac{r_۱}{r_۲}} = \sqrt{\frac{۱}{۳}} = \frac{\sqrt{۳}}{۳}$$

$$(\frac{T_۲}{T_۱})^۲ = (\frac{r_۲}{r_۱})^۳ = ۳^۳ = ۲۷ \rightarrow \frac{T_۲}{T_۱} = ۳\sqrt{۳}$$

۸. گزینه (۳) در حالت اول برآیند نیروهای وارد به جسم صفر است (حرکت یکنواخت است) پس از طرف سطح نیرویی به اندازه‌ی وزن جسم ($۳۰N$) به جسم وارد می‌شود و از طرفی داریم:

$$\mu = tg۳۰ = \frac{\sqrt{۳}}{۳}$$

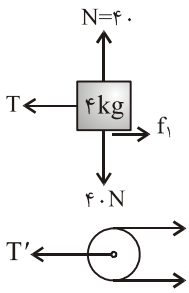
درحالت دوم:

$$f = \mu mg\cos\alpha = \frac{\sqrt{۳}}{۳}\times ۳۰\times \frac{\sqrt{۲}}{۲} = ۵\sqrt{۶}N$$

$$N = mg\cos\alpha = ۳۰\times \frac{\sqrt{۲}}{۲} = ۱۵\sqrt{۲}$$

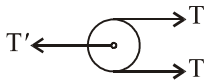
$$R = \sqrt{f^۲ + N^۲} = \sqrt{۱۵۰ + ۴۵۰} = ۱۰\sqrt{۶}N$$

۹. گزینه (۲)



$$f_۱ = \mu_۱ mg = ۰/۲\times ۴۰ = ۸N$$

$$\sum F_x = ۰ \Rightarrow T = f_۱ = ۸N$$



$$\sum F_x = ۰ \Rightarrow T' = ۲T = ۱۶N$$

۱۰. گزینه (۴)

$$V = \frac{dx}{dt} = \frac{۰/۰۲}{\pi}\times ۵۰\pi\cos(۵۰\pi t + \frac{۲\pi}{۳})$$

$$t = \frac{۱}{۲} \rightarrow V = \cos(۲۵\pi + \frac{۲\pi}{۳}) = \frac{۱}{۲}$$

$$K = \frac{۱}{۲}mV^۲ = \frac{۱}{۲}\times ۰/۱\times \frac{۱}{۴} = \frac{۱}{۸۰}J$$

۱۱. گزینه (۴) گرمایی که آب می‌دهد تا یخ بزند= گرمایی که یخ می‌گیرد تا به صفردرجه برسد.

$$m_i c_i \Delta\theta = m_w L_f$$

$$\Rightarrow m\times ۲۱۰۰\times ۴۰ = ۰/۴\times ۳/۳۶\times ۱۰^۵ \Rightarrow m = ۱/۶kg$$

۱۲. گزینه (۳)

$$Q_۱ = Q_۲ \Rightarrow \frac{k_۱ At\Delta\theta_۱}{L_۱} = \frac{k_۲ At\Delta\theta_۲}{L_۲}$$

$$\frac{۰/۰۶(\theta + ۲۰)}{۱۰} = \frac{۰/۰۸(۴۰-\theta)}{۲۰} \Rightarrow \theta = ۴$$

۱۳. گزینه (۳) در فرآیند هم حجم $\Delta u = Q, w = ۰$ می‌باشد.

۱۴. گزینه (۱)

$$\eta = ۱ - \frac{T_C}{T_H} = ۱ - \frac{Q_C}{Q_H} \Rightarrow \frac{T_C}{T_H} = \frac{Q_C}{Q_H}$$

$$\frac{۲۷۳ + ۲۷}{۲۷۳ + ۳۲۷} = \frac{Q_C}{۶۰۰} \rightarrow Q_C = ۳۰۰KJ$$

$$w = Q_H - Q_C = ۶۰۰ - ۳۰۰ = ۳۰۰KJ$$

۱۵. گزینه (۲)

$$\eta = \frac{w}{Q_H} \Rightarrow ۰/۶ = \frac{w}{۴۰۰۰} \Rightarrow w = ۲۴۰۰J$$

$$Q_C = Q_H - w = ۴۰۰۰ - ۲۴۰۰ = ۱۶۰۰J$$

۱۶. گزینه (۱)

$$f = \frac{R}{۲} = \frac{۱۲}{۲} = ۶cm$$

در حالت اول تصویرحقیقی و درحالت دوم مجازی می‌باشد. اگر فاصله‌ی جسم از آینه nf باشد بزرگ‌نمایی $M = \frac{۱}{n-۱}$ می‌شود. در صورتی که تصویر حقیقی باشد $M > ۰$ و در حالتی که تصویری مجازی است $M < ۰$ است.

$$M_۱ = \frac{۱}{n-۱} = ۳ \rightarrow n-۱ = \frac{۱}{۳} \rightarrow$$

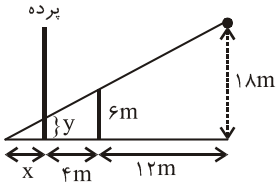
$$n = \frac{۴}{۳} \rightarrow P_۱ = \frac{۴}{۳}f = ۸cm$$

$$M_۲ = \frac{۱}{n-۱} = -۳ \rightarrow n-۱ = \frac{-۱}{۳} \rightarrow$$

$$n = \frac{۲}{۳} \rightarrow P_۲ = \frac{۲}{۳}f = ۴cm$$

$$\Delta P = ۸ - ۴ = ۴cm$$

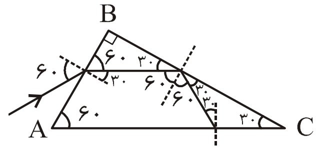
۱۷. گزینه (۱) سه مثلث تشکیل شده مشابه هستند. نسبت تشابه را می‌نویسیم.



$$\frac{y}{x} = \frac{۶}{x+۴} = \frac{۱۸}{x+۴+۱۲} \Rightarrow x = ۲, y = ۲$$

۱۸. گزینه (۲)

$$\sin i_c = \frac{۱}{n} = \frac{۱}{\sqrt{۳}} = \frac{\sqrt{۳}}{۳} \rightarrow i_c \simeq ۳۵°$$



برای وجه AB $n_1 \sin i = n_2 \sin r$

$$\rightarrow ۱\times\frac{\sqrt{۳}}{۲} = \sqrt{۳}\sin r \rightarrow \sin r = \frac{۱}{۲} \Rightarrow r = ۳۰^\circ$$

زاویه‌ی تابش روی وجه BC ۶۰° است چون این زاویه، از زاویه‌ی حد بزرگ‌تر است. انعکاس کلی روی می‌دهد. و پرتو بازتابش تحت زاویه‌ی ۳۰° به وجه AC می‌تابد برای این وجه داریم: $n_1 \sin i = n_2 \sin r \Rightarrow \sqrt{۳}\times\frac{۱}{۲} = ۱\times \sin r \rightarrow r = ۶۰^\circ$

۱۹. گزینه (۱) $q = \frac{pf}{p-f} = \frac{۲۴(-۸)}{۲۴-(-۸)} = -۶cm$

در عدسی‌ها، فاصله‌ی جسم از تصویرش $|p+q|$ (با حفظ علامت) می‌باشد.

$$L = |p+q| = |۲۴-۶| = ۱۸cm$$

۲۰. گزینه (۴)

آب ۴۰° $\xrightarrow{Q_3}$ آب صفر $\xrightarrow{Q_2}$ یخ صفر $\xrightarrow{Q_1}$ یخ ۱۰-

$$Q_t = mc_i\Delta\theta_1 + mL_f + mC_w\Delta\theta_2$$
$$Q_t = ۱۰\times۲۱۰۰\times۱۰ + ۱۰\times۳۳۴۰۰۰ + ۱۰\times۴۲۰۰\times۴۰$$
$$Q_t = ۵/۲۳\times۱۰^۶ J = ۵۲۳۰kJ$$

۲۱. گزینه (۱)

$$P_W = P_{Hg}$$
$$\rho_w g h_w = \rho_{Hg} g h_{Hg} \Rightarrow ۱\times۶۸ = ۱۳/۶h$$
$$\rightarrow h = ۵cm$$

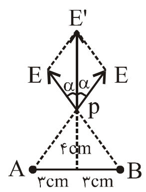
۲۲. گزینه (۳) **حجم کل مکعب** $V = ۱۰^۳ = ۱۰۰۰cm^۳$

حجم ماده تشکیل دهنده جسم

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{۷۵۰۰}{۸} = ۹۳۷/۵cm^۳$$

حجم حفره $= ۱۰۰۰ - ۹۳۷/۵ = ۶۲/۵cm^۳$

۲۳. گزینه (۴) **طبق قضیه‌ی فیثاغورث فاصله‌ی p از هریک از بارها، ۵ سانتی‌متر است. و شدت میدان هربار در نقطه‌ی P برابر است با:**



$$E = \frac{kq}{r^۲} = \frac{۹\times۱۰^۹\times۲\times۱۰^{-۶}}{(۵\times۱۰^{-۲})^۲} = ۷/۲\times۱۰^۶ \frac{N}{c}$$

$$E' = ۲E\cos\frac{۲\alpha}{۲} = ۲E\cos\alpha$$

$$E' = ۲\times۷/۲\times۱۰^۶\times\frac{۴}{۵} = ۱۱/۵۲\times۱۰^۶ \frac{N}{c}$$

میدان دوبار C و D نیز برابر مقدار فوق می‌شود بنابراین میدان کل برابر است با:

$$E_t = ۲E' = ۲/۳۰۴\times۱۰^۷ \frac{N}{c}$$

۲۴. گزینه (۳) **جریان الکتریکی از مقاومت‌ها عبور می‌کند ولتاژ دو سر خازن‌های C_1 و C_2 به ترتیب با ولتاژ دو سر مقاومت‌های R_1 و R_2 برابر است اگر جریان گذرنده از مقاومت‌ها، I باشد ولتاژ دو سر R_1 و R_2 به ترتیب ۲I و ۳I می‌باشد.**

$$U = \frac{۱}{۲}CV^۲ \Rightarrow \frac{U_1}{U_2} = \frac{C_1}{C_2}\times(\frac{V_1}{V_2})^۲ = \frac{۲}{۳}\times(\frac{۲I}{۳I})^۲ = \frac{۸}{۲۷}$$

۲۵. گزینه (۲) **چون شدت‌جریان در هرمرحله مجهول است از رابطه‌ی مستقل از شدت جریان $V = \frac{\varepsilon R}{R+r}$ استفاده می‌کنیم.**

k_1 باز و k_2 بسته $\xrightarrow{\text{حذف } R_1}$ $۲۴ = \frac{\varepsilon\times۱۲}{۱۲+r}$

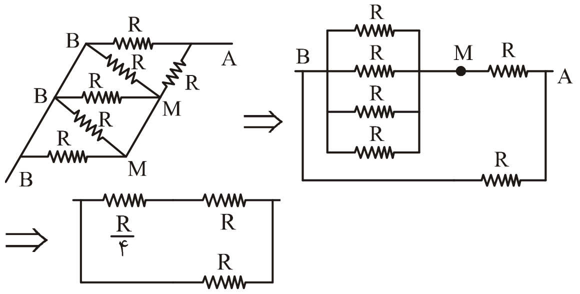
k_1 بسته و k_2 باز $\xrightarrow{\text{حذف } R_2}$ $۱۸ = \frac{\varepsilon\times۶}{۶+r}$

پس از تقسیم کردن و ساده کردن $r = ۶\Omega$　$\varepsilon = ۳۶V$

درصورتی که هر دو کلیه بسته شوند دو مقاومت به طورموازی به مولد متصل می‌شوند.

$$R_{1,2} = \frac{۶\times۱۲}{۶+۱۲} = ۴\Omega$$
$$V = \frac{\varepsilon R}{R+r} = \frac{۳۶\times۴}{۴+۶} = ۱۴/۴V$$

۲۶. گزینه (۳) **مدار را به شکل زیر ساده می‌کنیم.**



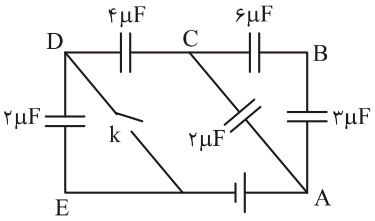
$$R_t = \frac{(R+\frac{R}{۴})\times R}{(R+\frac{R}{۴})+R} = \frac{۵}{۹}R = ۵ \Rightarrow R = ۹\Omega$$

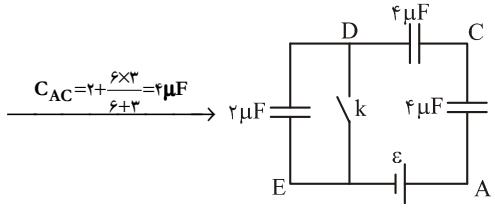
۲۷. گزینه (۲) $U = \frac{۱}{۲}LI^۲ \Rightarrow ۰/۰۹ = \frac{۱}{۲}\times۰/۰۲I^۲ \rightarrow I = ۳A$

بنابراین جریان در شاخه‌ی بالا ۱A و از طرف A به طرف B می‌باشد.

$$V_A + \varepsilon_2 - I_2r_2 - I_2R_2 = V_B$$
$$V_A + ۴ - ۱\times۱ - ۱\times۲ = V_B \rightarrow V_{AB} = -۱V$$

۲۸. گزینه (۴) **مدار به شکل زیر ساده می‌شود.**





وقتی کلیدباز است، خازن‌ها متوالی‌اند و انرژی ذخیره شده در خازن ۴ میکروفارادی برابر است.

$$\frac{۱}{C_t}=\frac{۱}{۲}+\frac{۱}{۴}+\frac{۱}{۴}\Rightarrow C_t=۱$$

$$q_t=C_t\varepsilon=\varepsilon\Rightarrow U_۱=\frac{۱}{۲}\frac{q^۲}{C}=\frac{۱}{۲}\times\frac{\varepsilon^۲}{۴}=\frac{\varepsilon^۲}{۸}$$

وقتی کلید بسته می‌شود خازن $۲\mu F$ حذف می‌شود. در این صورت ولتاژ دو سرخازن ۴ میکروفارادی $\frac{\varepsilon}{۲}$ می‌شود و انرژی آن برابر خواهد بود با:

$$U_۲=\frac{۱}{۲}CV^۲=\frac{۱}{۲}\times۴\times\frac{\varepsilon^۲}{۴}=\frac{\varepsilon^۲}{۲}$$

$$\frac{U_۲}{U_۱}=\frac{\frac{\varepsilon^۲}{۲}}{\frac{\varepsilon^۲}{۸}}=۴$$

۲۹. گزینه (۴)

$$B=\mu_۰\frac{NI}{L}\cdot/۰۳=۱۲\times۱۰^{-۷}\times\frac{۱۰۰۰J}{۰/۱۲}$$

$$\Rightarrow I=۳A$$

$$V_۱=V_۲\Rightarrow I_۱R_۱=I_۲R_۲\Rightarrow ۳I_۱=۶I_۲$$

$$\rightarrow I_۱=۲I_۲$$

$$I_۱+I_۲=I=۳\Rightarrow ۲I_۲+I_۲=۳\rightarrow I_۲=۱A, I_۱=۲A$$

$$P=R_۱I_۱^۲=۳\times۲^۲=۱۲w$$

۳۰. گزینه (۱) میدان‌های ناشی از عبور جریان‌های $I_۱$ و $I_۲$ در نقطه‌ی M به ترتیب درون‌سو و برون‌سو می‌باشد. چون برآیند آن‌ها، درون‌سو شده است پس $B_۱>B_۲$ می‌باشد.

$$B_۱>B_۲\Rightarrow\frac{kI_۱}{d_۱}>\frac{kI_۲}{d_۲}\Rightarrow\frac{I_۲}{I_۱}<\frac{d_۲}{d_۱}=\frac{۵}{۱۵}=\frac{۱}{۳}$$

۳۱. گزینه (۳) وقتی کلید بسته است میدان در سیم‌لوله سمت چپ به طرف چپ می‌باشد. با دورکردن سیم‌لوله‌ها از یکدیگر و یا افزایش مقاومت R' این میدان ضعیف می‌شود جریان از B به A برقرار می‌شود تا این میدان را تقویت کند درهنگام وصل کلید جریان در سیم‌لوله راست در حال افزایش و در نتیجه شارگذرنده از حلقه‌های سیم‌لوله‌های چپ و راست در حال افزایش می‌باشد جریان از A به B در سیم‌لوله برقرار می‌شود تا با افزایش شار مقابله کند.

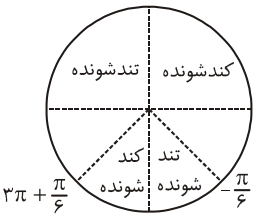
۳۲. گزینه (۲) طبق رابطه‌ی $\varepsilon=-\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$ نیروی محرکه‌ی القایی با شیب خط $\varphi-t$ متناسب است.

$$\frac{\varepsilon}{\varepsilon'}=\frac{|-\varphi_۱-(\varphi_۱)|}{\varphi_۱-۰}=۲$$

۳۳. گزینه (۳) معادله‌ی حرکت به صورت $x=A\sin(۲۰\pi t-\frac{\pi}{۶})$ می‌باشد. فاز اولیه‌ی حرکت $-\frac{\pi}{۶}$ و فاز در لحظه‌ی $t=\frac{۱}{۶}$ برابر است.

$$\varphi=۲۰\pi\times\frac{۱}{۶}-\frac{\pi}{۶}=\frac{۱۹\pi}{۶}=۳\pi+\frac{\pi}{۶}$$

با توجه به دایره و این که متحرک در ربع‌های دوم و چهارم حرکت تندشونده دارد



در فازهای $(\frac{\pi}{۶}-$ تا $۰)$ و $(\frac{\pi}{۲}$ تا $\pi)$ و $(\frac{۳\pi}{۲}$ تا $۲\pi)$ و $(\frac{۵\pi}{۲}$ تا $۳\pi)$ حرکت تندشونده است.

$$t=\frac{T}{۱۲}+۳\times\frac{T}{۴}=\frac{۵T}{۶}$$

$$۲۰\pi=\frac{۲\pi}{T}\rightarrow T=۰/۱\rightarrow t=\frac{۵}{۶}\times۰/۱=\frac{۱}{۱۲}$$

۳۴. گزینه (۲)

$$F=-۸\pi^۲y=-m\omega^۲y=-۰/۰۲\omega^۲y$$

$$\Rightarrow\omega^۲=۴۰۰\pi^۲\Rightarrow\omega=۲۰\pi=\frac{۲\pi}{T}\rightarrow T=۰/۱s$$

نوسان	s
۱	۰/۱
$n=۶۰۰$	۶۰

۳۵. گزینه (۱) تابع موج داده شده موجی را نشان می‌دهد که درجهت منفی محور x منتشر می‌شود و ارتعاشات ذرات محیط در امتداد محور y می‌باشد بنابراین موج عرضی است.

$$U_y=A\sin(\omega t+kx)\rightarrow$$ راستای انتشار

↙ راستای ارتعاشات ذرات محیط

↓ جهت منفی

۳۶. گزینه (۴)

$$\sin\theta_۰=\frac{y_۰}{A}=\frac{\sqrt{۳}}{۲}\xrightarrow{\text{ربع اول}}\theta_۰=\frac{\pi}{۳}$$

$$\omega=۲\pi f=۸۰\pi\frac{rad}{s}$$

$$V=A\omega\cos(\omega t+\theta_۰)=۰/۰۲\times۸۰\pi\cos(۸۰\pi t+\frac{\pi}{۳})$$

$$t=0 \rightarrow V_0 = 0/8\pi \frac{m}{s}$$

$$t=\frac{1}{12} \rightarrow V = -1/6\omega \frac{m}{s}$$

$$|a| = \left|\frac{V-V_0}{t}\right| = \left|\frac{-1/6\pi - 0/8\pi}{\frac{1}{12}}\right| = 28/8\pi \frac{m}{s^2}$$

۳۷. گزینه (۲)

$$V=\sqrt{\frac{F}{\rho.A}} \Rightarrow 500 = \sqrt{\frac{F}{3200\times 2\times 10^{-6}}}$$

$$\Rightarrow F = 1600N$$

۳۸. گزینه (۴)

$$\frac{\lambda}{2} = 20 \rightarrow \lambda = 40cm = 0/4m$$

$$L=(2n-1)\frac{\lambda}{4} = (2\times 3-1)\times \frac{0/4}{4} = 0/5m$$

۳۹. گزینه (۱)

$$V=\sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

هردو گاز دو اتمی هستند و γ برای هردو یکسان است.

$$\frac{V_{H_2}}{V_{O_2}} = \sqrt{\frac{T_{H_2}}{T_{O_2}}\times \frac{M_{O_2}}{M_{H_2}}} = \sqrt{\frac{273+27}{273+327}\times \frac{32}{2}} = 2\sqrt{2}$$

۴۰. گزینه (۱)

۴۱. گزینه (۲)

$$\Delta t = (2n-1)\frac{T}{2} = \frac{2n-1}{2}\frac{\lambda}{c}$$

$$\Delta t = \frac{(2\times 3-1)}{2}\times \frac{6\times 10^{-7}}{3\times 10^{8}} = 5\times 10^{-15}s$$

۴۲. گزینه (۱) بلندترین طول موج وقتی تابش می‌شود که الکترون از مدار ۳ به ۲ پرش کند.

$$E_3 - E_2 = h\frac{c}{\lambda} \Rightarrow \left|\frac{Z^2E_R}{3^2} - \frac{Z^2E_R}{2^2}\right| = h\frac{c}{\lambda}$$

$$4^2\times 13/6\left(\frac{1}{4}-\frac{1}{9}\right) = \frac{4\times 10^{-15}\times 3\times 10^{8}}{\lambda}$$

$$\lambda = 39/7\times 10^{-9}m = 39/7nm$$

۴۳. گزینه (۲) گزینه‌ی «۱» گسیل القایی و گزینه‌ی «۳» برانگیخته شدن اتم می‌باشد.

۴۴. گزینه (۱)

۴۵. گزینه (۱)

آزمون (۶)

۱. گزینه (۱)

$$\vec{A}+\vec{B}+\vec{C} =$$

$$3\vec{i} + \left(-\frac{7}{2}\vec{i} + \frac{5\sqrt{3}}{2}\vec{j}\right) + \left(\frac{11}{2}\vec{i} - \frac{5\sqrt{3}}{2}\vec{j}\right)$$

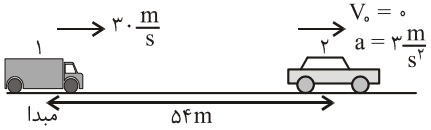
$$= \left(3-\frac{7}{2}+\frac{11}{2}\right)\vec{i} + \left(\frac{5\sqrt{3}}{2}-\frac{5\sqrt{3}}{2}\right)\vec{j} = 5\vec{i}$$

۲. گزینه (۱) سطح زیر نمودار $V-t$ برابر با جابه‌جایی است.

$$\Delta x = \frac{10\times 5}{2} + \frac{(20-5)\times(-30)}{2} = -200m$$

$$\bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-200}{20} = -10\frac{m}{s}$$

۳. گزینه (۳) معادله‌ی حرکت را برای دو متحرک می‌نویسیم وقتی دو متحرک به هم می‌رسند $x_1 = x_2$ می‌شود.



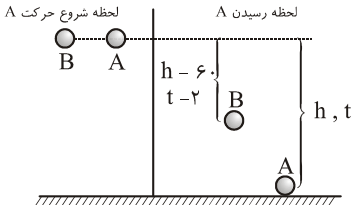
$$x_1 = Vt + x_0 \rightarrow x_1 = 30t$$

$$x_2 = \frac{1}{2}at^2 + V_0t + x_0 = \frac{3}{2}t^2 + 54$$

$$x_1 = x_2 \Rightarrow \frac{3}{2}t^2 + 54 = 30t \rightarrow t_1 = 18, t_2 = 2$$

$$t_1 - t_2 = 18 - 2 = 16s$$

۴. گزینه (۱) مبدأ را محل پرتاب و جهت مثبت را رو به پایین در نظر می‌گیریم.



اولی $y_A = \frac{1}{2}gt_1^2 \Rightarrow \left\{ h = \frac{1}{2}gt^2 \right.$

دومی $y_B = \frac{1}{2}gt_2^2 \Rightarrow \left\{ h-60 = \frac{1}{2}g(t-2)^2 \right.$

از حل دو رابطه‌ی فوق داریم $h = 80m, t = 4s$

۵. گزینه (۲) بین برد و اوج یک پرتابه رابطه‌ی زیر برقرار است.

$$tg\alpha = \frac{4h}{R} \Rightarrow tg\alpha = \frac{4\times 9}{48} = \frac{3}{4} \Rightarrow \alpha = 37^\circ$$

۶. گزینه (۴) اندازه‌شتاب دررفت $a = |-g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)|$

اندازه شتاب در برگشت $a' = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$

$$a = 2a' \Rightarrow g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$$

$$= 2g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$$

$$\sin\alpha + \mu\cos\alpha = 2\sin\alpha - 2\mu\cos\alpha \rightarrow$$

$$\mu = \frac{\sin\alpha}{3\cos\alpha} = \frac{1}{3}tg\alpha$$

$$\mu = \frac{1}{3}\times tg37 = \frac{1}{3}\times\frac{3}{4} = \frac{1}{4}$$

۷. گزینه (۳) نیروی دو فنر باهم برابر است.

$F_۱ = k_۱x_۱ = ۴۰۰\times ۰/۰۸ = ۳۲N$

$$\left.\begin{matrix} ۲m & F \\ m & F_۱ = ۳۲ \end{matrix}\right| \Rightarrow F = ۶۴N$$

۸. گزینه (۱) انرژی جنبشی از رابطه‌ی $k = \frac{۱}{۲}mV^۲$ به دست می‌آید.

$$k_۱ = \frac{۱}{۲}m_۱V_۱^۲ = \frac{۱}{۲}\times ۴V_۱^۲ = ۲V_۱^۲$$

$$k_۲ = \frac{۱}{۲}mV_۲^۲ = \frac{۱}{۲}\times ۴(V_۱+۶)^۲ = ۲(V_۱+۶)^۲$$

$$k_۲ = ۴k_۱ \Rightarrow ۲(V_۱+۶)^۲ = ۴\times ۲V_۱^۲ \Rightarrow$$

$$V_۱ + ۶ = ۲V_۱ \Rightarrow V_۱ = ۶\frac{m}{s}$$

۹. گزینه (۳) شتاب مرکزگرا از رابطه‌ی $a = \frac{V^۲}{R}$ به دست می‌آید که به جرم بستگی ندارد. از آنجایی‌که سرعت و شعاع دوران برای هر دو یکسان است شتاب آن‌ها با هم برابر می‌باشد.

۱۰. گزینه (۴) چون نیروی F از نیروی وزن بیش‌تر است، شتاب حرکت به طرف بالا می‌باشد. اگر سرعت اولیه به طرف بالا باشد، حرکت جسم تندشونده می‌شود و در ثانیه‌های متوالی، مسافت‌هایی که طی می‌کند افزایش می‌یابد و کار نیز زیاد می‌شود. اگر سرعت اولیه رو به پایین باشد تا توقف جسم حرکت کندشونده می‌شود و در بازه‌های زمانی یکسان جابه‌جایی رفته به رفته کم شده، کار انجام شده نیز کاهش می‌یابد (در صورتی که سرعت اولیه رو به پایین باشد تا توقف جسم، حرکت کندشونده و سپس تندشونده می‌شود و گزینه‌ی «۳» صحیح می‌شود.

F=۳۶N

mg = ۳۰N

۱۱. گزینه (۱) جمع جبری گرماهای مبادله شده بایستی صفر باشد دمای تعادل را θ در نظرمی‌گیریم.

$$m_{Cu}C_{Cu}\Delta\theta_{Cu} + m_WC_W\Delta\theta_W = ۰$$

$$۲۰۰\times ۴۰۰(\theta - ۸۱) + ۴۰۰\times ۴۲۰۰(\theta - ۱۵) = ۰$$

$$\theta = ۱۸°C$$

(جرم برای هر د و عنصر را برحسب گرم در فرمول قرار داده‌ایم و در این شرایط نیازی به تبدیل واحد نداریم)

۱۲. گزینه (۲) $L_۲ = L_۱(۱+\alpha\Delta\theta)$

$$۵۰۱ = ۵۰۰(۱+\alpha\times ۴۰) \Rightarrow ۵۰۱ = ۵۰۰ + ۲۰۰۰۰\alpha$$

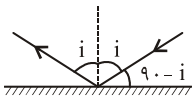
$$\alpha = \frac{۱}{۲۰۰۰۰} = \frac{۵}{۱۰۰۰۰۰} = ۵\times ۱۰^{-۵}\frac{۱}{°C}$$

۱۳. گزینه (۳) $\frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲}$

در استفاده از فرمول فوق لازم نیست P یا V به یک سیستم واحد تبدیل شوند کافیست فشار و یا حجم در طرفین رابطه از یک واحدباشند. اما حتماً دما بایستی برحسب کلوین باشد.

جو $\frac{۱۰\times ۱۵۰}{۲۷۳+۲۷} = \frac{P_۲\times ۱۲۰}{۲۷۳+۴۷} \Rightarrow P_۲ = \frac{۴۰}{۳}$

۱۴. گزینه (۱)



$۲i = ۶\times(۹۰-i) \Rightarrow i = ۶۷/۵°$

۱۵. گزینه (۱) در آینه محدب همواره از جسم حقیقی، تصویری مجازی و کوچک‌تر در فاصله‌ی کم‌تری نسبت به فاصله‌ی جسم تا آینه تشکیل می‌شود.

۱۶. گزینه (۱) اگر فاصله جسم حقیقی از آینه مقعر بزرگ‌تر از 2f باشد، تصویری حقیقی و کوچک‌تر از جسم در آینه تشکیل می‌شود.

۱۷. گزینه (۳) $-\frac{۱}{f} = \frac{۱}{p} - \frac{۱}{q} = \frac{۱}{۵f} - \frac{۱}{q}$

$$\frac{۱}{q} = \frac{۱}{۵f} + \frac{۱}{f} = \frac{۶}{۵f} \rightarrow q = \frac{۵}{۶}f$$

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{q}{p} = \frac{\frac{۵}{۶}f}{۵f} = \frac{۱}{۶} \rightarrow AB = ۶A'B'$$

راه دوم: $M_{\text{واگرا}} = \frac{۱}{n+۱} = \frac{۱}{۵+۱} = \frac{۱}{۶}$

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{۱}{۶} \rightarrow AB = ۶A'B'$$

۱۸. گزینه (۴) $\Delta P = \rho g\Delta h \quad \Delta h = ۰/۰۱m \quad \rho = ۲۰۰۰\frac{kg}{m^۳}$

$$۲۰۰۰\times ۱۰\times(۰/۰۱) = ۲۰۰$$

۱۹. گزینه (۲) نیروی موئینگی از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

$$F = \rho gAh = ۱۰۰۰\times ۱۰\times(۰/۴\times ۱۰^{-۶})\times ۴۰ = ۰/۱۶N$$

۲۰. گزینه (۲) $\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{m_A}{m_B}.\frac{V_B}{V_A} = ۶\times\frac{۱}{۴} = \frac{۳}{۲}$

۲۱. گزینه (۴) در صورتی که $q_۱ > ۰$ و $q_۲ < ۰$ باشد اگر در نقطه $E_۱ > E_۲$ ،M باشد میدان برآیند به طرف راست می‌شود.

در صورتی که $q_۱ < ۰$ و $q_۲ > ۰$ باشد اگر در نقطه $E_۲ > E_۱$ ،M باشد میدان برآیند به طرف راست می‌شود.

در صورتی که هردو بار مثبت باشند نیز میدان در نقطه M به طرف راست می‌باشد.

۲۲. گزینه (۲) $q = CV \Rightarrow ۱۲۰ = ۱۰V \rightarrow V_{AB} = ۱۲V$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{۱۲}{۴} = ۳A$$

$$\text{مقاومت شاخه بالا} = ۱۲ + \frac{۶\times۱۲}{۶+۱۲} = ۱۶\Omega$$

چون مقاومت در دو سر انشعاب BC برابر است پس $I' = I'' = ۱/۵A$ دو مقاومت $۱۲\Omega, ۶\Omega$ موازیند و جمع جریان گذرنده از آن‌ها $۱/۵A$ است. چون مقاومت ۶Ω نصف مقاومت ۱۲Ω است پس جریان گذرنده از آن ۲ برابر جریان گذرنده از مقاومت ۱۲ اهم است. یعنی جریان A ۱ از مقاومت ۶ اهمی می‌گذرد.

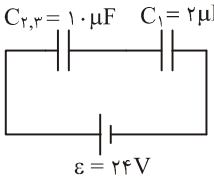
۲۳. گزینه (۱) شرط آن که توان مفید به بیشینه مقدار خود برسد آن است که $r = R$ باشد.

۲۴. گزینه (۱) اگر $R_۲ = ۰$ باشد دو سرخازن، اتصال کوتاه می‌شود و انرژی در آن ذخیره نمی‌شود. $(U = ۰)$

در صورتی که $R_۲ = \infty$ شود، از مدار جریان عبور نمی‌کند و اختلاف پتانسیل دو سر $R_۱$ صفر شده در نتیجه ولتاژ دو سرخازن و مولد برابر می‌شود.

$$U = \frac{۱}{۲}CV^۲ = \frac{۱}{۲}\times۱۰۰\times۴۰^۲ = ۸۰۰۰۰\mu J = ۰/۰۸J$$

۲۵. گزینه (۳) مدار به شکل مقابل ساده می‌کنیم.



$$V_۲ = V_{۲,۳} = \frac{C_۱}{C_{۲,۳}+C_۱}\varepsilon = \frac{۲}{۲+۱۰}\times۲۴ = ۴V$$

$$q_۲ = C_۲V_۲ = ۴\times۴ = ۱۶\mu c$$

۲۶. گزینه (۲) $U = \frac{۱}{۲}LI^۲ \Rightarrow ۰/۰۴ = \frac{۱}{۲}\times(۲۰\times۱۰^{-۳})I^۲$

$$I = ۲A$$

۲۷. گزینه (۴) با چرخش پیچه، θ کاهش می‌یابد و شارگذرنده از پیچه افزایش می‌یابد. جریان در جهت (۲) شکل می‌گیرد تا میدان حلقه در سوی مخالف میدان خارجی قرار بگیرد تا با افزایش شار مقابله کند. از طرفی وقتی شار درحال بیشینه شدن است نیروی محرکه درحال صفرشدن می‌باشد.

۲۸. گزینه (۱) طبق رابطه‌ی $B = \mu_۰\frac{NI}{L}$ با دو برابرشدن I، شدت میدان نیز دو برابر می‌شود.

۲۹. گزینه (۴) اگر عمود برکف دست راست و به طرف بیرون جهت میدان، و چهارانگشت جهت پرتاب را نشان دهد، شست جهت نیروی وارد بر بارمثبت و جهت مخالفش جهت نیروی وارد بر بار منفی را نشان می‌دهد.

۳۰. گزینه (۴) $\frac{U}{k} = ۴ \rightarrow \frac{y^۲}{A^۲-y^۲} = ۴ \rightarrow ۴A^۲ = ۵y^۲$

$$(\frac{y}{A})^۲ = \frac{۴}{۵}$$

$$(\frac{V}{V_m})^۲ + (\frac{y}{A})^۲ = ۱ \rightarrow (\frac{۴}{V_m})^۲ + \frac{۴}{۵} = ۱$$

$$\rightarrow V_m = ۴\sqrt{۵}\frac{m}{s}$$

۳۱. گزینه (۳) $T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = ۲\pi\sqrt{\frac{۱}{۴۰}} = ۲\pi\sqrt{\frac{۱}{۴\times\pi^۲}} = ۱s$

نوسان	ثانیه
۱	۱
$n = ۶۰$	۶۰

۳۲. گزینه (۲) دوره‌ی آونگ نسبت مستقیم دارد.

$$\frac{T_۲}{T_۱} = \sqrt{\frac{L_۲}{L_۱}} \Rightarrow \frac{۱}{۲}\sqrt{\frac{L_۲}{L_۱}} \rightarrow \frac{L_۲}{L_۱} = \frac{۱}{۴}$$

$$L_۲ = \frac{۱}{۴}L_۱ \Rightarrow \Delta L = L_۲ - L_۱ = -\frac{۳}{۴}L_۱$$

۳۳. گزینه (۴) سرعت انتشار موج $V = \frac{x}{t} = \frac{۰/۳}{۰/۰۳} = ۱۰\frac{m}{s}$

$$K = \frac{\omega}{V} \Rightarrow ۱۰\pi = \frac{\omega}{۱۰} \rightarrow \omega = ۱۰۰\pi\frac{rad}{s}$$

$$\omega = ۲\pi f = ۱۰۰\pi \rightarrow f = ۵۰Hz$$

نوسان	ثانیه
۵۰	۱
$n = ۳۰۰۰$	۶۰

تعداد نوسانات در هردقیقه

۳۴. گزینه (۱) اختلاف فاز بین دو نقطه متوالی که در فاز مقابل هم قرار دارند برابر π می‌باشد.

$$\varphi = \frac{\omega x}{V} = \frac{۲\pi f x}{V} \Rightarrow \pi = \frac{۲\pi\times۴۰\times x}{۸} \rightarrow x = ۰/۱m$$

۳۵. گزینه (۴) $V = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \xrightarrow{\text{چون هر دو گاز اتمی‌اند } \gamma_۱=\gamma_۲}$

$$\frac{V_{A_۲}}{V_{O_۲}} = \sqrt{\frac{T_{H_۲}}{T_{O_۲}}\times\frac{M_{O_۲}}{M_H}}$$

$$۲\sqrt{۲} = \sqrt{\frac{۲۷۳+۲۷}{۲۷۳+\theta}\times\frac{۳۲}{۲}} \Rightarrow \theta = ۲۷^\circ C$$

۳۶. گزینه (۳) $\beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} = ۱۰\log(\frac{d_۱}{d_۲})^۲ = ۱۰\log(\frac{۱}{۵})^۲$

$$\beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰\log ۵^{-۲} = -۲۰\log ۵ = -۱۴db$$

۳۷. گزینه (۲) در عبور نوار از یک محیط به محیط دیگر، بسامد و دوره آن تغییر نمی‌کند. طول موج به نسبت تغییرات سرعت تغییر می‌کند.

۳۸. گزینه (۱) فاصله‌ی n امین نوار تاریک از نوار مرکزی برابر است با:

$$x = (n - ۰/۵)\frac{\lambda D}{a} \Rightarrow ۴/۵ = (۵ - ۰/۵)\frac{\lambda D}{a}$$

$$\frac{\lambda D}{a} = ۱mm$$

اما عرض هر نوار نصف مقدار فوق می‌باشد.

۳۹. گزینه (۱)

۴۰. گزینه (۴) انرژی الکترون در مدار nام از رابطه‌ی $E_n = -\frac{E_R}{n^۲}$ بدست می‌آید.

$$E_n = -\frac{E_R}{n^۲} \Rightarrow E_۳ = -\frac{۱۳/۶}{۳^۲} = -۱/۵۱ev$$

۴۱. گزینه (۱) $\overset{A}{Z}X \rightarrow \overset{A-۸}{Z}Y + m\overset{۴}{۲}\alpha + n\overset{۰}{-۱}\beta$

ابتدا اعداد جرمی را تراز می‌کنیم.

$$A = (A - ۸) + ۴m + n \times ۰ \Rightarrow m = ۲$$

سپس اعداد اتمی

$$Z = Z + ۲m + n(-۱) \Rightarrow n = ۲m = ۴$$

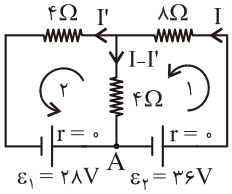
۴۲. گزینه (۴) $m \rightarrow \frac{m}{۲} \rightarrow \frac{m}{۴} \rightarrow \frac{m}{۸} \rightarrow \frac{m}{۱۶}$

$\frac{۱}{۱۶}$ جرم فعال اولیه پس از ۴ نیمه عمر فعال باقی می‌ماند.

$$\frac{۱}{۱۶} = ٪۶/۲۵$$

۴۳. گزینه (۳) مقدار گرمایی که به یک مول از یک گاز در فشار ثابت باید به گازی بدهیم تا دمای آن ۱ کلوین بالا برود ظرفیت گرمایی مولی گاز در فشار ثابت است که برای گازهای تک اتمی برابر $\frac{۵}{۲}R$ می‌باشد.

۴۴. گزینه (۳)



در حلقه ۱ $V_A + ۳۶ - ۸I - ۴(I - I') = V_A$

در حلقه ۲ $V_A + ۴(I - I') - ۴I' + ۲۸ = V_A$

از حل دو رابطه $I = ۵A$ به دست می‌آید.

۴۵. گزینه (۲)

$$w = Q_H - Q_C = ۳/۹ \times ۱۰^۶ - ۳ \times ۱۰^۶ =$$

$$= ۹ \times ۱۰^۵ J$$

$$P = \frac{w}{t} = \frac{۹ \times ۱۰^۵}{۳۶۰۰} = ۲۵۰w = ۰/۲۵kw$$

پاسخ کلیدی آزمون‌های ۷، ۸، ۹، ۱۰

آزمون (۷)				
	۱	۲	۳	۴
۱	○	○	○	●
۲	○	●	○	○
۳	○	○	●	○
۴	○	○	○	●
۵	●	○	○	○
۶	○	●	○	○
۷	○	○	●	○
۸	○	●	○	○
۹	●	○	○	○
۱۰	○	○	●	○
۱۱	○	○	○	●
۱۲	○	○	●	○
۱۳	●	○	○	○
۱۴	○	○	○	●
۱۵	○	○	○	●
۱۶	○	●	○	○
۱۷	○	●	○	○
۱۸	○	○	●	○
۱۹	○	●	○	○
۲۰	○	○	●	○
۲۱	●	○	○	○
۲۲	○	○	●	○
۲۳	○	●	○	○
۲۴	○	○	●	○
۲۵	○	●	○	○
۲۶	○	○	○	●
۲۷	○	●	○	○
۲۸	○	○	●	○
۲۹	●	○	○	○
۳۰	●	○	○	○
۳۱	○	○	●	○
۳۲	○	●	○	○
۳۳	○	○	○	●
۳۴	○	○	●	○
۳۵	○	●	○	○
۳۶	○	●	○	○
۳۷	○	●	○	○
۳۸	●	○	○	○
۳۹	○	○	○	●
۴۰	●	○	○	○
۴۱	○	●	○	○
۴۲	○	●	○	○
۴۳	○	●	○	○
۴۴	●	○	○	○
۴۵	●	○	○	○

آزمون (۸)				
	۱	۲	۳	۴
۱	○	○	●	○
۲	●	○	○	○
۳	○	●	○	○
۴	○	○	○	●
۵	●	○	○	○
۶	●	○	○	○
۷	○	●	○	○
۸	○	○	○	●
۹	○	○	●	○
۱۰	○	●	○	○
۱۱	○	○	●	○
۱۲	○	●	○	○
۱۳	●	○	○	○
۱۴	○	●	○	○
۱۵	●	○	○	○
۱۶	○	○	○	●
۱۷	○	○	●	○
۱۸	○	○	●	○
۱۹	○	○	○	●
۲۰	○	○	○	●
۲۱	○	●	○	○
۲۲	●	○	○	○
۲۳	●	○	○	○
۲۴	○	○	●	○
۲۵	●	○	○	○
۲۶	○	○	●	○
۲۷	○	○	●	○
۲۸	○	●	○	○
۲۹	○	●	○	○
۳۰	○	●	○	○
۳۱	○	●	○	○
۳۲	○	○	○	●
۳۳	○	●	○	○
۳۴	○	●	○	○
۳۵	○	○	●	○
۳۶	○	○	○	●
۳۷	○	○	●	○
۳۸	○	○	●	○
۳۹	○	○	●	○
۴۰	●	○	○	○
۴۱	●	○	○	○
۴۲	○	○	●	○
۴۳	○	○	●	○
۴۴	○	○	●	○
۴۵	○	●	○	○

آزمون (۹)				
	۱	۲	۳	۴
۱	●	○	○	○
۲	○	●	○	○
۳	○	●	○	○
۴	●	○	○	○
۵	●	○	○	○
۶	○	○	○	●
۷	○	○	○	●
۸	●	○	○	○
۹	●	○	○	○
۱۰	○	●	○	○
۱۱	●	○	○	○
۱۲	○	●	○	○
۱۳	○	○	●	○
۱۴	○	○	●	○
۱۵	○	●	○	○
۱۶	●	○	○	○
۱۷	○	○	●	○
۱۸	●	○	○	○
۱۹	●	○	○	○
۲۰	○	●	○	○
۲۱	●	○	○	○
۲۲	●	○	○	○
۲۳	○	○	●	○
۲۴	○	○	●	○
۲۵	○	○	●	○
۲۶	○	○	●	○
۲۷	○	○	○	●
۲۸	●	○	○	○
۲۹	○	○	●	○
۳۰	○	○	○	●
۳۱	○	○	●	○
۳۲	○	●	○	○
۳۳	○	○	○	●
۳۴	○	●	○	○
۳۵	○	○	●	○
۳۶	○	●	○	○
۳۷	○	●	○	○
۳۸	○	○	●	○
۳۹	○	○	○	●
۴۰	○	○	○	●
۴۱	●	○	○	○
۴۲	○	○	●	○
۴۳	○	○	●	○
۴۴	○	○	●	○
۴۵	○	●	○	○

آزمون (۱۰)				
	۱	۲	۳	۴
۱	○	○	○	●
۲	○	●	○	○
۳	○	●	○	○
۴	●	○	○	○
۵	○	○	●	○
۶	●	○	○	○
۷	○	●	○	○
۸	○	○	●	○
۹	○	○	●	○
۱۰	●	○	○	○
۱۱	○	●	○	○
۱۲	○	●	○	○
۱۳	○	○	○	●
۱۴	●	○	○	○
۱۵	○	○	●	○
۱۶	○	●	○	○
۱۷	○	○	●	○
۱۸	○	○	○	●
۱۹	○	●	○	○
۲۰	○	●	○	○
۲۱	○	●	○	○
۲۲	○	●	○	○
۲۳	○	○	○	●
۲۴	○	●	○	○
۲۵	○	●	○	○
۲۶	○	○	●	○
۲۷	○	○	●	○
۲۸	○	○	●	○
۲۹	○	○	●	○
۳۰	○	●	○	○
۳۱	○	○	○	●
۳۲	○	○	○	●
۳۳	○	○	○	●
۳۴	○	○	○	●
۳۵	○	●	○	○
۳۶	○	○	○	●
۳۷	○	○	○	●
۳۸	○	●	○	○
۳۹	○	○	●	○
۴۰	○	○	○	●
۴۱	○	●	○	○
۴۲	○	○	○	●
۴۳	○	○	○	●
۴۴	○	●	○	○
۴۵	○	○	●	○