تمرین‌ها

۱- در امتحان پایان ترم یک کلاس ۴۱ نفره، ۵ دانشجو نمره ۱۸، ۱۰ دانشجو نمره ۱۶، ۲۰ دانشجو نمره ۱۴ و ۶ دانشجو نیز نمره ۱۰ گرفته‌اند. معدل نمرات دانشجویان را بدست آورید.

۲- یک محلول پلی‌دیسپرس دارای توزیعی به شکل زیر است:

جرم مولی (g/mol)	تعداد مولکول‌ها
۲۵۰۰۰	۱۰
۱۷۰۰۰	۷
۳۱۰۰۰	۲۴
۴۹۰۰۰	۱۶

پلی‌دیسپرسیته[۱] محلول را محاسبه نمایید (پلی‌دیسپرسیته $= \overline{M}_w / \overline{M}_n$).

۳- سرولوپلاسمین[۲] پروتئین ناقل مس در خون است که ۰/۳۳٪ وزن آنرا مس تشکیل می‌دهد.
الف) حداقل جرم مولی[۳] آن چقدر است؟
ب) جرم مولی واقعی سرولوپلاسمین ۱۵۰۰۰۰ g/mol است. هر مولکول پروتئین دارای چند یون مس می‌باشد؟

۴- یک پروتئین دارای هشت باقی‌مانده سیستئین است. اگر تمامی سیستئین‌ها قادر به ایجاد پل دی‌سولفید باشند، چند حالت یا احتمال جهت تشکیل پل دی‌سولفید بین این سیستئین‌ها وجود دارد؟

۵- الف) کدامیک از دو پلی‌پپتید پلی‌لایزین و پلی‌والین در pH خنثی ساختمان فشرده‌تری دارد؟
ب) شکل کدامیک وابستگی بیشتری به pH دارد؟

۶- یک نمونه پروتئین حاوی گونه‌های مونومر و دای‌مر است. ۳۰٪ وزن کل پروتئین را مونومرها تشکیل می‌دهد. نسبت عددی مونومرها به دای‌مرها چقدر است؟

---

[۱] Polydispersity
[۲] Ceruloplasmin
[۳] Minimal Molar Mass

۷- اطلاعات زیر از منحنی ذوب نمونه‌های DNA مختلف بدست آمده است:

نمونه	٪(C+G)	T_m (°C)
۱	۴۰/۰	۸۶/۶
۲	۴۹/۰	۹۰/۰
۳	۶۲/۰	۹۵/۰
۴	۷۱/۰	۹۸/۴

الف) معادله‌ای بنویسید که (C + G)٪ نمونه‌های DNA را به T_m آنها ارتباط دهد.
ب) محتوای (C + G)٪ یک نمونه DNA که T_m آن برابر $88/3\ ^\circ C$ است چقدر می‌باشد؟

۸- تغییر انتالپی در فرآیند غیرطبیعی‌شدن یک پروتئین معین $125\ kJ.mol^{-1}$ است. اگر تغییر انتروپی فرآیند غیرطبیعی‌شدن این پروتئین $397\ J.K^{-1}.mol^{-1}$ باشد، کمترین دمایی که در آن پروتئین به طور خود به خود غیرطبیعی می‌شود را محاسبه نمایید.

۹- الف) فرض کنید دو پروتئین که هر یک دارای سه زیر واحد یکسان هستند را هیبرید کرده‌اید. چند نوع هیبرید متفاوت می‌تواند در حالت آرایش خطی بوجود آید؟
ب) در حالت آرایش مثلثی چطور؟

۱۰- یک زنجیر پلی‌پپتید به نحوی تا می‌خورد که دسته‌ای از اسیدهای آمینه شامل چهار لوسین، سه ایزولوسین، شش والین و سه فنیل آلانین در ناحیه کوچکی از سطح پروتئین قرار می گیرند. چه پیش‌بینی از ساختمان این زنجیر پلی‌پپتیدی در محلول آبی دارید؟

۱۱- پلی‌نوکلئوتید Poly (dA–dT) به صورت تک رشته‌ای است و یک کوپلی‌مر متناوب محسوب می‌شود بدین معنی که توالی بازها در امتداد زنجیر آن به صورت .....ATATATAT است. انتظار دارید که این کوپلی‌مر در محلول چه نوع ساختمانی داشته باشد؟

۱۲- یک مولکول پروتئین دارای جرم مولی (g/mol)۳۷۶۵۰ و حجم ویژه جزیی $0/70\ cm^3/g$ است. شعاع چرخشی (R_G) مشاهده شده برای این پروتئین $64/5 A^\circ$ است. چه نظری راجع به شکل این پروتئین دارید؟

۱۳- شعاع چرخشی چهار کره کوچک که در گوشه‌های یک مربع به ضلع ۱۰ cm قرار گرفته‌اند را محاسبه نمایید. دو تا از کره‌ها ۵ g و دو تای دیگر ۱ g وزن دارند. کره‌های هم‌وزن در گوشه‌های مقابل واقع شده‌اند.

۱۴- فاصله ته به ته، الف) یک پیچه نامنظم و ب) یک مولکول میله‌ای شکل، چگونه با افزایش دما تغییر می‌کند؟

۱۵- یک نمونه DNA به اندازه‌ای گرم شده که دو رشته آن از هم جدا شده‌اند. سپس محلول DNA سرد شده ولی دو رشته هنوز به صورت جداشده باقی مانده‌اند. فاصله ته به ته و شعاع چرخشی DNA را قبل و بعد از چرخه گرم کردن- سرد کردن در دو حالت زیر با هم مقایسه نمایید.
الف) در محلول NaCl ۰/۰۱ M
ب) در محلول NaCl ۱ M

۱۶- اگر N گروه سولفهیدریل در ساختمان یک پروتئین وجود داشته باشد و N زوج باشد، تعداد حالاتی که این گروه‌ها می‌توانند تشکیل پل‌های دی‌سولفید دهند از رابطه:

$$W = (N-1)\ (N-3)\ (N-5)\ \ldots..$$

بدست می‌آید که در آن، W تعداد حالات است. عبارتی برای وقتی N فرد باشد بنویسید.

۱۷- دو مولکول پروتئین فرضی حاوی ۹۶ گلایسین، ۲ تایروزین و ۲ آسپاراژین است. در پروتئین A، تایروزین‌ها مجاور یکدیگر و آسپاراژین‌ها هم مجاور یکدیگرند. هر آسپاراژین با یک تایروزین تشکیل پیوند هیدروژنی داده است. در پروتئین B، تایروزین‌ها در موقعیت‌های ۱۶ و ۸۰ زنجیر پلی‌پپتیدی و آسپاراژین ها هم در موقعیت های ۳۵ و ۶۵ واقع شده اند. در این پروتئین، بین تایروزین-۱۶ و آسپاراژین-۳۵ و نیز بین تایروزین-۸۰ و آسپاراژین-۶۵ پیوند هیدروژنی تشکیل شده است. با افزایش

دما هر دو مولکول پروتئین A و B متحمل انتقال مارپیچ-پیچه می‌شوند. در کدام پروتئین انتقال متعاون است؟ چرا؟

۱۸- پیچ[۴] متوسط یک مارپیچ آلفا $5/4\,A^{\circ}$ است. با فرض اینکه این پیچ معادل با پیچ مارپیچ آلفای موی انسان باشد و موی انسان با سرعت ۰/۶ اینچ در ماه رشد کند، چند پیچ مارپیچ آلفا در هر ثانیه به وجود می‌آید؟

۱۹- پلی-ال-لایزین در $pH = ۱۰$ دارای ساختمان مارپیچی آلفاست در حالی که در $pH = ۷$ ساختمان پیچه نامنظم دارد. علت این تغییر ساختمان وابسته به pH را تشریح نمایید.

۲۰- پروتئین‌ها توسط ترکیباتی از قبیل اوره، گوانیدین هایدروکلراید و یا SDS غیرطبیعی می‌شوند و با برداشتن این غیرطبیعی‌کننده‌ها توسط دیالیز از محیط، غالبا می‌توانند به ساختمان طبیعی خود دوباره تا بخورند. از طرف دیگر، غیرطبیعی‌شدن حرارتی پروتئین‌ها غالبا برگشت‌ناپذیر است. چرا؟

۲۱- پروتئین ها عموما دارای ساختمان های بسیار متفاوتی هستند در حالی که اسیدهای نوکلئیک ساختمان کاملا مشابهی دارند. علت را شرح دهید.

۲۲- یک لوح فشرده[۵] (CD) تقریبا $۴/۰ \times ۱۰^{۹}$ بایت از اطلاعات را ذخیره می‌کند. این اطلاعات به صورت یک کد دو تایی (هر بیت ۰ یا ۱ است) ذخیره می‌شود.
الف) به چند بیت برای مشخص نمودن هر جفت نوکلئوتید در یک توالی DNA نیاز است؟
ب) ژنوم انسانی حاوی ۳×۱۰^{۹} جفت نوکلئوتید است. جهت ذخیره نمودن اطلاعات ژنوم انسانی به چند لوح فشرده نیاز است؟

۲۳- تشکیل یک پروتئین دای‌مر را از مونومرهایش در نظر بگیرید:

$$۲\,P \rightarrow P_{۲}$$

---

[۴] Pitch
[۵] Compact Disc

در $25\ ^{\circ}C$ انتالپی و انتروپی استاندارد تشکیل دای‌مر به ترتیب $17\ kJ.mol^{-1}$ و $65\ J.K^{-1}$ می‌باشد.
الف) آیا تشکیل پروتئین دای‌مر از مونومرهایش در این دما مطلوب است؟
ب) پایین آوردن دما چه تاثیری بر فرآیند دای‌مریزاسیون این پروتئین دارد؟
ج) چه نتیجه‌گیری کلی می‌توانید در مورد آنزیم‌های به اصطلاح "سرما- ناپایدار" بیان کنید؟

۲۴- تجمعات هموگلوبین‌های داسی‌شکل در دمای بدن (در شرایط خاص) تشکیل می‌شوند و با پایین آوردن دما، این تجمعات از هم گسسته می‌شوند. چرا؟

۲۵- یک پروتئین غیرطبیعی شده حاوی ده باقی مانده سیستئین می باشد. اگر پروتئین طبیعی دارای پنج پیوند دی سولفیدی باشد، پس از اکسیداسیون چه کسری از مولکول ها به طور تصادفی اتصالات دی سولفیدی صحیح را تشکیل خواهند داد؟

۲۶- در یک آزمایش اتصالی، غلظت آنزیم در μM ۱۱ ثابت نگاه داشته‌شده و غلظت مهارکننده متغیر بوده است. نتایج بدست آمده به صورت زیر است:

$[I]_{Total}$	۵/۲	۱۰/۴	۱۵/۶	۲۰/۸	۳۱/۲	۴۱/۶	۶۲/۴
$[I]_{Free}$	۲/۳	۴/۸	۷/۹۵	۱۱/۳	۱۸/۹	۲۷/۴	۴۵/۸

ثابت تفکیک کمپلکس آنزیم-مهارکننده و تعداد جایگاه‌های اتصال مهارکننده در ساختمان آنزیم را تعیین نمایید.

۲۷- Mg^{2+} و ADP یک کمپلکس ۱:۱ تشکیل می‌دهند. در یک آزمایش اتصالی، غلظت ADP در μM ۸۰ ثابت نگاه داشته شده و غلظت Mg^{2+} متغیر بوده است. نتایج حاصله به صورت زیر می‌باشد:

$[Mg^{+2}]_{Total}$ (μM)	۲۰	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۴۰۰
$[Mg^{+2}]_{Bound}$ (μM)	۱۱/۶	۲۶/۰	۴۲/۷	۵۲/۸	۵۹/۰	۶۹/۵

ثابت تفکیک کمپلکس Mg–ADP را در این شرایط تعیین نمایید.

۲۸- درآزمایش‌های اتصالی اگر یک جزء در مقادیر اضافی[۶] نسبت به جزء دیگر حضور داشته باشد، شرایط ساده‌تر می‌شود. به عنوان مثال، فرض کنید که $[P] = ۱\ \mu M$ و $[L] = ۵۰۰-۵۰\ \mu M$ باشد. در این صورت، در حین تیتراسیون مقدار بسیار کمی از L کل به P متصل می‌شود و می‌توان غلظت L_{Free} را با غلظت L_{Total} یکسان گرفت، یعنی $[L]_{Free}=[L]_{Total}$. در این حالت معادلات اتصالی به شکل زیر در خواهد آمد:

$$\frac{۱}{Y}=۱+\frac{K_d}{[L]_{Total}} \qquad \text{و} \qquad \frac{Y}{[L]_{Total}}=\frac{۱}{K_d}-\frac{Y}{K_d}$$

از این ساده‌سازی غالبا در مطالعات سینتیک آنزیمی استفاده می‌شود. در این مطالعات، غلظت سوبسترا خیلی بیشتر از غلظت آنزیم در نظر گرفته می‌شود یعنی $[S]_{Total}=[S]_{Free}$.

حال تعادل زیر را با ثابت تفکیک K_S در نظر بگیرید:

$$E + S \leftrightarrow ES$$

کسر آنزیم موجود در کمپلکس ES چقدر است اگر،

الف) $[S]_{Total} = ۱۵۰\ \mu M$، $[E]_{Total} = ۱۰۰\ \mu M$ و $K_S = ۵۰ \times ۱۰^{-۶}\ M$ باشد.

ب) $[S]_{Total} = ۱۵۰\ \mu M$، $[E]_{Total} = ۱\ \mu M$ و $K_S = ۵۰ \times ۱۰^{-۶}\ M$ باشد.

۲۹- اتصال سوبسترای ADP به آنزیم پیرووات کیناز توسط اندازه‌گیری خاموش‌شدن فلوئورسانس آنزیم مورد مطالعه قرار گرفته و نتایج زیر بدست آمده است:

$[ADP]_{Total}$ (mM)	۰/۲۹	۰/۳۶	۰/۴۲	۰/۵۳	۰/۸۴	۱/۱۸	۱/۸۹
ADP_{Bound}/mole protein	۱/۲۵	۱/۳۵	۱/۶۲	۱/۸۲	۲/۲۶	۲/۶۲	۳/۰۳

غلظت آنزیم در حین تیتراسیون $۴\ \mu M$ بوده است. تعداد جایگاه‌های اتصال سوبسترا در ساختمان آنزیم و ثابت تفکیک کمپلکس را با استفاده از این داده‌ها بیابید.

[۶] Excess

۳۰- اگر اتصال یک لیگاند به یک ماکرومولکول خیلی محکم باشد، می‌توان تعداد جایگاه‌های اتصال لیگاند را به وسیله روش تیتراسیون مستقیم بدست آورد. در اتصال محکم[۷] فرض بر این است که اگر تعداد مولکول‌های لیگاند اضافه‌شده به ماکرومولکول کمتر از تعداد کل جایگاه‌های اتصال موجود در ماکرومولکول باشد، هر مولکول لیگاند به ماکرومولکول متصل خواهد شد. همچنین اگر تعداد لیگاند اضافه‌شده افزون بر تعداد جایگاه‌های اتصال (n) باشد، آنگاه تمامی جایگاه‌های اتصال اشغال شده و لیگاندهای اضافی به صورت متصل‌نشده در محلول باقی خواهند ماند. با استفاده از غلظت لیگاند اضافه شده که در آن غلظت برخی از مولکول‌های لیگاند به صورت متصل‌نشده باقی مانده‌اند، می‌توان تعداد جایگاه‌های اتصال را اندازه‌گیری نمود. وقتی که اتصال خیلی محکم است، روش ساده تعیین n به صورت رسم نمودار تغییرات غلظت لیگاند آزاد (اضافی) در مقابل تغییرات غلظت لیگاند افزوده شده است. مثال چنین موردی، اتصال یک هاپتن به آنتی‌بادی‌اش می‌باشد. غلظت آنتی‌بادی ۰/۵ μM بوده است. با استفاده از داده‌های زیر، تعداد جایگاه‌های اتصال در آنتی‌بادی را بیابید.

$[Hapten]_{Added}$ (μM)	$[Hapten]_{Free}$ (μM)
۰	۰
۰/۲۵	۰/۰۲
۰/۵۰	۰/۰۳
۰/۷۵	۰/۰۴
۱/۰۰	۰/۰۵
۱/۵	۰/۵
۲/۰	۱/۰
۵/۰	۴/۰

۳۱- واکنش آنتی‌ژن-آنتی‌بادی نمونه‌ای از اتصال بسیار محکم است. اطلاعات زیر از یک آزمایش اتصالی بدست آمده که در آن غلظت آنتی‌بادی ۱ μM بوده است:

$[Antigen]_{Added}$ (μM)	۰/۵۰	۱/۰	۱/۵	۲/۰	۲/۵	۳/۰
$[Antigen]_{Free}$ (μM)	۰/۰۱۵	۰/۰۲۵	۰/۰۳۵	۰/۰۵	۰/۵	۱/۰

[۷] Tight Binding

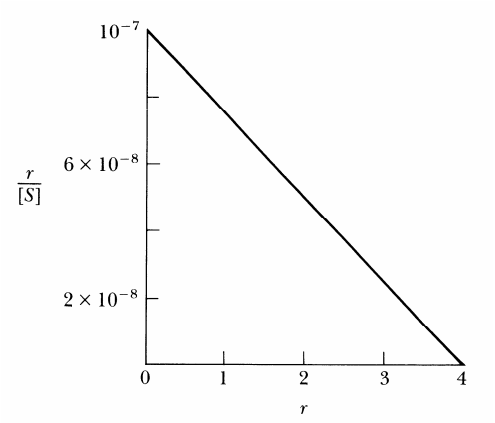
در هر مولکول آنتی‌بادی چند جایگاه اتصال برای آنتی‌ژن وجود دارد؟

۳۲- پروتئین P دارای دو جایگاه اتصال یکسان برای مولکول A است. شکل پروتئین وابسته به pH می‌باشد به نحوی که اگر pH تغییر کند، تمایل پروتئین P نسبت به مولکول A نیز تغییر می‌کند ولی تعداد جایگاه‌های مستعد اتصال، ثابت باقی می‌ماند. نمودارهای اسکاچارد بدست آمده در مقادیر متفاوت pH چه فرقی با یکدیگر خواهند داشت؟

۳۳- داده های زیر از اتصال لیگاند Mn^{2+} به آنزیم فسفریلاز a بدست آمده است:
غلظت آنزیم ۱۰۰ µM است. n و K را بدست آورید.

$[Ligand]_{Total}$ (µM)	$[Ligand]_{Bound}$ (µM)
۱۱۰	۷۵
۱۹۰	۱۲۵
۲۹۰	۱۷۵
۵۰۰	۲۵۰
۷۵۰	۳۰۰

۳۴- حدس‌زده می‌شود که آنزیم E از چندین زیرواحد تشکیل شده باشد ولی هیچ گزارشی در مورد تعداد و یا یکسان بودن زیرواحدهای آن در دست نیست. در یک مطالعه پیوندی، اتصال سوبسترای S به آنزیم E مورد بررسی قرار گرفته و بر اساس داده‌های این مطالعه، نمودار اسکاچارد زیر رسم شده که در آن $r = [S]_{Bound} / [E]_{Total}$ می‌باشد.



الف) چه نظری در مورد ساختمان پروتئین دارید؟

ب) K_d اتصال چقدر است؟

۳۵- اتصال لیگاند B به یک پروتئین مورد مطالعه قرار گرفته است. غلظت پروتئین، mM ۱ می‌باشد. اطلاعات بدست آمده در جدول زیر نشان داده شده است:

$[B]_{Added}$ (M)	$[B]_{Bound}$ (M)
۰/۰۱	۵×۱۰^{-۶}
۰/۰۲	$۳/۳ \times ۱۰^{-۳}$
۰/۰۵	$۳/۷۸ \times ۱۰^{-۳}$
۰/۰۷	$۴/۷۲ \times ۱۰^{-۳}$
۰/۱	$۴/۹۵ \times ۱۰^{-۳}$
۰/۲	۵×۱۰^{-۳}
۰/۵	۵×۱۰^{-۳}

الف) با رسم نمودار هیل، تعیین کنید آیا اتصال متعاون است؟

ب) تعداد جایگاه اتصال و مقدار K_d را تعیین نمایید.

۳۶- انرژی تابش الکترومغناطیسی با طول موج ۵۸۹ nm بر حسب J و erg چقدر است؟

۳۷- انرژی تابش‌های الکترومغناطیس زیر را بر حسب $kJ.mol^{-1}$ و $kcal.mol^{-1}$ محاسبه نمایید.

الف) λ = ۲۸۰ nm (UV Absorption)

ب) λ = ۵۰۰ cm (NMR Absorption)

۳۸- جذب الف) یک محلول ۱ mM از NADH و ب) یک محلول ۱ µM از NADH در ۳۴۰nm در یک سل با پهنای ۱ cm چقدر است اگر، $\varepsilon = ۶/۲۲ \times ۱۰^{۶}\ cm^{۲}.mol^{-۱}$ باشد. درصد نور عبور کرده را در هر دو حالت محاسبه نمایید.

۳۹- اسپکتروفتومتری بهترین نتایج را خواهد داشت اگر شدت نور خروجی بین ۱۰٪ تا ۹۰٪ شدت نور ورودی باشد ولی صحیح‌ترین اندازه‌گیری‌ها وقتی امکان‌پذیر است که شدت نور خروجی ۵۰٪ شدت نور ورودی باشد. مقدار جذب را در هریک از این حالت‌ها حساب کنید.

۴۰- با چه فاکتوری باید یک محلول NADH ۱ mM را رقیق کرد تا بتوان جذب آن را در ۳۴۰ nm به طور صحیح اندازه‌گیری نمود؟ پهنای مسیر عبور نور ۱/۰ cm و $\varepsilon = ۶/۲۲ \times ۱۰^{۶}\ cm^{۲}.mol^{-۱}$ می‌باشد.

۴۱- جذب یک محلول حاوی NAD^{+} و NADH در ۳۴۰ nm، ۰/۲۱ و در ۲۶۰nm، ۰/۸۵ است. پهنای مسیر عبور نور ۱ cm می‌باشد. ضریب جذب مولی NAD^{+} و NADH در ۲۶۰ nm، برابر $۱/۸۰ \times ۱۰^{۷}\ cm^{۲}.mol^{-۱}$ و ضریب جذب مولی NADH در ۳۴۰ nm، $۶/۲۲ \times ۱۰^{۶}\ cm^{۲}.mol^{-۱}$ است (NAD^{+} در ۳۴۰ nm جذب ندارد). غلظت NADH و NAD^{+} را در این محلول محاسبه نمایید.

۴۲- ارتو- نیترو تایروزینات که از یونیزاسیون ارتو- نیترو تایروزین بوجود می‌آید، زرد رنگ است و نور را در λ_{max} = ۴۲۸ nm جذب می‌کند. داده‌های تیتراسیونی زیر از تیتراسیون (الف) نیترو تایروزین آزاد و (ب) گروه نیترو تایروزین موجود در نمونه‌ای از آنزیم گلوتامات دهیدروژناز (GDH) بدست آمده است:

(الف)		(ب)	
pH	$\varepsilon_{۴۲۸\ (M^{-۱}cm^{-۱})\times ۱۰^{-۵}}$ نیترو تایروزین آزاد	pH	$\varepsilon_{۴۲۸\ (M^{-۱}cm^{-۱})\times ۱۰^{-۵}}$ آنزیم نیتراته شده
۴/۶	۱/۶	۵/۶	۲/۰
۵/۴	۳/۶	۶/۴	۳/۸
۶/۰	۷/۰	۷/۲	۷/۶
۶/۰	۱۶/۰	۷/۸	۱۶/۰
۷/۰	۲۷/۶	۸/۲	۲۸/۰
۷/۵	۳۷/۰	۸/۸	۳۴/۶
۸/۶	۴۱/۰	۹/۶	۳۷/۶
۱۰/۰	۴۲/۰	۱۰/۸	۳۹/۰

الف) مقادیر pK_a نیترو تایروزین را در دو حالت تعیین نمایید.

ب) علت تفاوت دو pK_a بدست آمده را شرح دهید.

۴۳- جذب یک نمونه (Enzyme + AMP) در ۲۸۰ nm، ۰/۴۶ و در ۲۶۰ nm، ۰/۵۸ می‌باشد. با استفاده از داده‌های زیر غلظت آنزیم و AMP را محاسبه نمایید. پهنای مسیر عبور نور ۱ cm است.

AMP	Enzyme
$\varepsilon_{۲۸۰} = ۲/۴ \times ۱۰^{۶}\ cm^{۲}.mol^{-۱}$	$\varepsilon_{۲۸۰} = ۲/۹۶ \times ۱۰^{۷}\ cm^{۲}.mol^{-۱}$
$\varepsilon_{۲۶۰} = ۱/۵ \times ۱۰^{۷}\ cm^{۲}.mol^{-۱}$	$\varepsilon_{۲۶۰} = ۱/۵۲ \times ۱۰^{۷}\ cm^{۲}.mol^{-۱}$

۴۴- یک مولکول دارای یک پیک جذبی IR در $۲۹۸۹\ cm^{-۱}$ است.

الف) طول موج انتقال را بر حسب نانومتر محاسبه نمایید.

ب) فرکانس انتقال ارتعاشی مربوطه را محاسبه نمایید.

ج) انرژی این انتقال بر حسب $kJ.mol^{-۱}$ چقدر است؟

۴۵- ضریب جذب مولی بنزن در ۲۶۰ nm، $۱۰۰\ M^{-۱}.cm^{-۱}$ می‌باشد.

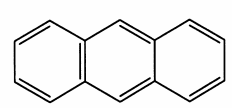
الف) چرا ضریب جذب بنزن اینقدر کم است؟

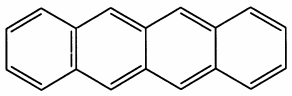
ب) چه غلظتی از بنزن در یک کووت با پهنای ۱/۰ cm جذبی معادل ۱/۰ خواهد داشت؟
ج) چه غلظتی از بنزن اجازه عبور ۱٪ از نور عبورکرده در ۲۶۰ nm را در یک کووت با پهنای ۱/۰ cm خواهد داد؟
د) اگر چگالی بنزن مایع $0/8\ g.cm^{-3}$ باشد، چه ضخامتی از بنزن در ۲۶۰ nm جذبی معادل ۱/۰ خواهد داشت؟

۴۶- ماده‌ای با جرم مولی $423\ g.mol^{-1}$ در بافر حل شده و غلظت محلول آن $32\ \mu g.ml^{-1}$ می‌باشد. جذب این محلول در ۵۴۰ nm، ۰/۲۷ است.
الف) ضریب جذب مولی این ماده در این طول موج چقدر است؟ ب) در ۵۸۰ nm چطور؟

۴۷- فرض کنید دو محلول از اسیدهای آمینه تایروزین و ایزولوسین به طور جداگانه تهیه کرده‌اید ولی نمی‌دانید که کدام محلول در کدام شیشه است (فراموش کرده‌اید که روی شیشه‌ها برچسب بزنید). با چه اندازه‌گیری طیفی می‌توانید محلول‌ها را از یکدیگر تشخیص دهید؟

۴۸- آنتراسن بی‌رنگ ولی تتراسن نارنجی روشن است. چرا؟


Anthracene


Tetracene

۴۹- خطوط D زرد سدیم از یک دابلت در ۵۸۹/۰nm و ۵۸۹/۶ nm تشکیل شده است. اختلاف انرژی بین این دو خط را بر حسب J محاسبه کنید.

۵۰- محلولی از مولکول (A) دارای $OD_{۲۶۰} = ۰/۴۵$ و $OD_{۴۵۰} = ۰/۰۳$ است. محلولی از مولکول دیگر (B) دارای $OD_{۲۶۰} = ۰/۰۰۴$ و $OD_{۴۵۰} = ۰/۸۱$ است. ۲ ml از محلول حاوی مولکول A را با ۱ml از محلول حاوی مولکول B مخلوط کرده‌ایم. مخلوط حاصل دارای چگالی نوری به شرح $OD_{۲۶۰} = ۰/۳۰$ و $OD_{۴۵۰} = ۰/۴۶$ است.
الف) آیا میان‌کنشی بین مولکول‌های A و B صورت گرفته است؟ شرح دهید.
ب) جهت نتیجه‌گیری چه فرضی باید بکنید؟

۵۱- تایروزین و تریپتوفان دارای خواص طیفی زیر می‌باشند:

طول موج (nm)	ε_{Tyr} ($M^{-1}.cm^{-1}$)	ε_{Trp} ($M^{-1}.cm^{-1}$)
۲۴۰	۱۱۳۰۰	۱۹۶۰
۲۸۰	۱۵۰۰	۵۴۰۰

یک نمونه ۱۰ میلی‌گرمی پروتئین به اسیدهای آمینه سازنده‌اش هیدرولیز شده و تا ۱۰۰ ml رقیق گردیده است. جذب این محلول در ۲۴۰ nm و در یک کووت با پهنای ۱/۰ cm، ۰/۷۱۷ و در ۲۸۰ nm، ۰/۲۳۹ می‌باشد. مقدار تایروزین و تریپتوفان این محلول را بر حسب $\mu mol.g^{-1}$ پروتئین تخمین بزنید.

۵۲- یک پروتئین دارای یک تریپتوفان و یک تایروزین منفرد می‌باشد. وقتی محلول ۱۰۰ $\mu g.ml^{-1}$ این پروتئین در محلول ۲۰٪ اتیلن گلایکول قرار می‌گیرد، λ_{max} و ε آن در مقایسه با مقادیر بدست آمده در محلول ۰/۱ M NaCl افزایش می‌یابد. همچنین اگر محلول پروتئین در ۰/۱ M NaCl به غلظت ۱۰ mg/ml تغلیظ شود، λ_{max} و ε آن افزایش می‌یابند. با این‌حال، اتیلن گلایکول افزوده شده به محلول پروتئین در این غلظت بالا تاثیری بر λ_{max} و ε مشاهده شده ندارد. این مشاهدات را تفسیر نمایید.

۵۳- فعالیت آنزیم کراتین کیناز (CK) غالبا با استفاده از سیستم تزویج شده زیر مورد سنجش قرار می‌گیرد:

$$\text{Creatine} + \text{ATP} \rightarrow \text{Creatine} - p_i + \text{ADP}$$

$$\text{ADP} + \text{Phosphoenolpyruvate} \rightarrow \text{ATP} + \text{Pyruvate}$$

$$\text{Pyruvate} + \text{NADH} \rightarrow \text{Lactate} + NAD^+$$

اکسیداسیون NADH به NAD^+ در ۳۴۰ nm تعقیب می‌شود. در یک کووت با پهنای ۱/۰ cm جذب محلول ۱ mM NADH، ۶/۲۲ می‌باشد.

الف) ۰/۰۲۰ میلی‌لیتر از محلول کراتین کیناز (۸۰ μg/ml) در ۲۹۸ K به ۱/۰ ml از مخلوط سنجش (که حاوی تمامی سوبستراها، کوفکتورها و آنزیم تزویج‌کننده در مقادیر اشباعی می‌باشد) در یک کووت با پهنای ۱/۰ cm افزوده شده است. کاهش در جذب ۳۴۰ nm، ۰/۵۲ در دقیقه می‌باشد. فعالیت

محلول آنزیم کراتین کیناز بر حسب میکرو مول سوبسترای مصرفی در دقیقه به ازای میلی‌گرم آنزیم موجود چقدر است؟

ب) از این سیستم سنجش همچنین می‌توان برای تعیین غلظت محلول‌های کراتین استفاده نمود. برای مثال، یک محلول ذخیره کراتین با فاکتور ۵۰ در یک مخلوط سنجش رقیق شده است. پس از افزودن کراتین کیناز، جذب در ۳۴۰ nm به اندازه ۰/۸ کاهش یافته است. با فرض این که تعادل کراتین کیناز کاملا به سمت راست باشد، غلظت کراتین موجود در محلول ذخیره را محاسبه نمایید.

۵۴- آنزیم گلوتامات دهیدروژناز واکنش زیر را کاتالیز می‌کند:

$$\text{Glutamate} + NAD^+ + H_2O \leftrightarrow \alpha\text{-Ketoglutarate} + NADH + NH_4^+$$

غلظت اولیه گلوتامات و NAD^+ به ترتیب، ۲۰ و ۱ mM بوده است. واکنش در بافر فسفات ($pH = ۷/۰$) انجام شده و غلظت NADH توسط اندازه‌گیری جذب آن تعیین گردیده است. در یک کووت با پهنای ۱/۰ cm، جذب در ۳۴۰ nm افزایش یافته و به مقدار ثابت ۰/۵۶۱ رسیده است. ثابت تعادل ظاهری این واکنش را محاسبه نمایید. (ضریب جذب مولی NADH در ۳۴۰ nm معادل $۶/۲۲\ mM^{-1}cm^{-1}$ می‌باشد).

۵۵- برای انتقالات زیر، توزیع بولتزمن حالت تهییج شده نسبت به حالت پایه در $۲۷\ ^\circ C$ را محاسبه نمایید:

الف) یک انتقال الکترونی در ۵۲۰ nm

ب) یک انتقال ارتعاشی در $۱۶۰۰\ cm^{-1}$

ج) یک انتقال اسپین در ۱۲۵ MHz

۵۶- $۱۵۰۰۰\ cm^{-1}$ را به طول موج (nm) و فرکانس (Hz) تبدیل نمایید.

۵۷- ۴۵۰ nm را به عدد موجی و فرکانس تبدیل نمایید.

۵۸- یک جسم ۵۰۰ گرمی که از انتهای یک نوار لاستیکی آویزان شده است، فرکانس ارتعاشی برابر با ۴/۲ Hz دارد. ثابت نیروی نوار لاستیکی را محاسبه نمایید.

۵۹- فرکانس اصلی ارتعاش مونواکسید کربن $۲۱۴۳/۳\ cm^{-۱}$ است. ثابت نیروی پیوند کربن- اکسیژن را محاسبه نمایید.

۶۰- کدامیک از مولکول‌های زیر دارای فرکانس اصلی ارتعاشی بالاتری است؟
HD، $D_۲$ و $H_۲$

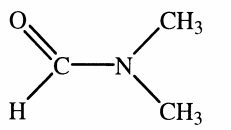
۶۱- سیگنال NMR یک ترکیب به اندازه ۲۴۰ Hz در میدان پایین تر پیک TMS قرار دارد. اسپکترومتر به کار برده شده در ۶۰ MHz کار می‌کند. جابجایی شیمیایی این ترکیب را بر حسب ppm نسبت به TMS محاسبه نمایید.

۶۲- اسپکتروسکوپی های NMR و ESR چه تفاوت یا تفاوت های اساسی با دیگر شاخه های اسپکتروسکوپی دارند؟

۶۳- رادیکال متیل ($\cdot CH_۳$) مسطح است. چند خط در طیف ESR رادیکال متیل و رادیکال $\cdot CD_۳$ مشاهده می‌شود؟

۶۴- الف) در طیف ESR آنیون رادیکال بنزن و نفتالین چند خط مشاهده می‌شود؟
ب) چگونه می‌توانید با استفاده از استخلاف ایزوتوپیک، ثابت‌های شکافته شدن هایپرفاین را در نفتالین از یکدیگر تشخیص دهید؟

۶۵- طیف NMR ترکیب N و 'N-دی‌متیل فرمآمید در $۲۵\ ^\circ C$ دو پیک مربوط به گروه‌های متیل را نشان می‌دهد. در دمای $۱۳۰\ ^\circ C$ تنها یک پیک مربوط به پروتون‌های متیل مشاهده می‌شود. چرا؟



۶۶- طیف IR کمپلکس هموگلوبین−CO یک پیک در حدود $1950\ cm^{-1}$ نشان می‌دهد که مربوط به فرکانس ارتعاشی گروه کربونیل است.
الف) این فرکانس را با فرکانس پایه CO آزاد که برابر $2143/3\ cm^{-1}$ است، مقایسه نموده و علت را شرح دهید.
ب) این فرکانس را به $kJ.mol^{-1}$ تبدیل کنید.
ج) از این که تنها یک بند جذبی در طیف IR این کمپلکس مشاهده می‌شود چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

۶۷- یک دستگاه اولتراسانتریفوژ با سرعت $60000\ rpm$ می‌چرخد.
الف) مقدار ω را بر حسب رادیان بر ثانیه محاسبه نمایید.
ب) شتاب سانتریفوگال (که توسط $r\omega^2$ داده می‌شود) را در فاصله $7/4\ cm$ از مرکز دوران محاسبه نمایید.
ج) مقدار g را محاسبه کنید.

۶۸- بسته به شرایط آزمایشی، اندازه‌گیری جرم مولکولی هموگلوبین در یک محلول آبی ممکن است نشان‌دهنده مونو دیسپرس و یا پلی دیسپرس بودن محلول باشد. چرا؟

۶۹- الف) چگونه ضریب ته‌نشین‌سازی (s) بستگی به جرم یک پروتئین (با فرض کروی بودن) دارد؟
ب) سرعت ته‌نشین‌سازی دو پروتئین با جرم‌های مولکولی ۷۰۰۰۰ و ۳۵۰۰۰ را مقایسه کنید.

۷۰- یک پروتئین با $\bar{\nu} = 0/74\ ml.g^{-1}$ در آب $20\ ^\circ C$ ته‌نشین می‌شود. اگر $s_{20,w} = 3/0 \times 10^{-13}\ s$ و $D = 1/5 \times 10^{-6}\ cm^2.s^{-1}$ باشد، جرم مولکولی پروتئین چقدر است؟ چگالی محلول $0/998\ g.ml^{-1}$ می‌باشد.

۷۱- در یک آزمایش ته‌نشین‌سازی تعادلی که در $293\ K$ انجام شده، داده‌های زیر برای یک پروتئین بدست آمده است:
$\rho = 1/1\ g.ml^{-1}$ ، $\bar{\nu} = 0/71\ ml.g^{-1}$ ، $s = 2/15 \times 10^{-13}\ s$ و $\omega = 19000\ rpm$
غلظت های نسبی در فاصله های r_1 و r_2 از مرکز چرخش، ($r_1 = 5/95\ cm$) $c_1 = 4/72$ و ($r_2 = 6/23\ cm$) $c_2 = 12/98$ بوده است. جرم مولکولی این پروتئین چقدر است؟

۷۲- حل کردن یک میلی‌گرم گلوکز در آب و یا در محلول ۱۰٪ گلیسرول موجب ویسکوزیته نسبی بزرگتری می‌شود؟

۷۳- ویسکوزیته ذاتی آنزیم رایبونوکلئاز در $20\ ^\circ C$، برابر ۳/۴ و در $50\ ^\circ C$، برابر ۶ می‌باشد. در مورد تغییر در ساختمان این آنزیم چه اظهار نظری می‌توان نمود؟

۷۴- در $pH = 6/5$، تحرک الکتروفورزی کربوکسی‌هموگلوبین $2/23 \times 10^{-5}\ cm^2.s^{-1}.V^{-1}$ و تحرک الکتروفورزی کربوکسی‌هموگلوبین داسی شکل $2/63 \times 10^{-5}\ cm^2.s^{-1}.V^{-1}$ است. اگر شیب پتانسیل $0/5\ V.cm^{-1}$ باشد، چه مدت زمان برای جدا شدن این دو پروتئین به اندازه $1/0\ cm$ لازم است؟

۷۵- در یک مطالعه الکتروفورز بر روی یک محلول آبی پروتئین، دو گونه با جرم‌های مولکولی ۶۰۰۰۰ و ۳۰۰۰۰ یافت شده‌اند. محلول حاوی ۱/۸۵٪ (وزنی) پروتئین است. اگر کسر پروتئین بزرگتر ۷۰٪ باشد، مقادیر $\overline{M}_n$ و $\overline{M}_w$ را محاسبه نمایید.

۷۶- تحرک الکتروفورزی نسبی چندین کمپلکس پروتئین–SDS در یک ژل پلی‌آکریل‌آمید به صورت زیر است:

پروتئین	جرم مولکولی ($g.mol^{-1}$)	تحرک نسبی
مایوگلوبین	۱۷۲۰۰	۰/۹۵
تریپسین	۲۳۳۰۰	۰/۸۲
آلدولاز	۴۰۰۰۰	۰/۵۹
فوماراز	۴۹۰۰۰	۰/۵۰
کربونیک انیدراز	۲۹۰۰۰	۰/۷۳

الف) نمودار لگاریتم جرم مولکولی در مقابل تحرک نسبی را رسم نمایید.

ب) اگر در همین شرایط آزمایشی، تحرک نسبی کراتین کنیاز ۰/۶۰ باشد، جرم مولکولی آن چقدر است؟

ج) چرا جرم مولکولی بدست آمده از الکتروفورز با جرم مولکولی بدست آمده از اولتراسانتریفوگاسیون ($80000\ g.mol^{-1}$) متفاوت است؟