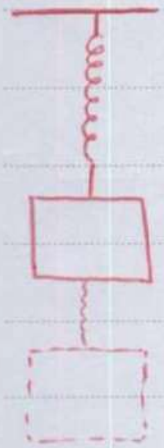
برای جرم و فنر ارتعاشات را بعد از رسیدن به تعادل بررسی می‌کنیم. مهم نیست به دستگاه جرم و فنر قائم است یا افقی. در قائم: از زمانی که کش آمده در افقی: از همان طول طبیعی



$$M\ddot{X} + kX = 0 \quad (1)$$ معادله‌ی جرم و فنر

X از نقطه‌ی تعادل است.

$$X = Ae^{i}$$

$$\xrightarrow[\text{تقسیم بر } M]{(1)} \ddot{X} + \frac{k}{M}X = 0 \xrightarrow[\text{فرکانس طبیعی}]{\sqrt{\frac{k}{M}} = \omega} \ddot{X} + \omega^2 X = 0$$

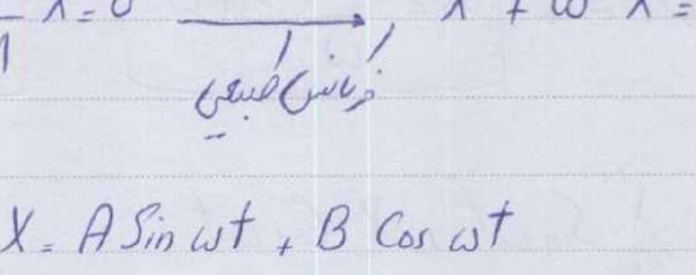
$$X = Ae^{i\omega t} + Be^{-i\omega t} \qquad X = A\sin\omega t + B\cos\omega t$$

$$\left.\begin{matrix} t = 0 \\ X = X_0 \end{matrix}\right\} \rightarrow X_0 = A\sin 0 + B\cos 0 \rightarrow \underline{X_0 = B}$$

پس $\rightarrow X = A\sin\omega t + X_0\cos\omega t \quad \Big| \begin{matrix} t = 0 \\ \dot{X} = 0 \end{matrix}$

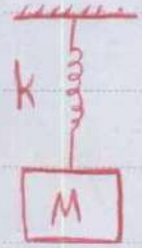
$$\rightarrow A\omega\cos 0 - X_0\omega\sin 0 = 0 \rightarrow \underline{A = 0}$$

بنابراین $\rightarrow \boxed{X = X_0\cos\omega t}$



معادله‌ی کلی سیستم ارتعاشی $X = A\sin\omega t + B\cos\omega t$ می‌باشد.

حال اگر با سرعت اولیه رها کنیم:

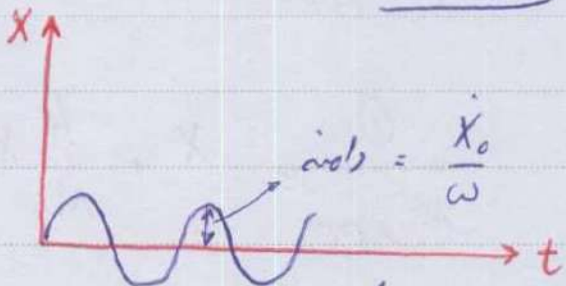


$$\ddot{X} + kX = 0 \qquad \left| \begin{matrix} t=0 \\ X=0 \end{matrix} \right. ① \qquad \left| \begin{matrix} t=0 \\ \dot{X}=\dot{X}_0 \end{matrix} \right. ②$$

$$\xrightarrow{①} 0 = 0 + B\cos 0 \longrightarrow \boxed{B=0} \qquad X = A\sin\omega t$$

$$\left. \begin{matrix} t=0 \\ \dot{X}=\dot{X}_0 \end{matrix} \right\} \longrightarrow \dot{X}_0 = A\omega\cos \cancel{\omega t}\,0 - B\omega\sin 0 \longrightarrow \boxed{A = \frac{\dot{X}_0}{\omega}}$$

معادله‌ی ارتعاشی $\boxed{X = \frac{\dot{X}_0}{\omega}\sin\omega t}$

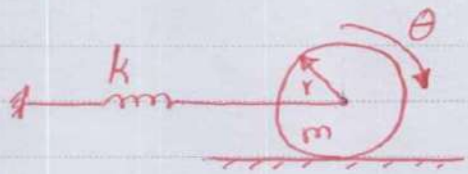


$$X = \frac{\dot{X}_0}{\omega}\sin\omega t + X_0\cos\omega t$$

اگر بکشیم و با ضربه رها کنیم:

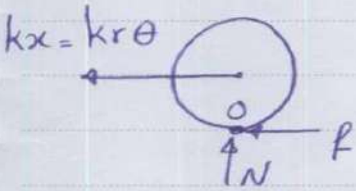
یعنی جرم را به مقدار X پایین می‌کشیم و با سرعت $\dot{X}$ رها می‌کنیم.

جلسه‌ی دوم ۹۰, ۱۱, ۱۸



مثال: فرکانس طبیعی سیستم؟ غلتش خالص

راه اول:

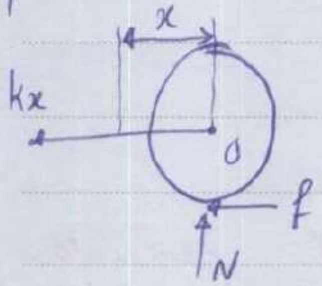


$$\Sigma M_O = I_O\ddot{\theta} \longrightarrow \frac{3}{2}mr^2\ddot{\theta} = -kr\theta(r)$$

$$\longrightarrow \frac{3}{2}m\cancel{r^2}\ddot{\theta} + k\cancel{r^2}\theta = 0 \longrightarrow \frac{3}{2}m\ddot{\theta} + k\theta = 0$$

$\ddot{\theta} + \frac{2}{3}\frac{k}{m}\theta = 0 \longrightarrow$ فرکانس طبیعی $\boxed{\omega_n = \sqrt{\frac{2k}{3m}}}$

راه دوم:



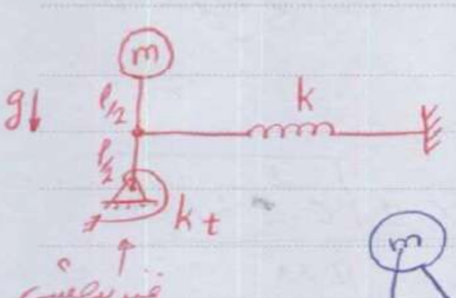
$m\ddot{x} = -kx - f$ (1)

(2) $\Sigma M_O = I\ddot{\theta} \longrightarrow fr = \frac{1}{2}mr^2\ddot{\theta} = \frac{1}{2}mr^2\left(\frac{\ddot{x}}{r}\right)$

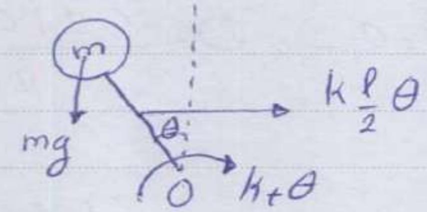
$\longrightarrow fr = \frac{1}{2}mr\ddot{x} \longrightarrow \boxed{f = \frac{1}{2}\ddot{x}}$ (3)

(1), (3) $\longrightarrow m\ddot{x} = -kx - \frac{1}{2}\ddot{x} \longrightarrow \frac{3}{2}m\ddot{x} + kx = 0 \longrightarrow \boxed{\omega_n = \sqrt{\frac{2k}{3m}}}$

مثال: فرکانس طبیعی سیستم روبرو؟



برای حل ابتدا سیستم را منحرف می‌کنیم:



تقریبا $mgl\theta$

$\Sigma M_O = I_O\ddot{\theta} \longrightarrow -k_t\theta - k\frac{l}{2}\theta\left(\frac{l}{2}\right) + mgl\sin\theta = ml^2\ddot{\theta}$

$ml^2\ddot{\theta} + \left(k_t + k\frac{l^2}{4} - mgl\right) = 0$

$\longrightarrow \omega_n = \left(\frac{k_t + k\,l^2/4 - mgl}{ml^2}\right)^{1/2}$

سه حالت ممکن است پیش بیاید:

Subject:

Year. Month. Date. ( )

① $\to k_t + k\frac{l^2}{4} > mgl$ سیستم پایدار است.

② $\to k_t + k\frac{l^2}{4} = mgl$ سیستم در مرز پایداری است.

③ $\to k_t + k\frac{l^2}{4} < mgl$ سیستم ناپایدار است.

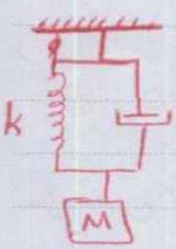
۱۱,۲۳ جلسه سوم

میرایی

damping

$f_s = c\dot{x}$ نیروی میرایی با سرعت متناسب است و از رابطه‌ی روبرو محاسبه می‌شود.

ضریب میرایی را با c نشان می‌دهند.



$$M\ddot{x} + kx + c\dot{x} = 0$$

معادله مشخصه $MD^2 + cD + k = 0 \to D = \frac{-c \pm \sqrt{c^2 - 4Mk}}{2M}$

$$X = Ae^{D_1 t} + Be^{D_2 t}$$

بحث در حالات مختلف:

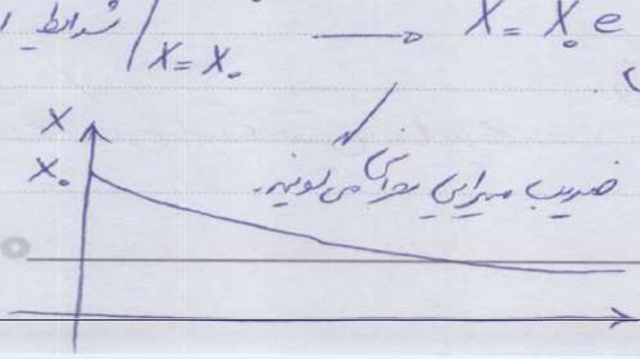
① $c^2 - 4km = 0$

$$X = Ae^{-\frac{c}{2M}t} + (Bte^{-\frac{c}{2M}t})$$

شرایط اولیه $\left| \begin{array}{l} t = t_0 = 0 \\ X = X_0 \end{array}\right. \to X = X_0 e^{-\frac{c}{2M}t}$

در این حالت سیستم ارتعاش نخواهند داشت.

به این حالت، حالت بحرانی می‌گویند و به c ضریب میرایی بحرانی می‌گویند.

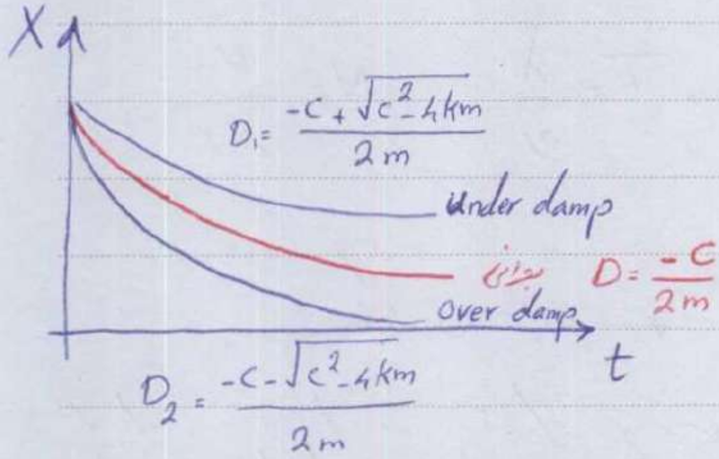


$$\boxed{C_{cr} = 2\sqrt{km}}$$

Subject:

Year. Month. Date. ( )

دو D بدست می‌آید که هر دو منفی خواهد بود. یعنی کوچکتر از حالت قبلی، میرایی بزرگتر. $c^2 - 4km > 0$ ②



در این حالت هم نوسان رخ نمی‌دهد.

$c^2 - 4km < 0$ ③

$$D = \frac{-c \pm i\sqrt{4km - c^2}}{2m}$$

$$X = e^{-\frac{c}{2m}t}\left[A \sin \mu t + B \cos \mu t\right] \qquad \mu = \sqrt{\frac{4km - c^2}{4m^2}} = \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{c^2}{4m^2}}$$

در این حالت دامنه‌ی نوسانات کم می‌شود تا صفر گردد. ξ کمیتی بین صفر و یک است.

به کمیت $\frac{c}{c_{cr}}$ ، ξ می‌گویند.

$$\frac{c}{2M} = \frac{c}{c_{cr}} \cdot \frac{c_{cr}}{2M} = \xi \cdot \frac{2\sqrt{KM}}{2M} = \xi\sqrt{\frac{K}{M}} = \xi\omega_n$$

در معادله‌ی بالا به جای $\frac{c}{2M}$ ، $\xi\omega_n$ قرار می‌دهیم و معادله را بازنویسی می‌کنیم.

$$X = e^{-\xi\omega_n t}\left[A \sin \mu t + B \cos \mu t\right] \qquad \boxed{\mu = \omega_n\sqrt{1 - \xi^2}}$$

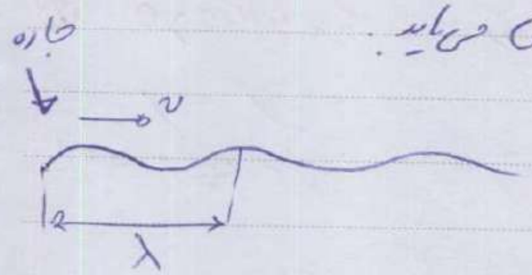
ω_n هم فرکانس طبیعی سیستم است. $\omega_d = \omega_n\sqrt{1 - \xi^2}$ فرکانس میرایی

$$X = e^{-\xi\omega_n t}\left(A \sin \omega_d t + B \cos \omega_d t\right)$$

Subject:

Year. Month. Date. ( )

با توجه به اینکه $\omega_d < \omega_n$ پس فرکانس نوسانات کاهش می‌یابد.



$$\frac{\lambda}{T} = v \longrightarrow T = \frac{\lambda}{v} \quad , N = \frac{v}{\lambda}$$

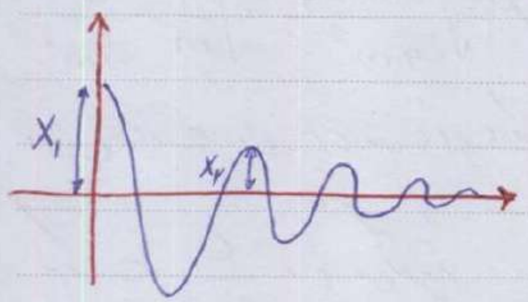
$$2\pi N = \frac{2\pi v}{\lambda} = \omega \longleftarrow \text{فرکانس جاده}$$

اگر فرکانس جاده با فرکانس ماشین یکی شود تشدید رخ می‌دهد که خوب نیست.

Force Vibration:

معادله کلی $M\ddot{X} + C\dot{X} + kX = f_0 \sin \Omega t$

جلسه چهارم ۹۰,۱۱,۲۵



$$\frac{X_1}{X_2} = \frac{e^{-\xi \omega_n t}}{e^{-\xi(\omega_n)(t+T)}} = e^{\xi \omega_n T}$$

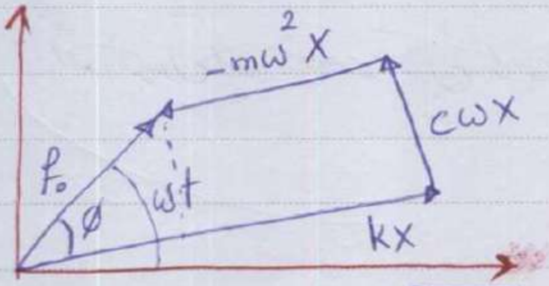
دوره تناوب $\frac{2\pi}{\omega_d}$ می‌باشد.

$$\ln \frac{X_1}{X_2} = \xi \omega_n T \approx 2\pi \xi$$

بدون تقریب: $\ln \frac{X_1}{X_2} = \xi \omega_n \frac{2\pi}{\omega_d} = \xi \omega_n \frac{2\pi}{\sqrt{1-\xi^2}\,\omega_n} = \xi \frac{2\pi}{\sqrt{1-\xi^2}}$

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = f_0 \sin\omega t$$

نمایش برداری معادله‌ی ارتعاشی:



$$\tan\phi = \frac{c\omega X}{kX - m\omega^2 X} = \frac{\frac{c}{c_{cr}} \cdot c_{cr}\,\omega}{k\left(1 - \frac{m}{k}\omega^2\right)}$$

$$\tan\phi = \frac{\xi \frac{2\sqrt{km}}{k}}{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2} = \frac{2\xi\, \omega/\omega_n}{\left(1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2\right)} \qquad \phi = \text{اختلاف فاز}$$

معادله‌ی ارتعاشی در این حالت $X = A\sin(\omega t - \phi)$ می‌باشد که ϕ از رابطه‌ی بالا بدست می‌آید. اگر A را هم بیابیم مسئله حل می‌شود. (منظور از X در روابط بالا همان بیشینه دامنه یعنی A می‌باشد).

می‌توان فرمول فیثاغورس را برای مثلث قائم الزاویه نوشت:

$$f_0^2 = (kA - m\omega^2 A)^2 + (c\omega A)^2$$

$$\longrightarrow A = \frac{f_0}{\sqrt{(k - m\omega^2)^2 + (c\omega)^2}} = \frac{f_0/k}{\sqrt{\left(1 - \frac{m\omega^2}{k}\right)^2 + \left(\frac{c\omega}{k}\right)^2}}$$

دامنه‌ی ارتعاشی

$$= \frac{f_0/k}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2\right)^2 + \left(\frac{c}{c_r} \cdot \frac{2\sqrt{mk}}{k}\,\omega\right)^2}} = \frac{f_0/k}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2\right]^2 + \left[2\xi \frac{\omega}{\omega_n}\right]^2}}$$

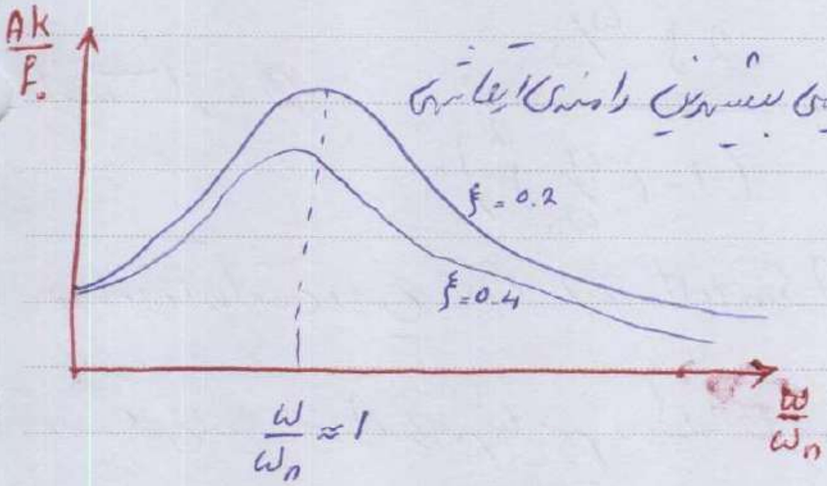
Subject:

Year. Month. Date. ( )

در نهایت جواب آخر سؤال: $\boxed{\frac{\phi}{\omega} : \text{lag time}}$ $X = A \sin(\omega t - \phi)$

اگر فرمول آخر صفحه‌ی قبل را بی‌بعد کنیم:

$$\frac{Ak}{f_0} = \frac{1}{\sqrt{\left[1-\left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2\right]^2 + \left[2\xi\frac{\omega}{\omega_n}\right]^2}}$$



زمانی که $\frac{\omega}{\omega_n} = 1$ تشدید رخ می‌دهد یعنی بیشترین دامنه‌ی ارتعاش را خواهیم داشت.

اگر $\xi = 0$ باشد ناگهان دامنه با مقدار خیلی زیادی افزایش می‌یابد.

جلسه پنجم ۹۰، ۱۱، ۳

فرکانس طبیعی سازه‌های ساختمانی:

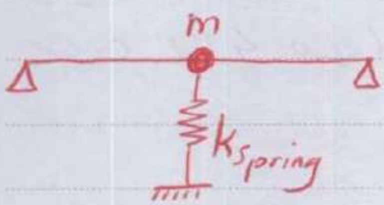
$$\delta = \frac{fl^3}{3EI} \longrightarrow f = \frac{3EI}{l^3}\cdot\delta \longrightarrow \boxed{k = \frac{3EI}{l^3}}$$

ضریب سختی سازه

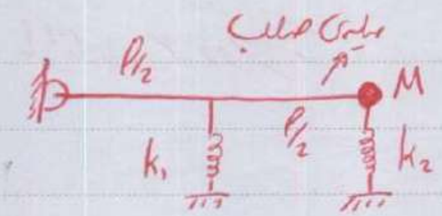
چون اگر تغییر طول δ ایجاد کنیم هر دوی فنر و تیر به یک اندازه تغییر طول می‌دهند پس همانند دو فنر موازی با هم عمل می‌کنند.

$$k_{eff} = k_{beam} + k_{spring}$$

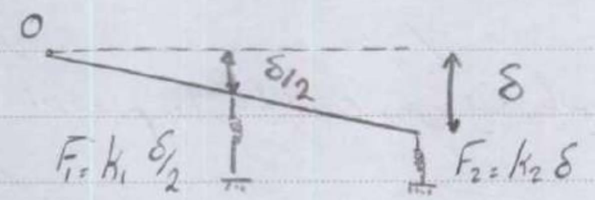
با محاسبه‌ی جابجایی در وسط تیر در اثر اعمال یک نیرو می‌توان k آن را بدست آورد.



فرکانس این سیستم؟

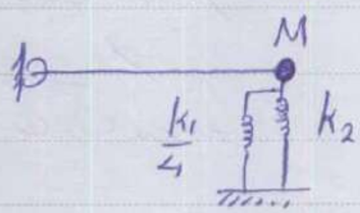


یک تغییر طول δ به سیستم اعمال می‌کنیم:

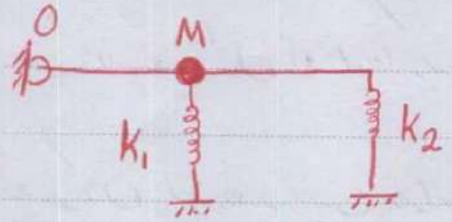


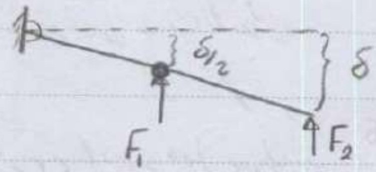
گشتاور نیروی F_1 حول O: $T = F_1 \frac{l}{2} = \frac{k_1}{4} \delta . l$

معادله
این به این معنی است که می‌توانیم به جای فنر وسطی یک فنر با سفتی $\frac{k_1}{4}$ با k_2 موازی کنیم. پس سیستم معادل می‌شود:



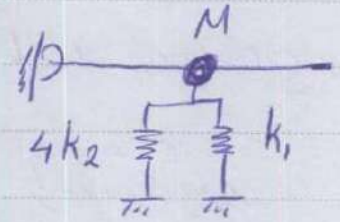
$$\omega_n = \sqrt{\frac{k_1/4 + k_2}{M}}$$





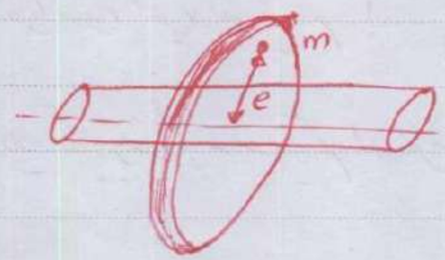
پس می‌توانیم فنری با $T = k_2 \delta . l = k_2 (\frac{\delta}{2})(\frac{l}{2}) 4$ نسبت به معادل فنر 2 حول O

سختی $4k_2$ همراه با k_1 در وسط تیر بگذاریم.



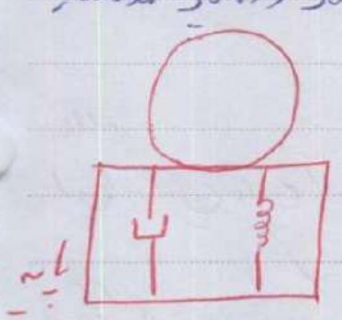
$$\omega = \sqrt{\frac{4k_2 + k_1}{M}}$$

نابالانسی دوار:



نیروی گریز از مرکز $F = me\omega^2$

اگر جسم دوار نابالانسی روی یک پایه باشد، می‌توانیم پایه را با یک فنر و دمپر مدلسازی کنیم:



در این حالت معادله‌ی دیفرانسیل همان معادله دیفرانسیل است که قبلاً گفته شد $(m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = F_0 \sin \omega t)$ فقط در حل این مسائل دامنه‌ی ارتعاشی تفاوت می‌کند:

$$x = X \sin(\omega t - \phi)$$

$$X = \frac{me\omega^2}{k\sqrt{\left[(1-(\frac{\omega}{\omega_n})^2)^2 + (2\xi \frac{\omega}{\omega_n})^2\right]}}$$

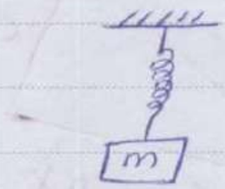
Subject:
Year. Month. Date. ( )

انرژی :

انرژی پتانسیل فنر $= \frac{1}{2} kx^2$

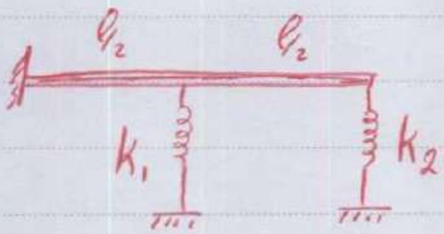
انرژی جنبشی $= \frac{1}{2} m\dot{x}^2$

$$Total = \frac{1}{2} kx^2 + \frac{1}{2} m\dot{x}^2$$



$$\frac{d}{dt}(E) = 0 \rightarrow \frac{1}{2} k(2x\dot{x}) + \frac{1}{2} m(2\ddot{x}\dot{x}) = 0 \rightarrow \boxed{m\ddot{x} + kx = 0}$$

سؤال:

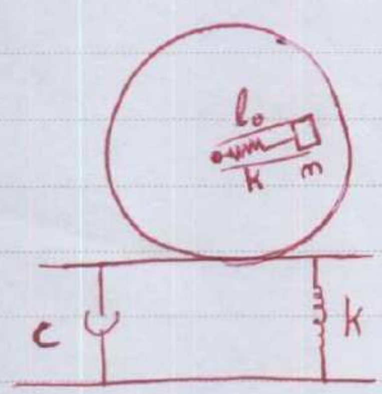


فرکانس نوسانی با استفاده از روش انرژی برای دو حالت زیر:

۱. جرم در نقطه‌ی وسط باشد و تیر صلب

۲. تیر صلب است دارای توزیع جرم است.

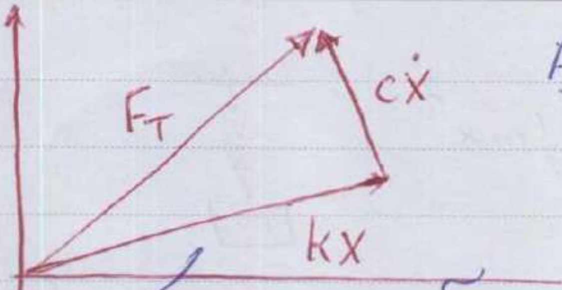
جلسه ششم ۹۰,۱۲,۷



سؤال: حالت نوسان پایه هنگام چرخش چیست. سیستم افقی است.

$$me\omega^2 = m(l_0 + \Delta)\omega^2 = k\Delta$$

$$F_0 = me\omega^2 \sin \omega t$$



$$F_T = \sqrt{(kX)^2 + (c\omega X)^2}$$

$$= kX\sqrt{1 + (2\zeta \frac{\omega}{\omega_n})^2}$$

F_T نیرویی است که پایه هنگام لرزش و نوسان اجسام روی آن احساس می‌کند.

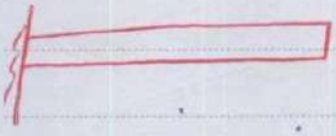
$$\frac{F_0}{kX} = \sqrt{\left(1-(\frac{\omega}{\omega_n})^2\right)^2 + (2\zeta\frac{\omega}{\omega_n})^2}$$

$$\rightarrow \frac{F_T}{F_0} = \frac{\sqrt{1+(2\zeta\frac{\omega}{\omega_n})^2}}{\sqrt{\left(1-(\frac{\omega}{\omega_n})^2\right)^2 + (2\zeta\frac{\omega}{\omega_n})^2}}$$

جلسه هفتم ۱۲٫۹

روش انرژی: با برابر قرار دادن U_{max} و T_{max} می‌توانیم فرکانس طبیعی سیستم را بیابیم.

تیر یک سر درگیر:



انرژی پتانسیل $= \int \frac{1}{2} \varepsilon \sigma \, dV$

ρ: جرم واحد طول

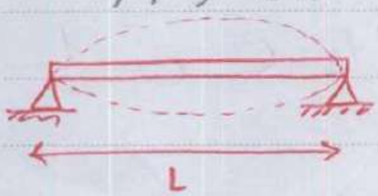
انرژی جنبشی $= \int \frac{1}{2} \dot{y}^2 \rho A \, dx = \omega^2 \int \frac{1}{2} y^2 \rho A \, dx$

بنابراین: $\omega^2 = \dfrac{\int \frac{1}{2} \varepsilon \sigma \, dV}{\int \frac{1}{2} y^2 \rho A \, dx} = \dfrac{\int \frac{1}{2} \frac{\sigma^2}{E} \, dA \, dx}{\int \frac{1}{2} y^2 \rho A \, dx} = \dfrac{\int \frac{1}{2E} \left(\frac{MC}{I}\right)^2 dA \, dx}{\int \frac{1}{2} y^2 \rho A \, dx}$

در نهایت $\omega^2 = \dfrac{\int EI \left(\frac{d^2 y}{dx^2}\right)^2 dx}{\int \rho y^2 \, dx}$ ⟵ این معادله، معادله‌ی کلی برای محاسبه‌ی فرکانس طبیعی تیرها است.

$$\omega^2 = \frac{\int EI y''^2 \, dx}{\int \rho y^2 \, dx}$$

مثال: تیر دو سر ساده:



شکل ارتعاشی این تیر می‌توانیم بنویسیم: $y = A \sin \frac{\pi x}{L}$

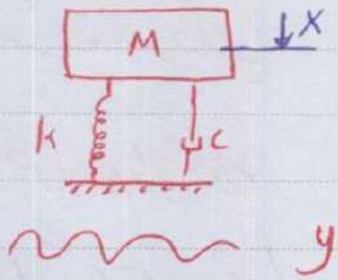
$$\omega^2 = \frac{\int_0^L EI \left(\frac{d^2}{dx^2}\left(\sin \frac{\pi x}{L}\right)\right)^2 dx}{\int_0^L \rho \left(\sin^2 \frac{\pi x}{L}\right) dx} = \frac{EI}{\rho} \frac{\pi^4}{L^4}$$

$I\ddot{\theta} + c\dot{\theta} + k\theta = T_0 \sin\omega t$

ارتعاشات پیشرفته :

جلسه هفتم ـ ـ ـ ۱۲٫۱۴

زلزله :



$y = y_{max} \sin\omega t$

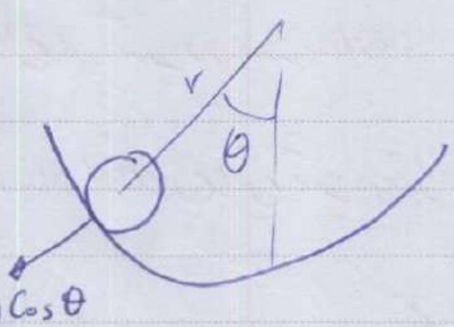
$M\ddot{x} + c(\dot{x}-\dot{y}) + k(x-y) = 0$ تغییر متغیر $x - y = z$

$M(\ddot{z}+\ddot{y}) + c\dot{z} + kz = 0$

$\rightarrow m\ddot{z} + c\dot{z} + kz = -m\ddot{y} = m y_{max} \omega^2 \sin\omega t$

$X = Z + Y$

یافتن C معادل :



$$W = \int_{-\theta_1}^{\theta_1} \mu m g \cos\theta \, r \, d\theta = \pi C_{eq} W X^2$$

در حالت میرایی غیر لزجی می‌توانیم Ceq را از طریق معادلات انرژی به دست آوریم.

Subject:
Year. Month. Date. ( )

جلسه نهم ۱۳۹۱/۱/۱۵ سه شنبه

تبدیل لاپلاس:

$$F(s) = \int_0^\infty f(t) e^{-st} dt$$

تبدیل لاپلاس ۱ اگر $f(t)=1 \longrightarrow F(s) = \int_0^\infty e^{-st} dt = -\frac{1}{s} e^{-st} \Big|_0^\infty = \boxed{\frac{1}{s}}$

معکوس لاپلاس:

$$f(t) = \int_0^{+\infty} F(s) e^{-st} ds$$

$F(s)=\frac{1}{s} \rightarrow f(t) = \int_0^{+\infty} \frac{1}{s} e^{-st} ds = -e^{-st} \Big|_0^\infty = 1 \longleftarrow$ احتمالاً فرمول معکوس غلط است

$$X(s) = \int_0^\infty X(t) e^{-st} dt \qquad \int_0^\infty X(t) e^{-st} dt = \int \frac{e^{-st}}{u} \frac{x\, dt}{du} = e^{-st} x(t) \Big|_0^\infty - - -$$

مشتق:

$$\boxed{\mathcal{L}\, \dot{X}(t) = S X(s) - X(0)}$$

حل معادلات دیفرانسیل با استفاده از تبدیل لاپلاس:

$$m\ddot{X} + c\dot{X} + kX = f(t)$$

$$\mathcal{L}(\ddot{X}) + \mathcal{L}(c\dot{X}) + \mathcal{L}(kX) = \mathcal{L}(f(t)) = \int_0^\infty F(s) e^{st} ds$$

$$m\left[S^2 X(s) - S X(0) - \dot{X}(0)\right] + c\left[S X(s) - X(0)\right] + k X(s) = F(s)$$

$$X(s)\left[mS^2 + cS + k\right] = F(s) + \dot{X}(0) + \cancel{S}\dot{X}(0) + C\cancel{X(0)}$$ با فرض جابجایی اولیه نداشته باشیم

$X(0)$ و $\dot{X}(0)$ بستگی به شرایط اولیه سیستم یعنی مکان و سرعت اولیه دارند.

$$X(s) = \frac{m\dot{X}(0)}{mS^2 + \cancel{cS} + k} = \frac{\dot{X}(0)}{S^2 + \omega^2}$$

اگر: $F(s)=0$
$c=0$

Subject:
Year. Month. Date. ( )

$$X_{(s)} = \frac{\dot{X}_{(0)}}{s^2+\omega^2} = \frac{\omega\,\dot{X}_{(0)}}{\omega(s^2+\omega^2)} \qquad X_{(t)} = \frac{\dot{X}_{(0)}}{\omega}\sin(\omega t)$$

$$\mathcal{L}\,\sin\omega t = \frac{\omega}{s^2+\omega^2}$$

$f_{(t)} = f_0 e^{-\alpha t}$,۲

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = f_{(t)} = f_0 e^{-\alpha t}$$

وقتی در لاپلاس مخرج ۱ یا ۲ درجه بزرگتر از صورت باشد

باید کسر را بشکنیم . به ریشه‌های مخرج کسر را می‌شکنیم.

$$X_{(s)} = \frac{\gamma s + z}{s^2 + \alpha s + \beta}$$

$$X_{(s)} = \frac{u_1}{(s+\alpha)} + \frac{u_2}{(s+\beta)}$$

مثال $X_{(s)} = \frac{}{s^4+\alpha s^2+\beta} = \frac{a_1 s + a_2}{s^2+\gamma} + \frac{b_1 s + b_2}{s^2+\xi}$

«ضربه»

$\delta(t-t_0)$ این تابع همه‌جا صفر است ولی در $t=t_0$ می‌شود یک. یک تغییر سرعت در

لحظه‌ی t_0 معادل تابع δ است. $Pulse = m\dfrac{dv}{dt}$

$$\frac{d}{dt}(mv) = f \rightarrow m(V_2 - V_1) = \int f.dt \qquad \hat{f} = \int f.dt$$

$$m(V_2 - \dot{X}_1) = \hat{f} \rightarrow \boxed{V_0 = \frac{\hat{f}}{m}} \qquad X = \frac{\dot{X}_{(0)}}{\omega}\sin\omega t = \frac{\hat{f}}{m\omega}\sin\omega t$$

به‌جای سرعت اولیه در فرمول X باید impulse تقسیم بر جرم را قرار دهیم.

Subject:
Year. Month. Date. ( )

جلسه دهم ۱۳۹۱/۱/۲۰

$$\text{Impulse} \xrightarrow{\div m} \frac{\text{Impulse}}{m} = \text{سرعت اولیه}$$

اگر نیرویی تا زمان T_p به سیستم اعمال شود، مجموعه‌ای از یک Impulse داریم و در این صورت باید از انتگرال کانولوشن استفاده کنیم.

$$x = \int_0^{T_p} f(\varepsilon)\, h(t-\varepsilon)\, d\varepsilon$$

بعضی اوقات که در انتگرال‌ده $e^{-\alpha}$ داریم بهتر است از روش زیر انتگرال بگیریم:

$$\int_0^{T_p} - = \int_0^{\infty} - \; - \int_{T_p}^{\infty} -$$

لاگرانژ:

$$\mathcal{L} = T - U = \text{انرژی جنبشی} - \text{انرژی پتانسیل}$$

$$\left.\begin{array}{l} T = \frac{1}{2} m \dot{x}^2 \\ U = \frac{1}{2} k x^2 \end{array}\right\} \longrightarrow \mathcal{L} = \frac{1}{2} m \dot{x}^2 - \frac{1}{2} k x^2$$

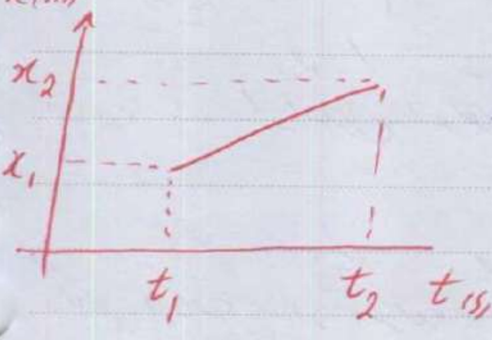
معادلات لاگرانژ $\longrightarrow$ $\dfrac{d}{dt}\left(\dfrac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{q}_i}\right) - \dfrac{\partial \mathcal{L}}{\partial q} = f_i$

q_i یک متغیر فضایی است که مثلاً می‌تواند x یا y یا z یا V باشد. در مثال بالا:

$$\left.\begin{array}{l} \dfrac{d}{dt}\left(\dfrac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{x}}\right) - \dfrac{\partial \mathcal{L}}{\partial x} = f_i \\ \mathcal{L} = \frac{1}{2} m \dot{x}^2 - \frac{1}{2} k x^2 \end{array}\right\} \xrightarrow{\text{در نهایت}} \frac{d}{dt}(m\dot{x}) + kx = f_x \rightarrow m\ddot{x} + kx = f$$

همانطور که معلوم شد معادله ی لاگرانژ به معادله ی سیستم ارتعاشی رسیدیم. لاگرانژ برای سیستم‌های

چند درجه آزادی هم استفاده می‌شود.



$$\dot{X} = \frac{dx}{dt} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \quad \text{یا} \quad \boxed{\dot{X} = \frac{X_n - X_{n-1}}{\Delta t}} \quad (I)$$

یعنی برای $\ddot{x}$ هم معادله ی (I) را تکرار می‌کنیم.

$$\ddot{X} = \frac{X_{n+1} - 2X_n + X_{n-1}}{(\Delta t)^2}$$

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = f \rightarrow m\left(\frac{X_{n+1} - 2X_n + X_{n-1}}{(\Delta t)^2}\right) + c\left(\frac{X_n - X_{n-1}}{\Delta t}\right) + kX_n = f$$

از این رابطه عبارت X_{n+1} را استخراج می‌کنیم،

$X_{n+1} = ---$

$= f(X_n, X_{n-1}, \Delta t)$

مثلا for $t = 5s$, $\Delta t = 0.15$ $\xrightarrow{\text{جدول کامل}}$ می‌کنیم

X_{n+1}	X_n	X_{n-1}

$n = 1$ گام اول $\Delta t = 0.15 \rightarrow X_0 =$ شرایط اولیه

مسئله: معادله ی $m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = 0$ برای $m = 1\,kg$, $k = 1$, $c = 2$ در نظر بگیرید. عبارت

حسب t در 6 ثانیه اول رسم کنید. $\Delta t = 0.25$ و با پاسخ تحلیلی مقایسه کنید.

$X(0) = 0$

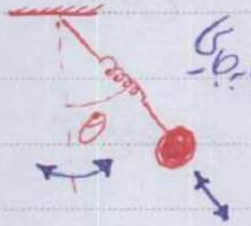
$X(1) = 0$

Subject:

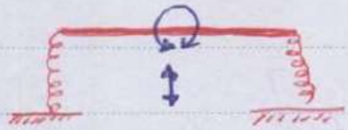
Year. Month. Date. ( )

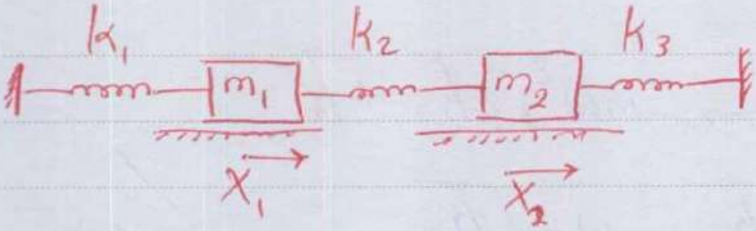
جلسه یازدهم ۱۳۹۱/۱/۲۲

دستگاه‌های دو درجه آزادی



دورانی و جابجایی





معادلات ارتعاشی مربوط به سیستم مقابل را بنویسید.

$$m_1\ddot{x}_1 + k_1(x_1-0) + k_2(x_1-x_2)=0$$

$$m_2\ddot{x}_2 + k_2(x_2-x_1) + k_3(x_2-0)=0$$

اگر فرکانس دوران را ω فرض کنیم در نتیجه

$$\ddot{x}_2 = -\omega^2 x_2 \qquad \ddot{x}_1 = -\omega^2 x_1$$

از x_1 معادله‌ی اول فاکتور می‌گیریم.

$$\begin{cases} -m_1\omega^2 x_1 + k_1x_1 + k_2(x_1-x_2)=0 \\ -m_2\omega^2 x_2 + k_2(x_2-x_1) + k_3x_2 = 0 \end{cases}$$

$$\left.\begin{array}{l} x_1(-m_1\omega^2+k_1+k_2) - k_2x_2=0 \\ x_2(-m_2\omega^2+k_2+k_3) - k_2x_1=0 \end{array}\right\} \begin{array}{l} x_1(-m_1\omega^2+k_1+k_2)+x_2(-k_2)=0 \\ x_1(-k_2)+x_2(-m_2\omega^2+k_2+k_3)=0 \end{array}$$

برای اینکه معادله جواب داشته باشد باید

$$\begin{bmatrix} -m_1\omega^2+k_1+k_2 & -k_2 \\ -k_2 & -m_2\omega^2+k_2+k_3 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}=0$$

$$AX=0$$

دترمینان ضرایب صفر باشد.

Subject:

Year. Month. Date. ( )

$\det(A)=0$ با فرض $k_1=k_2=k_3=k$ و $m_1=m_2=m$ سؤال را حل می‌کنیم.

$$A=\begin{bmatrix} -m\omega^2+2k & -k \\ -k & -m\omega^2+2k \end{bmatrix}\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix}=0$$

$$\det(A)=(-m\omega^2+2k)^2-k^2=0 \rightarrow -m\omega^2+2k=\pm k$$

$$\rightarrow \begin{cases} -m\omega^2+2k=k \rightarrow m\omega^2=k \rightarrow \omega=\sqrt{\frac{k}{m}} \\ -m\omega^2+2k=-k \rightarrow m\omega^2=3k \rightarrow \omega=\sqrt{\frac{3k}{m}} \end{cases}$$

نتیجه این که این سیستم دارای دو فرکانس طبیعی است

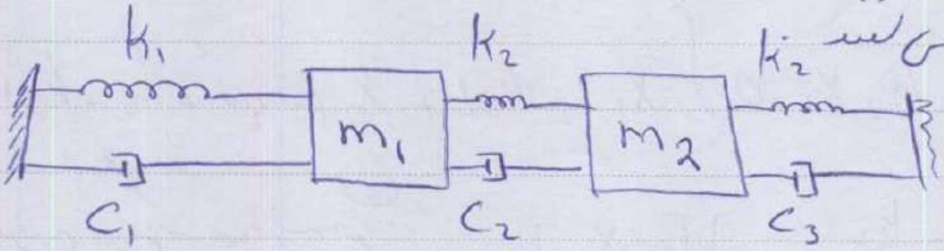
$$(-m\omega^2+2k)X_1-kX_2=0$$

$$\rightarrow \frac{X_2}{X_1}=\frac{-m\omega^2+2k}{k} \begin{cases} \xrightarrow{\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}} \frac{X_2}{X_1}=1 \\ \xrightarrow{\omega=\sqrt{\frac{3k}{m}}} \frac{X_2}{X_1}=-1 \end{cases}$$

دو جسم هم دامنه اند و جهت هم حرکت می‌کنند.

دو جسم هم دامنه اند ولی در خلاف جهت هم حرکت می‌کنند

میرا گشته:



$$m_1\ddot{X}_1+k_1(X_1-0)+k_2(X_1-X_2)+C_1(\dot{X}_1-0)+C_2(\dot{X}_1-\dot{X}_2)=0$$

$$m_2\ddot{X}_2+k_2(X_2-X_1)+k_3(X_2-0)+C_2(\dot{X}_2-\dot{X}_1)+C_3(\dot{X}_2-0)=0$$

Subject:
Year. Month. Date. ( )

فرض می‌کنیم $x = Xe^{i\omega t}$. این فرض برای حالت قبلی درست بود ولی برای این حالت جدید جواب نمی‌دهد. در این حالت فرض می‌کنیم $x = Xe^{\omega t}$ پس:

$$\dot{x} = \omega Xe^{\omega t} = \omega x \ , \quad \ddot{x} = \omega^2 Xe^{\omega t} = \omega^2 x$$

پس در معادلات صفحه‌ی قبل عبارات روبرو را جایگزین می‌کنیم، $\ddot{X}_1 = \omega^2 X_1 \quad \dot{X}_1 = \omega X_1$

$\ddot{X}_2 = \omega^2 X_2 \quad \dot{X}_2 = \omega X_2$

$$\begin{bmatrix} m_1\omega^2 + k_1 + k_2 + c_1\omega + c_2\omega & -k_2 - c_2\omega \\ -k_2 - c_2\omega^2 & m_2\omega^2 + k_2 + k_3 + c_2\omega + c_3\omega \end{bmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} = 0$$

پاسخ‌های مثبت ω غیرقابل قبول است بلکه ω یا باید منفی شود یا مختلط

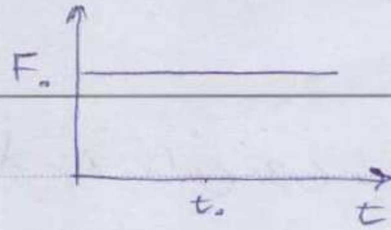
چون اگر $\omega > 0$ باشد دامنه مرتب زیاد می‌شود و این فیزیکی نیست.

$\omega = -\alpha - i\beta$ یا $-\alpha + i\beta$

جلسه دوازدهم ۹۱/۱/۲۷

Subject:
Year. Month. Date. ( )

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = 0$$



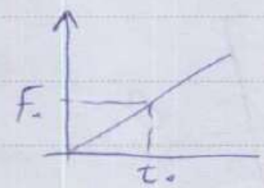
پاسخ سیستم درجه دو میرا به ورودی پله :

$$h(t) = \frac{e^{-\xi\omega_n t}}{m\omega_d}\sin(\omega_d t)$$

پاسخ پله $\rightarrow$ $$x(t) = \frac{F_0}{m\omega_d}\int_0^t e^{-\xi\omega_n(t-\tau)}\sin\omega_d(t-\tau)\,d\tau$$

$$= \frac{F_0}{k}\left[1 - \frac{1}{\sqrt{1-\xi^2}}\cdot e^{-\xi\omega_n t}\cos(\omega_d t - \phi)\right] \qquad \phi = \tan^{-1}\left(\frac{\xi}{\sqrt{1-\xi^2}}\right)$$

اگر پله از زمان t_0 شروع می‌شد در جواب آخر به جای t می‌گذاریم $t - t_0$



پاسخ سیستم درجه دو میرا به ورودی شیب:

$$x(t) = \frac{F_0}{t_0 k}\left[t - \frac{2\xi}{\omega_n} + e^{-\xi\omega_n t}\left(\frac{2\xi}{\omega_n}\cos\omega_d t - \left\{\frac{\omega_d^2 - \xi^2\omega_n^2}{\omega_n^2\omega_d}\right\}\sin\omega_d t\right)\right]$$

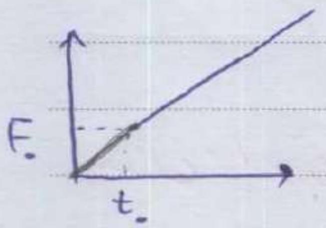
Subject:

Year. Month. Date. ( )

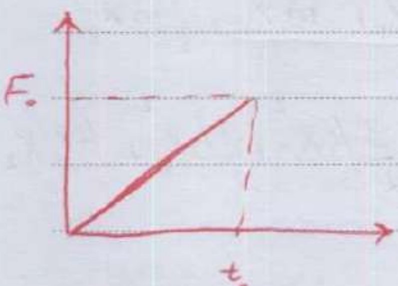
فصل ٤

پاسخ به پله واحد $x(t)=\int_0^t \sin\omega_n(t-\tau)\,d\tau = \frac{1}{k}(1-\cos\omega_n t)$

پاسخ به شیب $x(t)=\frac{F_0}{m\omega_n t_0}\int_0^t \tau\sin\omega_n(t-\tau)\,d\tau = \frac{F_0}{t_0 k}\left(t-\frac{\sin\omega_n t}{\omega_n}\right)$



سؤال: پاسخ به شکل روبرو را بیابید.



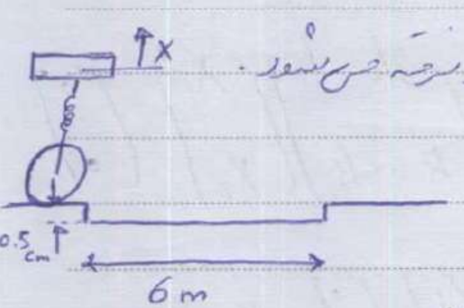
$$F(t)=\frac{F_0}{t_0}t\,u(t)-\frac{F_0}{t_0}(t-t_0)u(t-t_0)-F_0\,u(t-t_0)$$

$$x(t)=\frac{F_0}{t_0 k}\left(t-\frac{\sin\omega_n t}{\omega_n}\right)u(t)-\frac{F_0}{t_0 k}\left[(t-t_0)-\frac{\sin\omega_n(t-t_0)}{\omega_n}\right]u(t-t_0)$$

$$-\frac{F_0}{k}\left[1-\cos\omega_n(t-t_0)\right]u(t-t_0)$$

سؤال: واگنی با سرعت ثابت $3\,m/s$ در امتداد مسیر حرکت می‌کند. قسمتی از ریل به طول $6m$ به اندازه‌ی $0.5\,cm$ جابجا شده است. پاسخ واگن را به این جابجایی بیابید.

حل: فرض می‌کنیم قسمت جابجا شده به صورت پالس پله‌ای در نظر گرفته می‌شود.



$$-k(x-y)=m\ddot{x} \longrightarrow m\ddot{x}+kx=ky$$

$$y(t)=-0.5\,u(t)+0.5\,u(t-2)$$

درنهایت $X(t)=0.5(-1+\cos\omega_n t)u(t)+0.5\left[1-\cos\omega_n(t-2)\right]u(t-2)$

Subject:
Year. Month. Date. ( )

سیستم های دو درجه آزادی

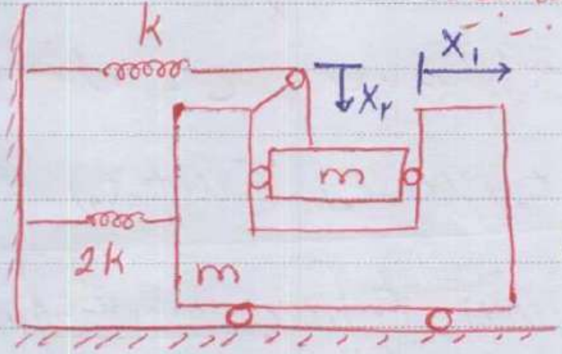
روش لاگرانژ $L = T - U$ $\qquad \frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot q_i}\right) - \frac{\partial L}{\partial q_i} = Q_i$

چون معمولاً انرژی پتانسیل به $\dot q$ بستگی ندارد:

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot q_i}\right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} + \frac{\partial U}{\partial q_i} = Q_i$$

$Q_i =$ کار نیروهای ناپایستار

سؤال: با روش لاگرانژ معادلات ارتعاشی سیستم زیر را بیابید.



$$T = \frac{1}{2} m(\dot x_1^2 + \dot x_2^2) + \frac{1}{2} m(\dot x_1)^2 = m\dot x_1^2 + \frac{1}{2} m \dot x_2^2$$

$$U = \frac{1}{2} k(x_1 + x_2)^2 + \frac{1}{2} 2k\, x_1^2 = \frac{3}{2} k x_1^2 + \frac{1}{2} k x_2^2 + k x_1 x_2$$

$$\frac{\partial T}{\partial \dot x_1} = 2m\dot x_1 \qquad \frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot x_1}\right) = 2m\ddot x_1 \qquad \frac{\partial U}{\partial x_1} = 3kx_1 + kx_2$$

$$\frac{\partial T}{\partial \dot x_2} = m\dot x_2 \qquad \frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot x_2}\right) = m\ddot x_2 \qquad \frac{\partial U}{\partial x_2} = kx_2 + kx_1$$

$$2m\ddot x_1 + 3k x_1 + kx_2 = 0$$
$$m\ddot x_2 + kx_2 + kx_1 = 0$$

$$\begin{bmatrix} 2m & 0 \\ 0 & m \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \ddot x_1 \\ \ddot x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 3k & k \\ k & k \end{bmatrix}\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} 3k - 2m\omega^2 & k \\ k & k - m\omega^2 \end{vmatrix} = 0 \longrightarrow$$

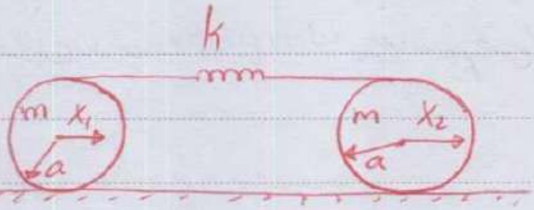
$$\omega_1^2 = \frac{2k}{m} \quad \begin{bmatrix} -k & k \\ k & -k \end{bmatrix}\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \underline{-x_1 + x_2 = 0} \quad Q_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\omega_2^2 = \frac{k}{2m} \quad \begin{bmatrix} 2k & k \\ k & \frac{k}{2} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \underline{2x_1 + x_2 = 0} \quad Q_2 = \begin{bmatrix} 1 \\ -2 \end{bmatrix}$$

Subject:

Year. Month. Date. ( )

سؤال: با روش لاگرانژ معادلات ارتعاشی سیستم زیر را بیابید.



$$T=\frac{1}{2}m\dot{x}_1^2+\frac{1}{2}m\dot{x}_2^2+\frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}ma^2\right)\left(\frac{\dot{x}_1}{a}\right)^2+\frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}ma^2\right)\left(\frac{\dot{x}_2}{a}\right)^2=\frac{3}{4}m\dot{x}_1^2+\frac{3}{4}m\dot{x}_2^2$$

$$U=\frac{1}{2}k(2X_2-2X_1)^2=2k(X_2-X_1)^2$$

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{X}_1}\right)=\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{3}{2}m\dot{X}\right)=\frac{3}{2}m\ddot{X}_1 \qquad \frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{X}_2}\right)=\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{3}{2}m\dot{X}_2\right)=\frac{3}{2}m\ddot{X}_2$$

$$\frac{\partial U}{\partial X_1}=4k(X_2-X_1) \qquad \frac{\partial U}{\partial X_2}=4k(X_2-X_1)$$

ω_1, ω_2 :

$$\frac{3}{2}m\ddot{X}_1+4k_1X_1-4kX_2=0$$
$$\frac{3}{2}m\ddot{X}_2-4kX_1+4kX_2=0$$

$$\begin{bmatrix}-\frac{3}{2}m\omega^2+4k & -4k\\ -4k & -\frac{3}{2}m\omega^2+4k\end{bmatrix}\begin{bmatrix}X_1\\ X_2\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}0\\ 0\end{bmatrix}$$

$$\omega_1^2=0 \longrightarrow Q_1=\begin{Bmatrix}1\\ 1\end{Bmatrix} \qquad \omega_2^2=\frac{16k}{3m} \longrightarrow Q_2=\begin{Bmatrix}1\\ -1\end{Bmatrix}$$

معادلات ارتعاشی تیر بدون بارگذاری، تحت تأثیر وزن خودش:

$$EI\frac{d^4\omega}{dx^4}+\rho\frac{d^2\omega}{dt^2}=0$$

ω = خیز تیر در هر نقطه ρ = جرم واحد طول

از روش جداسازی متغیرها استفاده می‌کنیم:

$$\omega(X,t)=\omega(x)\cdot\omega(t)$$

$$EI\frac{d^4}{dx^4}\left(\omega(x)\,\omega(t)\right)+\rho\frac{d^2}{dt^2}\left(\omega(x)\cdot\omega(t)\right)=0$$

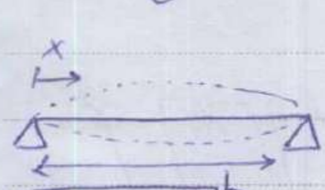
طرفین را بر $W(x)W(t)$ تقسیم می‌کنیم.

$$\frac{1}{W(x)} EI \frac{d^4 W(x)}{dx^4} + \frac{\rho}{W(t)} \frac{d^2 W(t)}{dt^2} = 0$$

$$\rightarrow \frac{EI}{W(x)} \frac{d^4 W(x)}{dx^4} = -\frac{\rho}{W(t)} \frac{d^2 W(t)}{dt^2} = \lambda^2$$

حل معادله زمان: $\frac{d^2 W(t)}{dt^2} + \frac{\lambda^2}{\rho} W(t) = 0$ $\quad W_{(t)} = \alpha \sin \frac{\lambda}{\sqrt{\rho}} t + \beta \cos \frac{\lambda}{\sqrt{\rho}} t$

حل معادله مکان $EI \frac{d^4 W(x)}{dx^4} - W(x) \lambda^2 = 0$ $\quad W_{(x)} = A \sin \lambda x + B \cos \lambda x + C \sinh \lambda x + D \cosh \lambda x$



در تیرهای دو سر ساده شکل روبرو اگر شرایط مرزی را
اعمال کنیم معادله مکان به $W_{(x)} = A \sin \lambda x$ ساده می‌شود که $\boxed{\lambda = \frac{n\pi}{L}}$

شرایط مرزی
$$\begin{cases} X = 0 \rightarrow W = 0 \\ X = L \rightarrow W = 0 \\ X = 0 \rightarrow W'' = 0 \\ X = L \rightarrow W'' = 0 \end{cases}$$

در نهایت معادله فضا تبدیل می‌شود:

$$\boxed{W = \sum_{n=1}^{\infty} A \sin \frac{n\pi}{L} x \sin \frac{n\pi}{L\sqrt{\rho}} t}$$

حل معادله‌ی ارتعاشی تیر دو سر ساده :

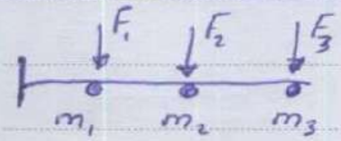
$y_{(x)} = Y \sin \frac{n\pi}{l} x$ برحسب مکان

$y_{(t)} = e^{i\omega t}$ برحسب زمان

ترکیب $\rightarrow$ $\boxed{y = Y \sin \frac{n\pi}{l} x \sin \omega t}$ (1)

$$EI \frac{d^4 y}{dx^4} - \rho \omega^2 y = 0 \quad (2)$$

$$(1),(2) \rightarrow EI \left(\frac{n\pi}{l}\right)^4 - \rho \omega^2 = 0 \rightarrow \boxed{\omega^2 = \frac{EI}{\rho} \left(\frac{n\pi}{l}\right)^4}$$



$$X_1 = A_{11} F_1 + A_{12} F_2 + A_{13} F_3$$
$$X_2 = A_{21} F_1 + A_{22} F_2 + A_{23} F_3$$
$$X_3 = A_{31} F_1 + A_{32} F_2 + A_{33} F_3$$

$$\rightarrow \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ F_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}$$

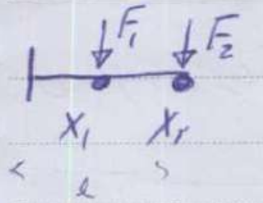
حالا برای محاسبه‌ی ماتریس ضرایب، F_1 را یک و F_2 ، F_3 را صفر می‌کنیم. جابجایی‌ها را حساب می‌کنیم در این صورت ستون اول ماتریس ضرایب حساب می‌شود. بعد نیروهای F_1 و F_3 را صفر می‌کنیم و F_2 را یک می‌کنیم تا ستون دوم ماتریس ضرایب حساب شود. با همین روش ستون سوم هم پیدا می‌شود.

$\boxed{AF = X}$

ماتریس A را ماتریس نرمی می‌گویند:

اگر معکوس A را بدست آوریم، آن ماتریس سختی می‌گویند. (K)

Subject:
Year. Month. Date. ( )



$$\left.\begin{matrix} F_1 = 1 \\ F_2 = 0 \end{matrix}\right\} \rightarrow \begin{matrix} A_{11} = X_1 = \dfrac{F_1 (\frac{l}{2})^3}{3EI} = \boxed{\dfrac{L^3}{24EI}} \\ A_{21} = X_2 = \dfrac{F_1 (\frac{l}{2})^3}{3EI} + \dfrac{l}{2}\,\dfrac{F_1 (\frac{l}{2})^2}{2EI} = \boxed{\dfrac{5}{48}\dfrac{L^3}{EI}} \end{matrix}$$

ستون اول

$$\left.\begin{matrix} F_2 = 1 \\ F_1 = 0 \end{matrix}\right\} \rightarrow \begin{matrix} A_{12} = X_1 = \\ A_{22} = X_2 = \dfrac{L^3}{3EI} \end{matrix}$$

برای محاسبه X_1 با نیروی F_2 را بایستی مثل نیرو جابجا کنیم

$$\frac{l^3}{EI}\begin{bmatrix} \frac{1}{24} & \frac{5}{48} \\ \frac{5}{48} & \frac{1}{3} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} \qquad K = A^{-1}$$

$m\ddot{x} + kx = 0$

مثلاً نصف جرم تیر را به هر کدام از جرم‌ها می‌دهیم.

$$\begin{bmatrix} \frac{m}{2} & 0 \\ 0 & \frac{m}{2} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \ddot{X}_1 \\ \ddot{X}_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} A^{-1} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = 0 \qquad \boxed{\ddot{X} = -\omega^2 X}$$

از این معادلات دو ω بدست می‌آید. با استفاده از هر ω می‌توانیم نسبت X_1 و X_2 را پیدا کنیم.

$$\underbrace{\begin{bmatrix} k_{11} - m_1\omega^2 & k_{12} \\ k_{21} & k_{22} - m_2\omega^2 \end{bmatrix}}_{B}\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = 0$$

دترمینان ماتریس B باید صفر باشد.

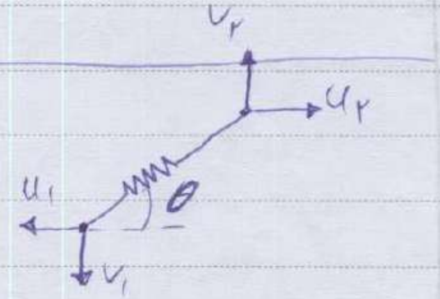
Subject:

Year. Month. Date. ( )

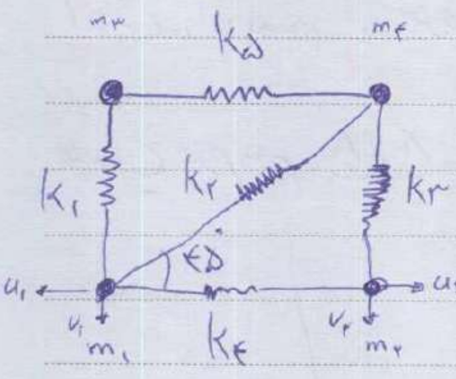
$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot\theta}\right) = I\ddot\theta + m\Big[r^2\ddot\theta + l^2(\ddot\theta+\ddot\phi) + 2rl(\ddot\theta+\ddot\phi)\cos\phi - rl(\dot\theta+\dot\phi)\dot\phi\sin\phi + rl\ddot\theta\cos\phi - rl\dot\theta\dot\phi\sin\phi$$

$$\frac{\partial T}{\partial \theta} = 0$$

$$k\begin{bmatrix} \cos^2\theta & \cos\theta\sin\theta & -\cos^2\theta & -\cos\theta\sin\theta \\ \cos\theta\sin\theta & \sin^2\theta & -\cos\theta\sin\theta & -\sin^2\theta \\ -\cos^2\theta & -\sin\theta\cos\theta & \cos^2\theta & \cos\theta\sin\theta \\ -\sin\theta\cos\theta & -\sin^2\theta & \sin\theta\cos\theta & \sin^2\theta \end{bmatrix}$$



سختی فنر دو بعدی



برای هر کدام از فنرها باید ماتریس بالا را تشکیل دهیم.

$$K_1\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ u_3 \\ v_3 \end{bmatrix}$$

$$\begin{array}{c|cccc} & 1 & 2 & 7 & 8 \\ \hline 1 & & & & \\ 2 & & & & \\ 7 & & & & \\ 8 & & & & \end{array}$$

$$K_2\begin{bmatrix} \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ u_4 \\ v_4 \end{bmatrix}$$

برای هر کدام فنر باید ماتریس را بنویسیم.

$2i,\ 2i-1$

PAPCO

$$\begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \end{array}
\begin{array}{cccccccc} 1 & 2 & 3 & 8_4 \times 8 & 5 & 6 & 7 & 8 \\ \left[\begin{array}{cccccccc} & & & & & & & \\ & & & & & & & \\ & & & & & & & \\ & & & & & & & \\ & & & & & & & \\ & & & & & & & \\ & & & & & & & \\ & & & & & & & \end{array} \right] \end{array}
\begin{bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ u_2 \\ v_2 \\ u_3 \\ v_3 \\ u_4 \\ v_4 \end{bmatrix}$$

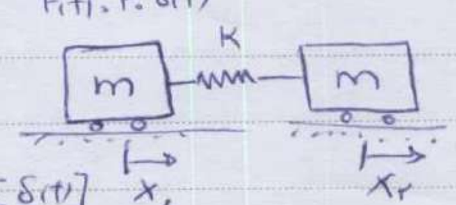
عدد موجود در ستون ۳ سطر چهارم ماتریس K_2 باید در ستون ۷ و سطر ۸ ماتریس اصلی وارد شود. اگر چند عدد در یک خانه‌ی ماتریس بزرگ وارد شوند آن‌ها را با هم جمع می‌کنیم.

ماتریس جرم هم <u>۸×۸</u> است.

$$\begin{bmatrix} m_1 & m_1 & m_2 & m_2 & m_3 & m_3 & m_4 & m_4 \\ m_1 & m_1 & m_2 & m_2 & m_3 & m_3 & m_4 & m_4 \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots & & \end{bmatrix}$$

Subject:
Year. Month. Date. ( )

$F(t) = F_0\,\delta(t)$



$$m\ddot{x}_1 + kx_1 - kx_2 = F_0\,\delta(t)$$
$$m\ddot{x}_2 + kx_2 - kx_1 = 0$$

$$\begin{bmatrix} m & 0 \\ 0 & m \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \ddot{x}_1 \\ \ddot{x}_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} k & -k \\ -k & k \end{bmatrix}\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_0\,\delta(t) \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\det\begin{bmatrix} k-m\omega^2 & -k \\ -k & k-m\omega^2 \end{bmatrix} = 0 \longrightarrow \omega_1 = 0 \quad \omega_2 = \sqrt{\frac{2k}{m}}$$

$$\omega_1 \longrightarrow x_1 = x_2 \ \overset{\phi_1}{\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}} \qquad \omega_2 \longrightarrow x_1 = -x_2 \ \overset{\phi_2}{\begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}}$$

$$\phi = [\phi_1 \ \phi_2] = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{bmatrix}$$

$$M\ddot{x} + Kx = F \longrightarrow M\phi\ddot{q} + K\phi q = F$$ ضرب در ϕ^T از سمت چپ

$$\longrightarrow \phi^T M\phi\ddot{q} + \phi^T K\phi q = \phi^T F$$

$$\begin{bmatrix} 2m & 0 \\ 0 & 2m \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \ddot{q}_1 \\ \ddot{q}_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 4k \end{bmatrix}\begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_0\,\delta(t) \\ F_0\,\delta(t) \end{bmatrix}$$

$$2m\ddot{q}_1 = F_0\,\delta(t) \longrightarrow \dot{q}_1 = \left(\frac{F_0}{2m}\right)u(t) + C_1 \longrightarrow \boxed{q_1 = \frac{F_0\, t\,(u(t))}{2m} +}$$

$$2m\ddot{q}_2 + 4kq_2 = F_0\,\delta(t) \xrightarrow[\text{کانولوشن}]{\text{انتگرال}} \boxed{q_2(t) = \frac{F_0}{2m\omega_0}\sin\omega_2 t}$$

PAPCO

۸_۱۱ ۸_۶ ۸_۷ تمرین

Subject:

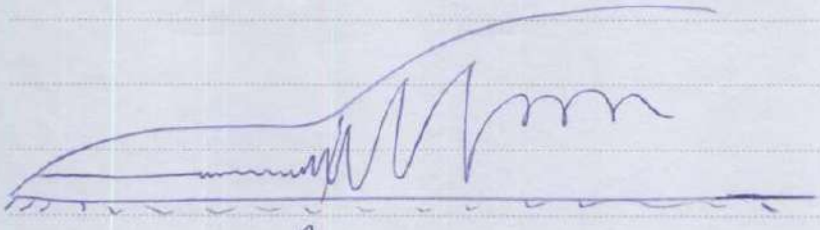
Year. Month. Date. ( )

حل تمرین سیالات شنبه ۱۹ فروردین ۱۳۹۱

لزجت گازها با افزایش دما افزایش می‌یابد. لزجت مایعات با افزایش دما کاهش می‌یابد.

با افزایش دما، جنبش مولکولی افزایش می‌یابد. با افزایش دما، فاصله بین ذرات افزایش می‌یابد.

هرچه سیال لزج‌تر باشد دیرتر آشفته می‌شود. هرچه سطح زبرتر باشد جریان سریع‌تر آشفته می‌شود.



$Re_{\text{بحرانی}}$

انواع مسئله‌ها — پروفیل سرعت داده نشده — مشکل

〃 〃 〃 شده است. ساده

مثال: جریانی با پروفیل سرعت $\frac{u}{U_\infty}=\left(\frac{y}{\delta}\right)^{1/8}$ داریم. $\frac{\tau_0}{\rho U_\infty^2}=0.0225\left(\frac{\nu}{U_\infty \delta}\right)^{1/4}$

حل: از رابطه ون کارمن:

$$\rho\frac{d}{dx}\int_0^\delta u^2\,dy - U_\infty \rho\frac{d}{dx}\int_0^\delta u\,dy = -\delta\cancel{\frac{dP}{dx}} - \tau_0$$

$$\cancel{\rho}\frac{d}{dx}\int_0^\delta \frac{U_\infty^2}{\delta^{0.25}}y^{0.25}\,dy - \cancel{\rho U_\infty}\frac{d}{dx}\int_0^\delta \frac{U_\infty}{\delta^{0.125}}y^{0.125}\,dy = -0.0225\cancel{\rho U_\infty^2}\left(\frac{\nu}{U_\infty \delta}\right)^{1/4}$$

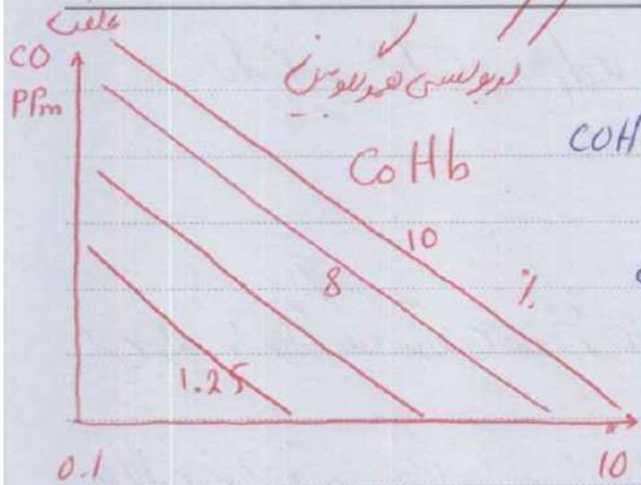
$$\frac{d}{dx}\left(\frac{\delta}{1.25}\right) - \frac{d}{dx}\left(\frac{\delta}{1.125}\right) = -0.0225\left(\frac{\nu}{U_\infty}\right)^{0.25}\times\frac{1}{\delta^{0.25}}$$

$$\boxed{\delta^{1.25} = 0.316\left(\frac{\nu}{U_\infty}\right)^{0.25} x}$$

Subject:

Year. Month. Date. ( )

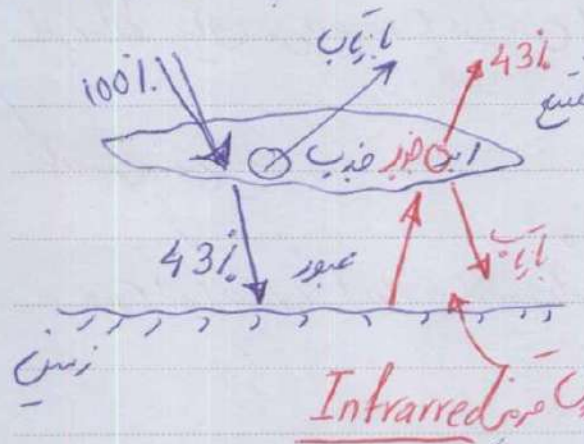
آلودگی محیط زیست



نمودار غلظت منوکسید کربن در خون انسان. اگر مقدار COHb بیش از 10% شود خطرناک بوده و موجب خواب آلودگی و در نهایت مرگ می‌شود.

پدیده‌های جوی موثر بر پدیده آلودگی هوا:

1 باد   2 بارندگی (بارش)   3 توزیع درجه حرارت و دما   4 پوشش گیاهی



در طول روز می‌توان این تشعشعات را دید ولی در شب تشعشع از زمین در محدوده‌ی مادون سرخ است و دیده نمی‌شود.

این بالانس حرارتی نباید به هم بخورد.

دو تئوری در مورد گازهای گلخانه‌ای وجود داشت. یکی این که این گازها جلوی خروج حرارت از زمین را گرفته و باعث global warming می‌شوند. دیگری این که این گازها جلوی ورود حرارت به زمین را می‌گیرند و باعث Ice Age خواهند شد. بعداً ثابت شد تئوری اول صحیح است.

ابتدا پیش بینی می‌کردند تا 100 سال دیگر دمای زمین 0.2 درجه افزایش پیدا خواهد کرد.

الان پیش بینی ها افزایش دما تا 5 درجه را پیش بینی می‌کنند.

Subject:
Year. Month. Date. ( )

$$dq = du + \delta w = du + P\,dv = dh - v\,dp - P\,dv + P\,dv$$

$$= dh - v\,dp = c_p\,dT - v\,dp$$

این رابطه را برای یک توده‌ی هوای در حال $dq = c_p\,dT - \frac{dP}{\rho}$ در نهایت

تعادل نوشتیم. حال فرایند را آدیاباتیک فرض می‌کنیم: $dq = 0$ پس:

$$\left.\begin{array}{l} c_p\,dT - \frac{dP}{\rho} = 0 \\ dP = -\rho g\,dz \quad \text{فرض می‌کنیم} \end{array}\right\} \rightarrow \boxed{-\frac{dT}{dz} = \frac{g}{c_p}} \quad (*)$$

این رابطه بیان می‌کند که با افزایش ارتفاع دما به صورت خطی کاهش می‌یابد.

پس با جایگذاری اعداد خواهیم داشت: $\frac{dT}{dz} = -0.0098\,\frac{°C}{m} \cong -\frac{0.98\,°C}{100\,m} \approx -\frac{1\,°C}{100\,m}$

برحسب واحد انگلیسی $\frac{dT}{dz} = -\frac{5.4\,F}{1000\,ft}$

در واقع هر 100 متر که از زمین بالا برویم درجه حرارت یک درجه کم می‌شود.

درجه حرارت هوای فرضی که تحت شرایط آدیاباتیک از فشار P به فشار استاندارد P_0 (معمولا 1bar) می‌رسد:

$$\frac{\theta}{T} = \left(\frac{P_0}{P}\right)^{\frac{k-1}{k}} = \left(\frac{P_0}{P}\right)^{0.288}$$

$$\longrightarrow \theta = T\left(\frac{1000}{P}\right)^{0.288}$$

PAPCO

Subject:
Year. Month. Date. ( )

$$\frac{1}{\theta}\frac{d\theta}{dz} = \frac{1}{T}\left(\frac{dT}{dz}\right) - \frac{k-1}{k}\frac{1}{P}\frac{dP}{dz}$$

$$\log\theta = \log T + \left(\frac{k-1}{k}\right)\log \frac{1}{P}$$

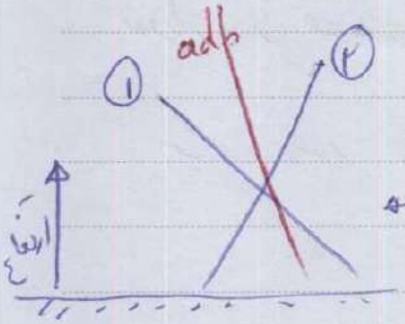
Subject:
Year. Month. Date. ( )

جلسه سوم ۱۳۹۰/۱۲/۳

باد غالب
باد
شدیدترین باد

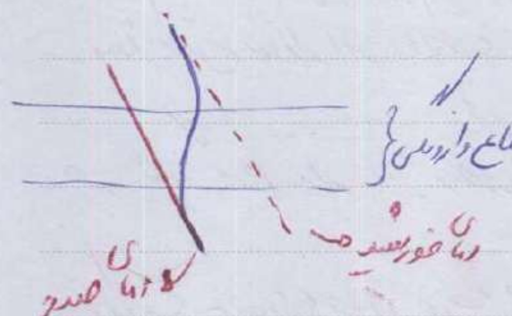
دما: اگر شیب دما به شکل ۱ باشد، شرایط ناپایدار است و خوب است چون آلاینده‌ها پخش خواهند شد.

ولی اگر به شکل ۲ باشد خوب نیست.

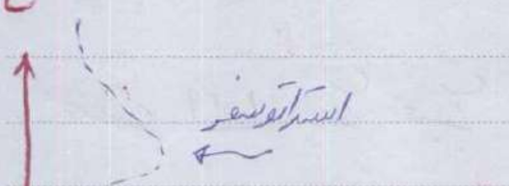


تابش نور خورشید:

هنگام صبح طبق شکل روبرو یک وارونگی دما ایجاد می‌شود.



نحوه تغییرات غلظت ازون برحسب ارتفاع از سطح زمین:



- آلاینده‌هایی مثل NO موجب تخریب ازون می‌شود.

$$NO + O_3 \xrightarrow[\text{خورشید}]{\text{تابش نور}} O_2 + NO_2$$

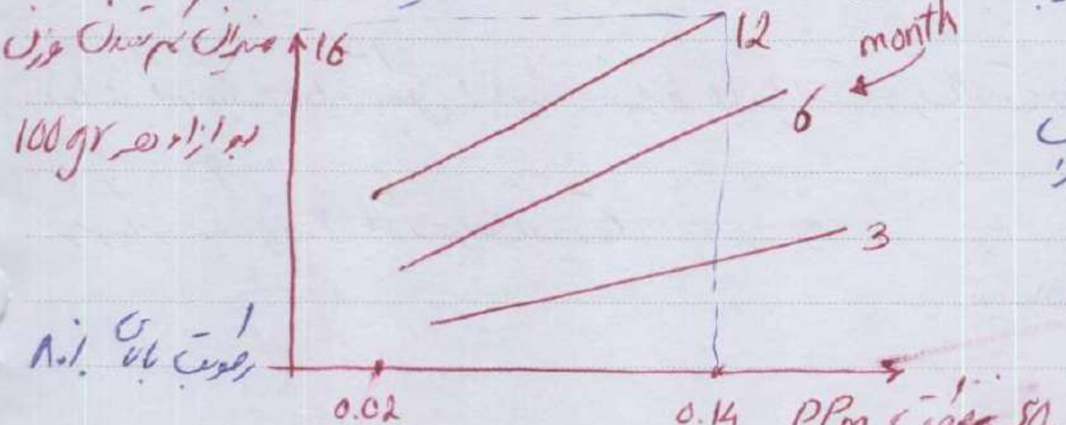
- آلاینده‌ها دو دسته‌اند: آلاینده‌های اولیه و ثانویه
- آلاینده‌های اولیه مثل CO، SH_2 اینها به طور مستقیم آلودگی ایجاد می‌کنند و خود اینها مضرند.
- آلاینده‌های ثانویه مثل NO به خودی خود مشکلی ندارند ولی هنگام ترکیب با مواد دیگر مشکل ایجاد می‌کنند.

Subject:
Year. Month. Date.

باران و رطوبت:

رطوبت نسبی باعث می شود با ترکیب شدن موادی مثل SO_2 ، NO_2 حاصل از کارخانه ها

با این رطوبت، اسید ایجاد شود و عمر قطعات و کارخانه کاهش پیدا کند. مثل سیاهی بدنه.



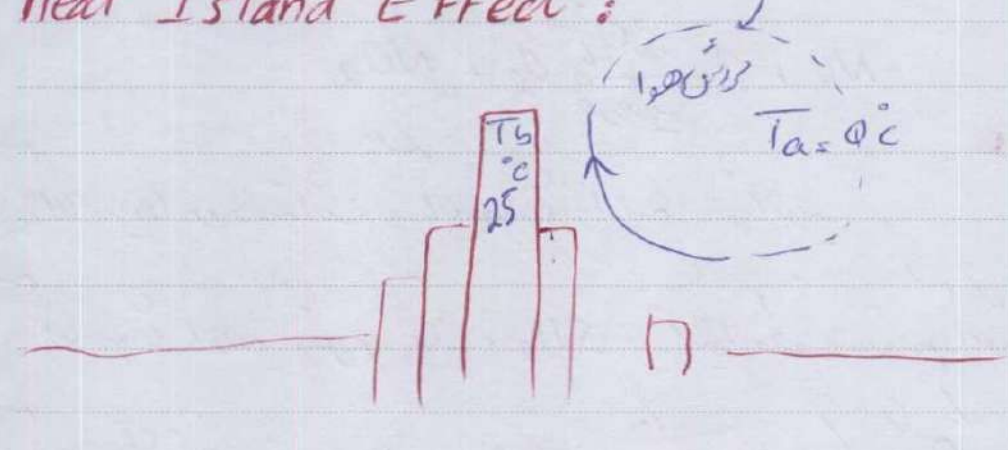
نمودار رشد خوردگی فلز براثر وجود SO_2

مثلاً طبق نمودار اگر غلظت SO_2 ، 0.14 PPm باشد پس از 12 ماه ، 16 گرم از هر 100 گرم فلز دچار خوردگی می شود.

رطوبت به خودی خود خوب است اما اگر هوا آلوده باشد باعث ایجاد خرابی می شود.

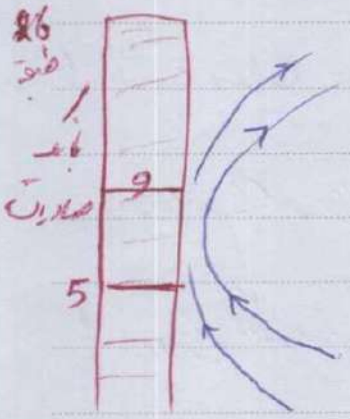
منحنی ۲۹-۱ میزان تغییرات توزیع دما در طول روز را نشان می دهد.

Heat Island Effect : پدیده جزیره ی گرمایی:



ساختمان های شهر در مرکز شهر معمولاً بلندترند.

این پدیده گردش هوا باعث هجوم آلودگی به سمت ساختمان‌های بلندتر می‌شود. طبق آزمایش تقریباً طبقات ۵ تا ۹ بدترین طبقات از لحاظ آلودگی هستند. این گردش هوا به خاطر پدیده Free Convection است.



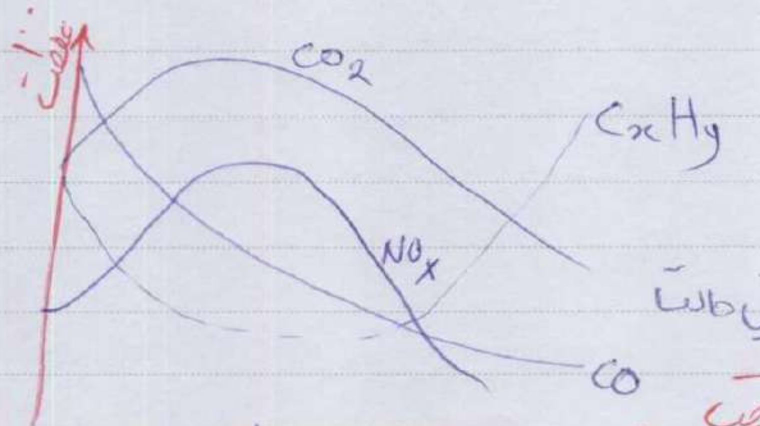
جلسه چهارم ۹۰/۱۲/۱۷

منابع آلاینده‌ها (هوا): ۱. منابع ثابت (صنایع و کارخانه‌ها) ۲. منابع متحرک

نیروگاه‌ها دارای CO، CO_2، NO_x و مخصوصاً SO_2 تولید می‌کنند به خاطر سوزاندن زغال سنگ نفت کوره. کارخانجات سیمان ذرات معلق تولید می‌کنند. نیروگاه هسته‌ای تشعشع و مواد رادیواکتیو تولید می‌کند.

منابع متحرک: مثل خودروها

بهترین سرعت برای min کردن CO، $55\ mi/hr$ است. البته در این حالت CO_2 افزایش می‌یابد.



Subject:
Year. Month. Date. ( )

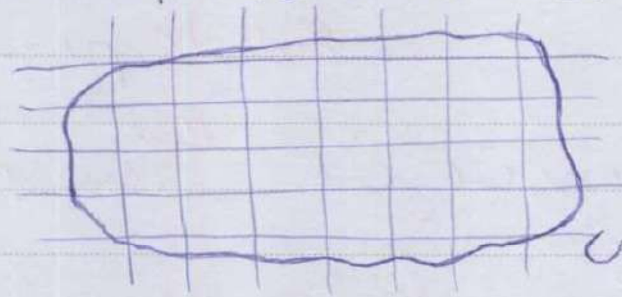
در سال ۱۳۷۸ هفت شهر آلوده کشور اعلام شد: تهران، تبریز، مشهد، اصفهان، شیراز، اراک، قم

روش‌های تعیین Pollution Inventory:

۱. تعیین میزان سوخت (بنزین، گازوئیل و ...) مصرف شده در شهر و تعیین بازده اتومبیل‌ها

و محاسبه میزان CO_2 تولید شده. (Emission Factor)

۲. روش الگوریتم رشد: تقسیم شهر به قسمت‌های مختلف و محاسبه غلظت آلاینده‌ها



در هر قسمت.

در این روش باید تأثیرات رطوبت، باد، تابش

و دما و غیره در نظر گرفته شود و معمولاً ۵-۱۰ سال وقت نیاز دارد.

۳. روش آنالیز رگرسیون (Regression Analysis)

Subject:

Year. Month. Date. ( )

۱۳۹۱،۲،۱۳

کنترل آلودگی هوا :

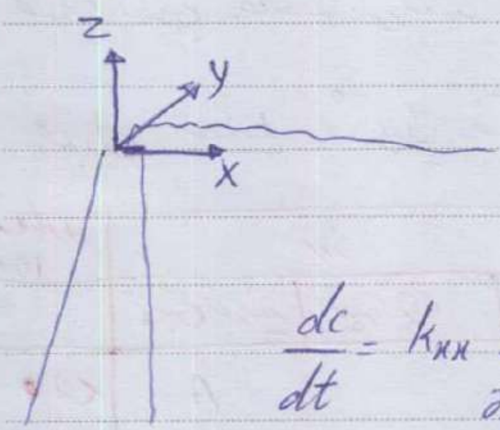
۱ کنترل از منشا تولید آلودگی   ۲ حذف آلاینده   ۳ روش پخش - منظور کاهش غلظت

۱ مثلاً تبدیل کاربراتور - انژکتور در موتورها   یا بهینه سازی سیلندرها به گرانیتی تبدیل شده که احتراق خروجی کمتری دارد.

۲ حذف آلاینده: سیستم‌های جمع کننده آلاینده‌ها مثل Bag filter ، یا سیستم سرریز از جرم و electrostatic Precipitator به ترتیب اندازه‌های بزرگ تا کوچک ذرات آلاینده را جذب می‌کنند. $1-100\,\mu$

+ کمتر از میکرا

۳ پخش : استفاده از دودکش



با استفاده از قانون بقای جرم، انرژی و مومنتوم :

$$\frac{dc}{dt} = k_{xx}\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + k_{yy}\frac{\partial^2 c}{\partial y^2} + k_{zz}\frac{\partial^2 c}{\partial z^2}$$

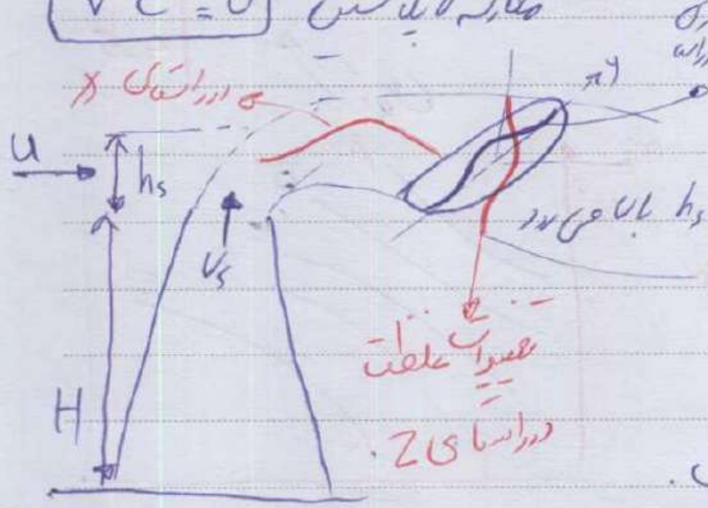
k = ضریب نفوذ

c = غلظت

درصورتی که جریان دود پایدار و محیط همگن باشد :

$\boxed{\nabla^2 c = 0}$ معادله لاپلاس

همگن یعنی : $k_{xx}=k_{yy}=k_{zz}$



به علت دمای بالای دود و سرعت اولیه V_s ، دود به مقدار h_s بالا می‌رود

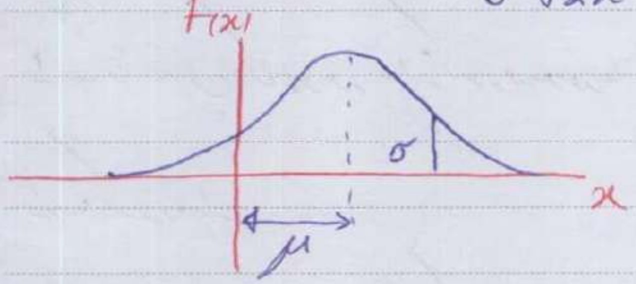
و پس شروع به پخش شدن می‌کند.

توزیع دود را می‌توان در جهات مختلف گاوسی در نظر گرفت.

Subject:

Year. Month. Date. ( )

یک بعدی: $f(x)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\exp\left[\frac{-(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right]$ معادله گاوسین



σ معرف شیب نمودار است.

دو بعدی:

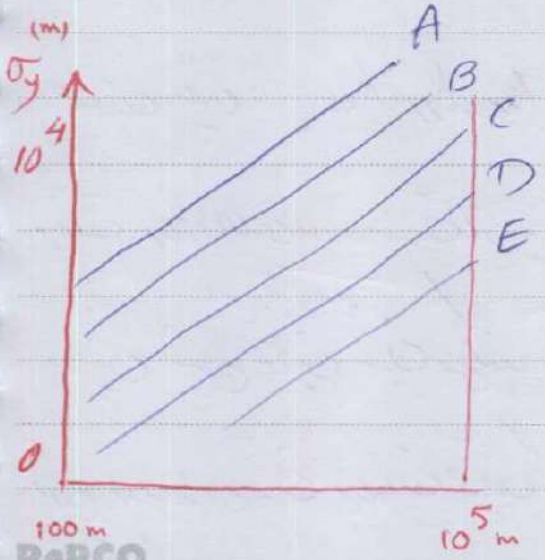
$$f(y,z)=\frac{1}{2\pi\sigma_y\sigma_z}\exp\left[\frac{-(y-\mu_y)^2}{2\sigma_y^2}+\frac{-(z-\mu_z)^2}{2\sigma_z^2}\right]$$

مقادیر σ_y و σ_z را به صورت تجربی محاسبه می‌کنند. وقتی z و $\frac{V_s}{u}$ باشد می‌توان از روابط گاوسین استفاده کرد.

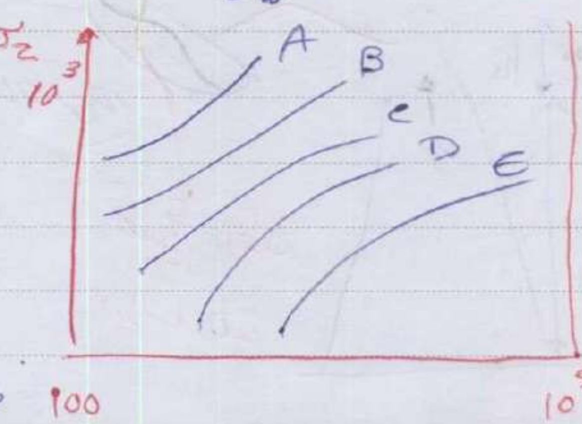
جدول ۱-۴۵ شرایط مختلف پایداری هوا مشخص شده است.

سرعت باد در 10 m	روز: تابش خورشید	روز: نیمه ابری	روز: تمام ابری	شب: ابری	شب: بدون ابر
<2 m/s	A				
2-3	A-B				
3-4	B				
4-5					

آرامش



نمودار ۱-۷۶



فاصله از دودکش ←

روی زمین

جدول

Subject:
Year. Month. Date. ( )

اگر ایستگاه‌های هواشناسی در ارتفاع 10 متری سرعت را اندازه‌گیری می‌کنند. ولی اگر دودکش مثلاً 100 متر بود

باید از روابط ریاضی پیرو، سرعت در ارتفاع مورد نظر را یافت.

$$\left(\frac{u}{u_1}\right)=\left(\frac{z}{z_1}\right)^{p}$$

n = ثابت است.

$$P=\frac{n}{2-n}$$

محاسبه میزان Δh که میزان بالاآمدگی دود از دودکش را محاسبه می‌شود.

$$\Delta h=-0.029\frac{V_s d}{u}+2.6^{2}\frac{(Q_h)^{\frac{1}{2}}}{u}$$

Q_h: نرخ حرارتی خروجی از دودکش

$$Q_h=\dot{m}c_p(T_s-T_a)$$

ابتدا باید Δh را یافت و سپس از روابط گاوسین استفاده شود.

نرم‌افزارهای مدلسازی: CALMET، CALPUFF، AEROMODE، Screen 3

Health Safety Environment

Subject: quality / HSE

Year. Month. Date.

سیستم مدیریت بهداشت، ایمنی، محیط زیست و کیفیت

سیستم مدیریت: مجموعه‌ای منسجم از اجزای به هم پیوسته به منظور برنامه‌ریزی، سازماندهی، هدایت و کنترل امور در جهت نیل به اهداف سازمان.

HSE: مجموعه‌ای منسجم از اجزای به هم پیوسته در راستای تحقق اهداف معین بهداشت، ایمنی، محیط زیست و کیفیت در سازمانها در چارچوب برنامه‌ریزی، سازماندهی، هدایت و کنترل امور.

در اثر حادثه‌ی بوپال هند چند هزار نفر کور شدند. یا حادثه‌ی three mile Island که یک اشتباه انسانی منجر به انفجار نیروگاه شد. یا حادثه‌ی چرنوبیل در اوکراین. که منجر به ضرر به خاک ایران و شمال کشور شدند.

HSEQ

بهداشت و ایمنی | محیط زیست | کیفیت

ISO: سازمان جهانی استاندارد. استاندارد ISO 14000 مربوط به محیط زیست

استاندارد ISO 18000 مربوط به سلامت و بهداشت استاندارد OHSAS بهداشت و ایمنی

استاندارد ISO 9000 مربوط به استانداردهای کیفی

Integrated Managment System: IMS سیستم مدیریت یکپارچه، IMS تمام استانداردهای بالا را باهم شامل می‌شود. HSE بیشتر در پروژه‌ها کاربرد دارد. ولی در سازمانها همه را در نظر می‌گیرند.

HSEQ:

به عنوان ابزار جدید مدیریتی جهت کنترل و بهبود مسائل مربوط به بهداشت، ایمنی، محیط زیست و کیفیت که در اواخر دهه 1990 مطرح گردید.

ویژگی‌ها: 1- به مدیریت کمک می‌کند تا ارزیابی پیش بینی شده و در محدوده مورد لحاظ شده را اجرا کند و بهبود فعالیت‌ها بپردازد. 2- کلیه مسائل مربوط به بهداشت شغلی، ایمنی، محیط کار، محیط زیست و کیفیت تولید و خدمات را به گونه‌ای یکپارچه بررسی می‌کند. 3- تلفیقی از سیستم‌های مدیریت محیط زیست، مدیریت کیفیت و مدیریت ایمنی و بهداشت حرفه‌ای است. 4- بایستی در کلیه طرح‌های توسعه‌ای و پروژه‌های صنعتی - زیربنایی از قبیل پروژه‌های نفت و گاز استقرار یابد. 5- از جمله مهم‌ترین انضباط‌های درونی و بیرونی حاکم بر هر پروژه است.

چرخه Deming:

تعیین و بررسی عوامل بالفعل و بالقوه آسیب رسان

شناسایی مشخصات عوامل آسیب رسان

بهداشت حرفه‌ای

تدوین اقدامات مناسب جهت کاهش، کنترل و حذف عوامل آسیب رسان

مثلاً در پارک‌های کشورها وسایل تفریح بچه‌ها ایمنی لازم را ندارند.

Pre-Employment Medical Examination افراد باید قبل از شروع بکار مورد آزمایش قرار بگیرند و از لحاظ سلامتی چک شوند.

Regular Medical Examination بعد از استخدام در بازه‌های زمانی مشخص باید افراد تست سلامت شوند.

Special " اگر کسی دچار حادثه شد باید آزمایش بدهد که آیا سالم است یا نه

Vaccinations. مشخصات واکسینه بودن کارکنان سازمان

Noise در یک کارخانه باید مناطقی که صدا بیشتر از ۸۵ DBA ریسک بالا است مشخص شود.

Personal Medical Record هر کارگر باید یک پرونده سلامت داشته باشد.

Medical Emergency Response مقابله در مواقع اضطراری: مثلاً اثر CO

در کارهای اضطراری با الکتریسیته هم همه محیط را ترک کنند.

گام‌های اساسی مدیریت عوامل آسیب‌رسان

۱- شناسایی ← ۲- ارزیابی ← ۳- پیشگیری ← ۴- پایش کنترل و حذف ← ۵- بازنگری

تدوین اقدامات مناسب جهت کاهش، کنترل و حذف خطرات

Safety

1. آموزش پرسنل در زمینه Safety

2. باید ابزار تشخیص آتش و گاز نصب شوند Fire And Gas

Storage And use of Combustible

Life Saving And Personnel Protective Equipment

Electrical Equipment, for Classified Areas,
مثلاً افرادی که با داربست کار می‌کنند و سیم‌های برق عبور می‌کنند.

(مدیریت ریسک)

شناسایی Hazard

Subject:
Year. Month. Date. ( )

شناسایی خطرات

خطرات مثل: دندان‌ها، پنجه‌ها، ویژگی‌ها، غیرقابل پیش‌بینی، aggressive behavior

Hazard : خطر Anything which may cause Harm

Location, Machine, Person, Age of Person, Time of Day

Day of week, Part of Body, Severity of Injury

Brainstorming : گروهی تشکیل می‌شود تا ریسک‌ها یا سناریوها، خطرات را پیش‌بینی کنند.

Trade Journal : ژورنال‌هایی که خطرات را مشخص می‌کنند.

Ask, What If __ ? اگر این اتفاق بیفتد چه می‌شود؟

ریسک : امکان یک سری اتفاقات ناخواسته

Likelihood : شانس ایجاد آن خطر چقدر است. که طبقه‌بندی زیر را دارد:

Very Rare (Once per year or less)

Rare

Unusual

⋮ daily

P4PCO

Subject:
Year. Month. Date. ( )

Fatal → Death
Major Injury → قطع عضو
Minor → مثلاً خراش روی صورت که باشد
Negligible → بیماری جزئی

انواع کنترل ریسک:

۱- حذف Elimination ۲- تعویض روش جایگزین ۳- ایزوله کردن

۴- روش‌های کنترل مهندسی ۵- سرپرست بگذاریم همه را کنترل کند ۶- تجهیزات ایمنی

Engineering Control Administrative Control

محیط زیست

۱- شناسایی اثرات زیست محیطی ناشی از اجرای پروژه

۲- تدوین رویه‌های دستیابی به استانداردهای زیست محیطی تعریف شده

۳- تدوین برنامه‌های اقدامات اصلاحی بهبود وضعیت محیط زیست

۴- مانیتورینگ

جلسه ۲۳/۱/۱۳۹۱ ادامه بحث HSE

۳ـ کنترل دقیق کلیه فعالیتها، خدمات و تولیدات

۱ـ شناسایی و حذف نواقص و تعلیقات مربوطه

کیفیت کیفیت

۲ـ تدوین اقدامات مناسب جهت افزایش کارایی فعالیتها، خدمات و تولیدات

این چرخه، اسپیرالیست.

اهداف HSEQ:

۱ـ هیچ آسیبی به افراد وارد نشود.

۲ـ هیچ صدمه‌ای به تجهیزات وارد نشود.

۳ـ هیچ اثر نامطلوبی بر محیط زیست وارد نشود.

۴ـ از مواد و انرژی به گونه‌ای کارا جهت تولید محصولات و خدمات استفاده گردد.

عناصر HSEQ:

۱ـ رهبری و تعهد

۲ـ خط مشی و استراتژی

۳ـ سازمان‌دهی، منابع و مستندسازی

۴ـ ارزیابی و مدیریت ریسک

۵ـ طرح‌ریزی

۶ـ استقرار و پایش

۷ـ ممیزی و بررسی مجدد

۱. اعتمادسازی انسانی در سطوح مختلف سازمان از صدر تا ذیل و فرهنگ جاری در شرکت

۲. دیدگاه‌ها و مقاصد و خواسته‌های مدیریت

۳. سازماندهی نیروی انسانی، منابع و مستندسازی برای کارایی عملکرد نظام HSEQ

۴. چگونگی تعیین عوامل بالفعل و بالقوه آسیب‌رسان و ارزیابی ریسک‌های مربوطه به تمام فعالیت‌ها

۵. چگونگی طرح‌ریزی فعالیت‌ها و اقدامات کاهش ریسک

۶. چگونگی انجام فعالیت‌ها و اقدامات اصلاحی لازم و هم‌چنین بازبینی آنها

۷. ارزیابی روند کارایی عملکرد، اثربخشی و تناسب نظام HSEQ

خط‌مشی ــ طرح‌ریزی ــ اجرا و عملیات ــ کنترل عملیات ــ

پروژه		انضباط‌ها مهندسی	برنامه‌ریزی و کنترل پروژه	HSEQ	آزمایش‌ها	تدارکات و تأمین منابع
۱. مرحله تولید یا تعریف طرح	①	•	•	•	•	
۲. مرحله توسعه و پیاده‌سازی طرح	②	•	•	•	•	اجرای عملیات
۳. مرحله بهره‌برداری طرح	③	•	•	•	•	

Subject: دفاع مقدس

Year | Month | Date ( ) چهارشنبه ۱۳۹۱/۲/۱۳

~~ریسک‌های توسعه یافته، طرح در ریسک‌های HSEQ اضافه می‌شود.~~

~~ریسک‌های وصل توسعه HSEQ به عنوان یک بخش از طرح دریافت می‌شود.~~

۶۰/۷/۵ : عملیات ثامن الائمه ← شکست حصر آبادان و آزاد شدن جاده ماهشهر - آبادان.

امکانات - توانمندی‌های خودی

انتخاب منطقه عملیات ① تأثیر روحی و روانی عملیات بر روی ② خودی / دشمن

۶۰/۹/۷ عملیات طریق القدس ← رسیدن به مرز، قطع ارتباط شمال و جنوب، آزادی بستان

(رودخانه در عملیات نظامی یک مانع دفاعی به حساب می‌آید) تپه‌های شنی و ماسه بادی هم یک مانع برای ماشین‌ها و نظامیان است. بجز پیاده‌ها و نفربرها) ولی ایران همین منطقه را انتخاب کرد و توانست توجه دشمن را بگیرد و توانستیم ظرف مدت ۲۴ ساعت به مرز برسیم و شهر بستان را آزاد کنیم.

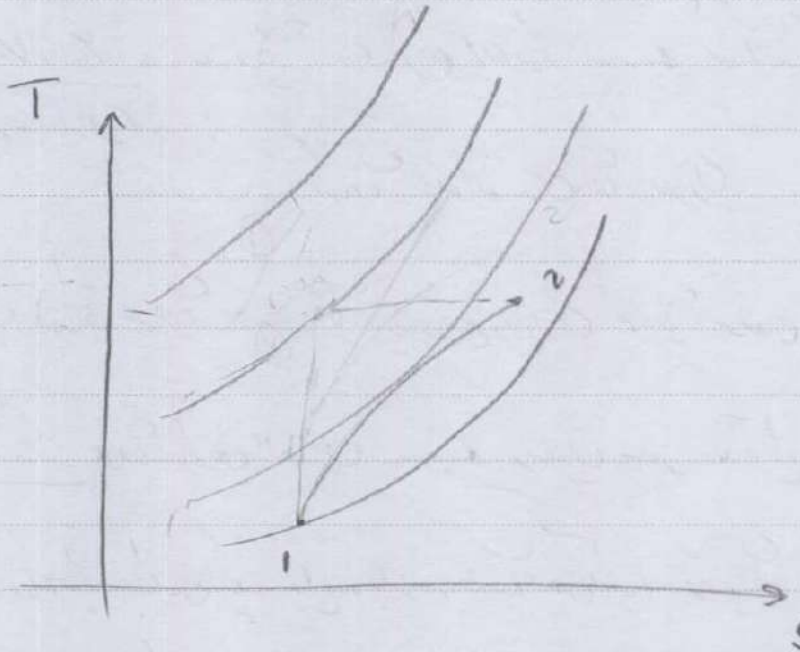
۶۱/۱/۲ عملیات فتح المبین ← با امکانات غنیمتی از عراق ۱۹,۰۰۰ اسیر، ۵۰۰۰ km^2 [illegible]

Subject:

Year. Month. Date. ( )

در کشورهای توسعه یافته طرح دیگری از HSEQ اجرا می‌شود.

در کشورهای درحال توسعه HSEQ به عنوان یک بخش از طرح ارائه می‌شود.



Subject:

Year. Month. Date. ( )

۱۶ حادثه‌ی فوکوشیما و اثرات آن ۱۷ بررسی حادثه‌ی بوپال هند و تأثیرات آن بر محیط‌های اطراف ۱۸ حادثه Three mile Island علل بروز و بررسی عواقب آن

انجمن متخصصین محیط زیست ایران   www.IRSen.org

Subject: RIO +10 ژوهانسبورگ

Year. RIO+20 Month Date → ریودوژانیرو

RIO+20   RIO

انرژی باد، خورشید

۱. بررسی نشست های ریو و ریو + 20

۲. اقتصاد سبز Green Economy (افزایش بازده، جایگزینی برای منابع انرژی تجدید پذیر)

۳. مکانیزم پاک Clean Development Mech   کنوانسیون کیوتو در سال 1998

CDM

کشورهای توسعه یافته می گفتند کشورهای در حال توسعه باعث آلودگی هستند. در کنوانسیون 98

قرار شد کشورهای توسعه یافته در کشورهای در حال توسعه تکنولوژی ها با راندمان بالا قرار دهند و فواید حاصل از

کاهش آلودگی به جیب کشور توسعه یافته ریخته شود. عمر این مکانیزم در سال 2012 تمام می شود.

۴. پروتکل کیوتو   ۵. تأثیر ایجاد خطوط مترو در کاهش آلودگی هوا

۶. بررسی تأثیر خطوط BRT در کاهش آلودگی هوا   ۷. بررسی تأثیر خطوط منوریل در کاهش

آلودگی هوا   ۸. بررسی موضوعات مرتبط با آلودگی هوا در محیط های بسته (مطالعه موردی)

۹. بررسی مرتبط با آلودگی ناشی از گاز رادن در محیط های بسته. (محل منبع گاز رادون از زیرزمین است)

۱۰. بررسی آلاینده های هوا در نیروگاه های هسته ای (مدل RESRAD)

۱۱. بررسی پدیده سوراخ ازون (Ozone hole) علل بروز و نحوه ی مدل

۱۲. بررسی پدیده تغییر آب و هوا و تأثیرات آن بر ایران   ۱۳. آتش سوزی ناشی از احداث

جاده ها تحت بومی و تأثیرات منطقه ای آن   ۱۴. حوادث طبیعی منطقه ای که منجر به آلودگی هوا

می گردد. تغییر اتمسفرها، آتش سوزی جنگل ها   ۱۵. فاجعه چرنوبیل علل بروز و تأثیرات آن در دنیا و ...

Subject: 90,11,14 جلسه اول

Year. Month. Date. ( )

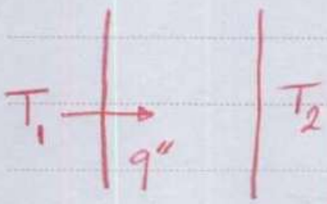
انتقال حرارت

بیان: مکانیزم های انتقال حرارت:

۱ هدایت Conduction

۲ جابجایی Convection: 1 Conduction، 2 advection

۳ تشعشع radiation



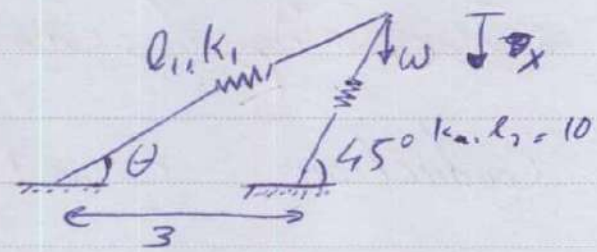
$T_1 > T_2$

* شار حرارتی همیشه در جهت کاهش دما حرکت می‌کند.

قرارداد: q': شار گرما بر واحد طول ، q'': شار گرما بر واحد سطح ، $\left(\frac{\text{انرژی}}{\text{واحد سطح}}\right)$

q''': شار گرما بر واحد حجم

Subject:
Year. Month. Date. ( )



$m = 1000\,kg$ $\quad A_2 = 2500\,mm^2$

$A_1 = 100\,mm^2$

$x_2 = x \cos 45$

$x_1 = x \cos(90 - \theta)$

$l_1^2 = 3^2 + 10^2 - 2(3)(10)\cos 135 \rightsquigarrow l_1 = 12.3055$

$l_1^2 + 3^2 - 2(l_1)(3)\cos\theta = 10^2 \rightarrow \theta = 35.07$

$U = \frac{1}{2} k_1 (x \cos 45)^2 + \frac{1}{2} k_2 (x \cos(90 - \theta))]^2$

$k_1 = \frac{A_1 E_1}{l_1}$ $\quad k_2 = \frac{A_2 E_2}{l_2}$ $\quad U_{eq} = \frac{1}{2} k_{eq} x^2$

k_{eq}

$m_{eq}\ddot{x} + k_{eq} x = 0$

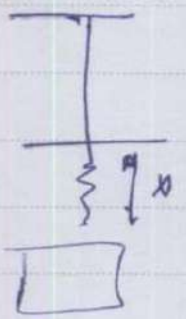
منبع

$m\ddot{x} - c\dot{x} + k x$

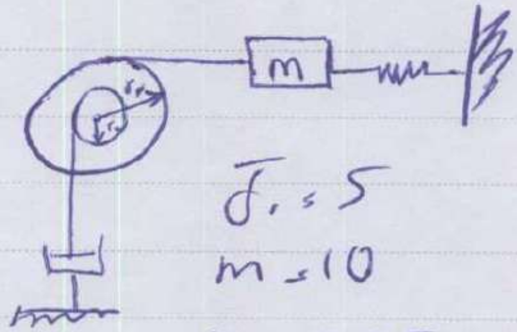
از انرژی

$U = \frac{1}{2} k \theta^2$

$J\ddot{\theta} + k\theta =$



$U = mgx + \frac{1}{2} k x^2$



$J_1 = 5$

$m = 10$

$r_2 = 0.25$

$r_1 = 0.1$

رابطه ۸۰ در ۱۰ سیکل

PAPCO