

267F

کد کنترل

267

F

# آزمون (نیمه‌متمرکز) ورود به دوره‌های دکتری - سال ۱۴۰۱

دفترچه شماره (۱)

صبح جمعه ۱۴۰۰/۱۲/۶



«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.»  
امام خمینی (ره)

جمهوری اسلامی ایران  
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
سازمان سنجش آموزش کشور

## رشته بیوشیمی (کد ۲۲۲۷)

جدول مواد امتحانی، تعداد، شماره سؤال‌ها و زمان پاسخ‌گویی

زمان پاسخ‌گویی	تا شماره	از شماره	تعداد سؤال	مواد امتحانی
۱۵۰ دقیقه	۱۰۰	۱	۱۰۰	مجموعه دروس تخصصی: - بیوشیمی - بیوفیزیک - میکروبیولوژی - ژنتیک - زیست‌شناسی سلولی و مولکولی - ساختار ماکرومولکول‌های زیستی - آنزیم‌شناسی - تنظیم متابولیسم - روش‌های بیوفیزیک و بیوشیمی

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤال‌ها به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و یا متخلفان بر این مقررات رفتار می‌شود.

\* متقاضی گرامی، وارد نکردن مشخصات و امضا در کادر زیر، به منزله غیبت و حضور نداشتن در جلسه آزمون است.

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... با شماره داوطلبی کامل، یکسان بودن شماره‌های سندلی خود را با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخ‌نامه و دفترچه سؤال‌ها، نوع و کد کنترل درج شده بر روی دفترچه سؤال‌ها و پایین پاسخ‌نامه‌ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

۱- فروکتوز ۲ و ۶- بیس فسفات فعال‌کننده آلوستریک کدام آنزیم کبدی است؟

(۱) گلوکوکیناز (۲) پیرووات کربوکسیلاز

(۳) فسفو فروکتوکیناز- ۱ (۴) فروکتوز ۱ و ۶- بیس فسفاتاز

۲- کدام گزینه در مورد بیماری کم‌خونی داسی‌شکل (Sickle-cell anemia) درست است؟

(۱) ناشی از جهش گلوتامات به والین در زنجیره بتا هموگلوبین است.

(۲) در این بیماری خصوصیات اکسی هموگلوبین دستخوش تغییر می‌شود.

(۳) ناشی از اتصال زنجیره‌های مولکول‌های هموگلوبین از طریق زنجیره‌های آلفا است.

(۴) در این بیماری خصوصیات اکسی هموگلوبین و داکسی هموگلوبین دستخوش تغییر می‌شود.

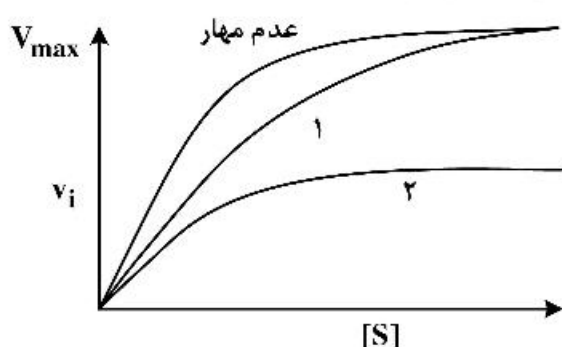
۳- در شکل زیر، منحنی‌های ۱ و ۲ به ترتیب کدام نوع مهار آنزیمی را نشان می‌دهد؟

(۱) غیررقابتی - رقابتی

(۲) غیررقابتی - نارقابتی

(۳) رقابتی - غیررقابتی

(۴) رقابتی - نارقابتی



۴- کدام گزینه در مورد اثر آنزیم هلیکاز بر DNA صحیح است؟

(۱) با انرژی حاصل از هیدرولیز ATP عمل می‌کند و موجب هیپرکرومیسم (افزایش جذب) می‌شود.

(۲) با انرژی حاصل از هیدرولیز ATP عمل می‌کند و موجب هیپوکرومیسم (کاهش جذب) می‌شود.

(۳) بدون هیدرولیز ATP عمل می‌کند و موجب هیپرکرومیسم (افزایش جذب) می‌شود.

(۴) بدون هیدرولیز ATP عمل می‌کند و موجب هیپوکرومیسم (کاهش جذب) می‌شود.

۵- تفاوت کیتین و سلولز کدام است؟

(۱) در یک پلیمر اتصال بین واحدهای قندی از نوع  $\alpha$  و در دیگری از نوع  $\beta$  است.

(۲) واحدهای قندی تشکیل‌دهنده یکی گلوکز و دیگری N استیل گلوکز آمین است.

(۳) در یک پلیمر نقش ساختاری و در دیگری نقش عملکردی دارد.

(۴) یکی رشته‌ای و دیگری دارای انشعاب است.

۶- کدام گزینه یک اثر لپید است؟

(۲) پروستاگلاندین

(۱) اسفنگومیلین

(۴) فاکتور فعال‌کننده پلاکت

(۳) taurocholic acid

- ۷- سلول زنده از دیدگاه ترمودینامیکی، یک سیستم ..... در حالت ..... است.
- (۱) باز - تعادلی (۲) بسته - تعادلی  
(۳) باز - غیرتعادلی (۴) بسته - غیرتعادلی
- ۸- براساس کدام نظریه، تاخوردگی (فولدینگ) پروتئین به‌عنوان یک مسئله جدی در زیست‌شناسی مولکولی مطرح شده است؟
- (۱) گر (Gore) (۲) لوینتال (Levinthal)  
(۳) آنفینزن (Anfinsen) (۴) چو - فاسمن (Chou-Fasman)
- ۹- کدام ماریچ از عناصر ساختار دوم پروتئین به دلیل حذف میانکنش‌های واندروالس از پایداری کمتری برخوردار است؟
- (۱) ماریچ  $\alpha$  (helix) (۲) ماریچ آلفا ( $\alpha$  - helix)  
(۳) رشته بتا ( $\beta$  - strand) (۴) ماریچ پای ( $\pi$  - helix)
- ۱۰- به شرط داشتن انرژی برابر و با زاویه تابش یکسان، کدام پرتو رادیواکتیو دارای عمق نفوذ بیشتری در بافت زنده است؟
- (۱) آلفا (۲) بتا (۳) پوزیترون (۴) نوترون
- ۱۱- پایداری پروتئین از طریق مطالعات ..... و با تعیین ..... مورد بررسی قرار می‌گیرد.
- (۱) ترمودینامیکی - ثابت سرعت (۲) ترمودینامیکی - ثابت تعادل  
(۳) سینتیکی - ثابت سرعت (۴) سینتیکی - ثابت تعادل
- ۱۲- در مبحث ساختار و توالی پروتئین، کدام گزینه از پارامترهای مهم در تعریف موتیف (motif) است؟
- (۱) تکرار شونده‌گی در ساختار پروتئین‌های مختلف (۲) قابلیت تاخوردگی و عملکرد مستقل  
(۳) قابلیت تاخوردگی مستقل (۴) قابلیت عملکرد مستقل
- ۱۳- کدام یک از گزینه‌های زیر در رابطه با ساختار کورونایروس‌ها صحیح است؟
- (۱) ویروس‌های بدون پوشش (nonenveloped) و دارای کپسید بیست وجهی (icosahedral)  
(۲) ویروس‌های بدون پوشش (nonenveloped) و دارای کپسید ماریچی (helical)  
(۳) ویروس‌های دارای پوشش (enveloped) و دارای کپسید بیست وجهی (icosahedral)  
(۴) ویروس‌های دارای پوشش (enveloped) و دارای کپسید ماریچی (helical)
- ۱۴- همه موارد زیر در مورد اجوانت‌ها (adjuvants) درست‌اند، به‌جز:
- (۱) باعث افزایش نیمه عمر آنتی‌ژن می‌شوند.  
(۲) باعث تحریک اختصاصی سیستم ایمنی می‌شوند.  
(۳) باعث آزادسازی تدریجی آنتی‌ژن از محل تزریق می‌شوند.  
(۴) به‌صورت غیراختصاصی می‌توانند باعث تحریک تکثیر لنفوسیت‌ها شوند.
- ۱۵- پدیده جذب احیایی نیترات توسط کدام عامل یا عوامل زیر انجام می‌شود؟
- (۱) ردوکتازهای نیترات (۲) هیدروکسیل آمین سنتاز  
(۳) آزوفردوکسین (۴) نیتروژنازها
- ۱۶- آرکی‌ها و یوکاریوت‌ها در کدام گزینه با یکدیگر شبیه‌اند؟
- (۱) اندازه ریبوزوم (۲) ساختار تاژک  
(۳) اسید آمینه شروع‌کننده سنتز پروتئین (۴) دارا بودن استرول در غشای سلولی

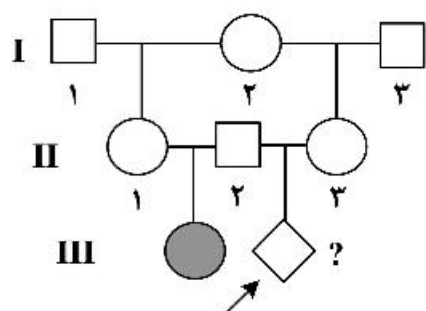
۱۷- همه موارد زیر در مورد استافیلوکوکوس اورئوس درست‌اند، به‌جز:

- (۱) با تولید انتروتوکسین در ایجاد مسمومیت غذایی شرکت می‌کند.
- (۲) در ایجاد سندرم فلسی شدن پوست با تولید سم اکسفولیاتیو شرکت می‌کند.
- (۳) با تولید کوآگولاز در عمل آنتی فاگوسیتیک سلول‌های دفاعی بدن مقابله می‌کند.
- (۴) در آزمایشگاه با توجه به حساسیت به املاح صفراوی و تست تورم کیسولی تعیین هویت می‌شود.

۱۸- مطابق تست‌های بیوشیمیایی، تفاوت *Salmonella*، *Shigella* و *E.coli* در چیست؟

- (۱) *Salmonella* و *E.coli* لاکتوز مثبت هستند ولی *Shigella* لاکتوز منفی است.
- (۲) *Salmonella* و *E.coli* لاکتوز منفی هستند ولی *Shigella* لاکتوز مثبت است.
- (۳) *Salmonella* و *Shigella* لاکتوز مثبت هستند ولی *E.coli* لاکتوز منفی است.
- (۴) *Salmonella* و *Shigella* لاکتوز منفی هستند ولی *E.coli* لاکتوز مثبت است.

۱۹- شجره زیر انتقال یک بیماری وابسته به X بسیار نادر را نشان می‌دهد. بیماری با ارث آتوزومی نهفته، با نفوذپذیری ۱۰۰ درصد منتقل می‌شود. همسر اول فرد ۲- II فرزندی مبتلا به دنیا می‌آورد و در هنگام زایمان می‌میرد. بیمار فرد ۲- II با خواهر ناتنی همسر اولش ۳- II ازدواج می‌کند. با توجه به باردار شدن این فرد احتمال ابتلای زاده وی چقدر است؟



$$\frac{1}{2} \quad (1)$$

$$\frac{1}{4} \quad (2)$$

$$\frac{1}{16} \quad (3)$$

$$\frac{1}{32} \quad (4)$$

۲۰- در مگس سرکه حامل سه ژن مجاور پیوسته X، Y و Z یک آمیزش سه نقطه‌ای انجام می‌شود. فاصله بین X تا Z، ۳۲٫۵ واحد نقشه (map unit) و فاصله X تا Y، ۲۰٫۵ واحد نقشه و ضریب همبستگی (coefficient coincidence) نیز ۰٫۸۸۶۰ است. نسبت نوترکیب‌های دوگانه در میان زاده‌های این آمیزش تقریباً چقدر است؟

$$6\% \quad (1)$$

$$8\% \quad (2)$$

$$12\% \quad (3)$$

$$16\% \quad (4)$$

۲۱- در یک فرد هتروزیگوت برای یک ژن مفروض اگر کراسینگ‌اور بین لوکوس این ژن و سانترومر کروموزوم رخ دهد، تفکیک آلل‌های این ژن در کدام مرحله از تقسیم میوز روی می‌دهد؟

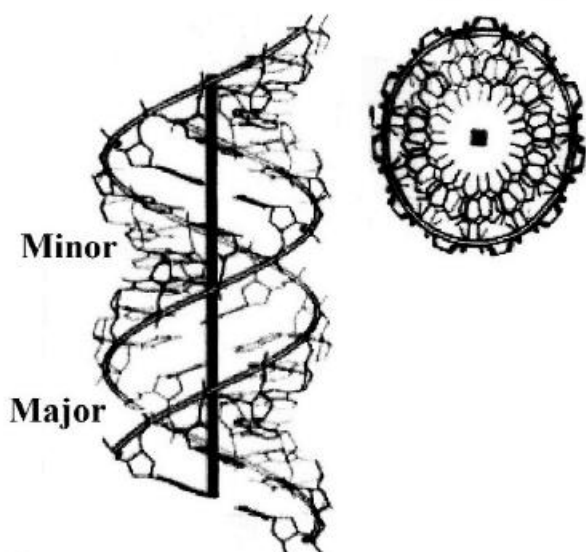
(۲) فقط در آنافاز II

(۱) فقط در آنافاز I

(۴) آلل‌ها در اینجا اصلاً از هم تفکیک نمی‌شوند.

(۳) در آنافاز I یا در آنافاز II

۲۲- تصویر شماتیک زیر، کدام یک از ساختارهای مولکول DNA را نشان می‌دهد؟



(۱) Z-DNA

(۲) C-DNA

(۳) B-DNA

(۴) A-DNA

۲۳- کدام دو گزینه در مورد تومور ساپرسورها و انکوژن‌ها درست‌اند؟

I. پروتو انکوژن‌ها از راه جهش کسب عملکرد، در حالی که تومور ساپرسور ژن‌ها با جهش از دست دادن عملکرد، به توسعه سرطان منجر می‌شوند.

II. پروتو انکوژن‌ها از راه جهش از دست دادن عملکرد، در حالی که ژن‌های تومور ساپرسور با جهش کسب عملکرد، به توسعه سرطان منجر می‌شوند.

III. جهش در هر دو آلل پروتو انکوژن برای القای سرطان لازم است، در حالی که جهش در یکی از دو آلل تومور ساپرسورها کفایت می‌کند.

IV. جهش در یکی از دو آلل در پروتو انکوژن‌ها برای القای سرطان کفایت می‌کند، در حالی که هر دو آلل جهش یافته تومور ساپرسورها برای پیشرفت سرطان ضروری‌اند.

(۴) II, III

(۳) I, IV

(۲) I, III

(۱) I, II

۲۴- در جدول زیر انواع RNA تولید شده در درون سلول (ستون الف) و اعمال آن‌ها (ستون ب) البته نه به ترتیب درست مطابق با ستون الف آمده است.

الف	ب
snRNAs (A)	(i) خاموش کردن بیان ژن از راه هدایت تخریب mRNA های منتخب
siRNAs (B)	(ii) تنظیم بیان ژن با سد کردن ترجمه mRNA های منتخب
miRNAs (C)	(iii) عملکرد در انواع فرایندها شامل پیرایش pre-mRNA
snoRNAs (D)	(iv) نقش در فرآوری و تغییرات شیمیایی tRNAs

در کدام گزینه ترکیبات جور و درست از گزاره‌های دو ستون آمده است؟

(۱) A - (iv), B - (i), C - (ii), D - (iii)

(۲) A - (iv), B - (ii), C - (i), D - (iii)

(۳) A - (iii), B - (ii), C - (i), D - (iv)

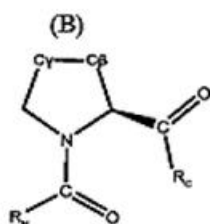
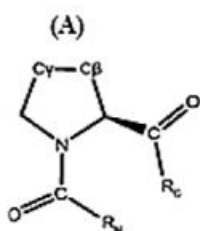
(۴) A - (iii), B - (i), C - (ii), D - (iv)

- ۲۵- همه عبارات زیر درست می‌باشند، به جز:
- (۱) پروفیلین به G-ADP اکتین متصل می‌شود و باعث جایگزینی ADP با ATP می‌شود.
  - (۲) تیموزین  $\beta_4$  به رشته F اکتین متصل شده و مانع فروپاشی آن می‌شود.
  - (۳) کوفیلین ترجیحاً به رشته‌های دارای ADP - اکتین متصل شده و باعث قطعه قطعه شدن آن‌ها می‌شود.
  - (۴) پروتئین CapZ به انتهای مثبت رشته اکتین متصل شده و از پلیمراسیون آن جلوگیری می‌کند.
- ۲۶- کدام گزینه در مورد عوامل مؤثر در رونویسی در یوکاریوت‌ها درست است؟
- (۱) DPE در همه پرموتورهای کلاس ۲ قرار دارد.
  - (۲) TATA box توسط TFIIB شناسایی می‌شود.
  - (۳) GC box و CAT box جزء عناصر دور از پرموتر هستند.
  - (۴) در یوکاریوت‌ها terminator برای توقف RNAII پلیمرز وجود ندارد.
- ۲۷- کدام یک از پروسه‌های زیر در گذر از متافاز به آنافاز در میتوز مورد واریسی سیستم کنترل چرخه سلولی می‌شود؟
- (۱) اتمام همانندسازی ماده ژنتیکی
  - (۲) اتصال کروموزوم‌ها به میکروتوبول‌های دوکی و ایجاد کشش
  - (۳) شرایط محیطی مناسب برای رشد سلول در  $G_1$
  - (۴) ردیف شدن کروموزوم‌ها و تشکیل صفحه متافازی
- ۲۸- بر روی رشته کدکننده یک مولکول DNA، ردیف نوکلئوتیدی 3'-ACT-5' وجود دارد. آنتی‌کدون و کدون متناظر آن به ترتیب از راست به چپ در کدام گزینه نشان داده شده است؟
- (۱) 5'-UCA-3' و 5'-UGA-3'
  - (۲) 5'-UCA-3' و 5'-AGU-3'
  - (۳) 5'-ACU-3' و 5'-AGU-3'
  - (۴) 5'-ACU-3' و 5'-AGU-3'
- ۲۹- همه موارد زیر به GTP متصل هستند، به جز:
- |         |         |         |          |
|---------|---------|---------|----------|
| Ras (۱) | Ran (۲) | SRP (۳) | Pex5 (۴) |
|---------|---------|---------|----------|
- ۳۰- کدام مورد باعث فعال شدن گلیکوژن فسفریلاز می‌گردد؟
- |              |             |                |                   |
|--------------|-------------|----------------|-------------------|
| Glucagon (۱) | Insulin (۲) | Adrenaline (۳) | Noradrenaline (۴) |
|--------------|-------------|----------------|-------------------|
- ۳۱- در انتقال از محیط غیرقطبی به قطبی، pKa گروه‌های  $-NH_3^+$  و  $-COOH$  در مولکول‌ها به ترتیب چه تغییری می‌یابد؟
- |                     |                   |                   |                 |
|---------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| (۱) افزایش - افزایش | (۲) افزایش - کاهش | (۳) کاهش - افزایش | (۴) کاهش - کاهش |
|---------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
- ۳۲- پپتیدی تحت اثر آنزیم‌های پروتئولیتیک تریپسین و کیموتریپسین به قطعات زیر تبدیل می‌شود. توالی کامل این پپتید کدام است؟
- پپتیدهای حاصل از هضم با تریپسین AAWGK و TFKV
- پپتیدهای حاصل از هضم با کیموتریپسین GK، VKAAW و TF
- |               |               |
|---------------|---------------|
| WGKTFVCAA (۱) | VKAAGKTFV (۲) |
| TFVKAAGWK (۳) | AAWGKTFVK (۴) |
- ۳۳- از بین آمینو اسیدهای زیر کدام یک تمایل بیشتری دارد تا به جای ساختار مارپیچ آلفا در ساختار صفحات بتا قرار گیرد؟
- |           |            |                   |                 |
|-----------|------------|-------------------|-----------------|
| (۱) لوسین | (۲) آلانین | (۳) آسپارتیک اسید | (۴) فنیل آلانین |
|-----------|------------|-------------------|-----------------|
- ۳۴- در کدام یک، ساختار تکرارشونده وجود دارد؟
- |                    |                |                  |                 |
|--------------------|----------------|------------------|-----------------|
| (۱) $\beta$ -bulge | (۲) Omega loop | (۳) Glycine Turn | (۴) Turn type I |
|--------------------|----------------|------------------|-----------------|

- ۳۵- موتیف‌های دارای خصلت اتصالی به کلسیم و کوآنزیم  $NAD^+$  به ترتیب کدامند؟  
 (۱) EF-hand و Zinc finger (۲) EF-hand و Rossmann fold  
 (۳) Rossmann fold و Leucine zipper (۴) Helix-turn-helix و Coiled-coil
- ۳۶- زوایای **tilt** و **roll** از ویژگی‌های ساختاری کدام حالت ماکرومولکول زیستی است؟  
 (۱) پروتئین طبیعی (۲) مولتن گلوبول (۳) DNA چهار رشته‌ای (۴) مارپیچ دو رشته‌ای DNA
- ۳۷- کدام آمینو اسید برای حضور در **N-Cap** مارپیچ آلفا مناسب‌ترین است؟  
 (۱) آسپاراژین (۲) پرولین (۳) گلیسین (۴) گلوتامات
- ۳۸- در فرایند تاخوردگی آنتی‌بادی‌ها کدام یک از چارپون‌های زیر نقش مهم‌تری دارد؟  
 (۱) Calreticulin (۲) GroES (۳) Hsp70 (۴) Hsp40
- ۳۹- گلوکز اکسیداز در فرم فعال دارای ۲۰ درصد وزنی کربوهیدرات می‌باشد، کدام میزبان برای تشکیل و فولد صحیح آن مناسب است؟

(۱) *E. coli* BL21 (۲) *E. coli* Origami (۳) *Pichia pastoris* (۴) *E. coli* DH5-alpha

- ۴۰- برای دو حالت زیر که در ارتباط با پیوند پپتیدی پرولین می‌باشد، کدام گزینه درست است؟



(۱) A ترانس و B سیس است.

(۲) B ترانس و A سیس است.

(۳) فقط فرم A در پروتئین‌ها یافت می‌شود.

(۴) پایداری هر دو فرم در رشته پلی‌پپتیدی یکسان است.

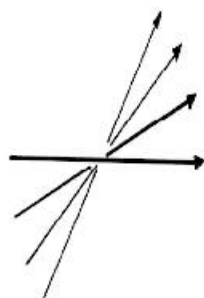
- ۴۱- ساختار مقابل، کدام مشخصه رشته‌های بتا است؟

(۱) Curl

(۲) Arch

(۳) Twist

(۴) Bulge



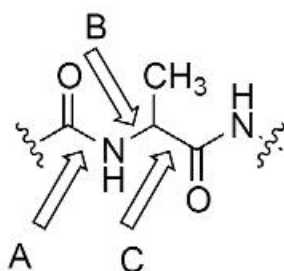
- ۴۲- کدام گزینه در ارتباط با شکل زیر که مربوط به بخشی از یک رشته پلی‌پپتیدی می‌باشد، درست است؟

(۱) نقشه رامانچاندران براساس پیوندهای A و B رسم می‌شود.

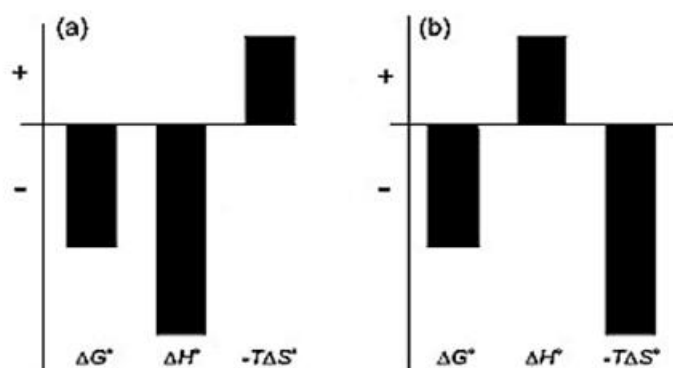
(۲) هر سه پیوند A، B و C آزادی چرخش دارند.

(۳) پیوندهای B و C آزادی چرخش دارند.

(۴) تنها پیوند B آزادی چرخش دارد.



۴۳- نمودار پروفایل ترمودینامیکی زیر مربوط به میانکنش ماکرومولکول‌ها است. برای دو میانکنش a و b کدام گزینه صحیح است؟



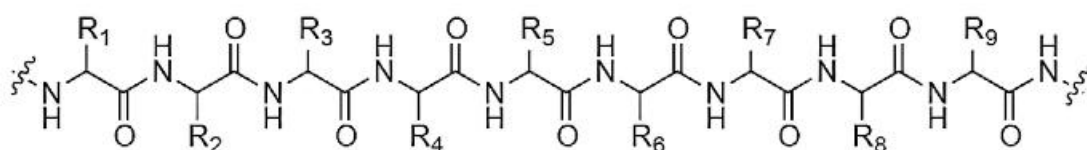
(۱) نیروی محرکه برای حالت a اثرات آب‌گریزی و برای حالت b میانکنش‌های غیرکووالان است.

(۲) نیروی محرکه برای هر دو حالت a و b تغییرات آنتروپی است.

(۳) نیروی محرکه برای هر دو حالت a و b تغییرات آنتالپی است.

(۴) نیروی محرکه در حالت a تغییرات آنتالپی و برای حالت b تغییرات آنتروپی است.

۴۴- فرض کنید رشته پلی‌پپتیدی زیر دارای ساختار ماریچ آلفا است. گروه آلفا آمین واحد آمینواسیدی ۵ (دارای زنجیره جانبی  $R_5$ ) با گروه  $C=O$  کدام واحد آمینواسیدی پیوند هیدروژنی می‌دهد؟



(۱) ۱ (دارای زنجیره جانبی  $R_1$ )

(۲) ۲ (دارای زنجیره جانبی  $R_2$ )

(۳) ۸ (دارای زنجیره جانبی  $R_8$ )

(۴) ۹ (دارای زنجیره جانبی  $R_9$ )

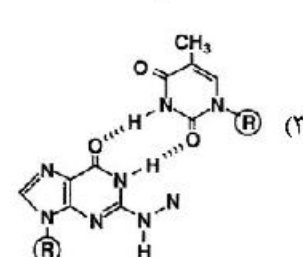
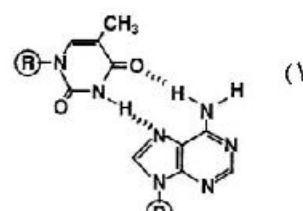
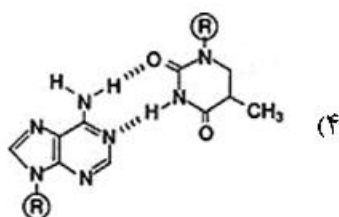
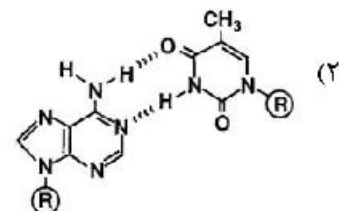
۴۵- کدام واحد آمینواسیدی در ساختار پروتئین‌ها در ترجمه قادر است استیل و متیل‌گردد؟

(۱) Arg (۲) Asn (۳) Lys (۴) Ser

۴۶- کدام نوع دُمین یا موتیف ساختاری متصل شونده به DNA به شیار کوچک متصل می‌شود؟

(۱) Basic Zipper (۲) Zinc Finger (۳) Helix-turn-helix (۴) TATA box binding-domain

۴۷- کدام الگوی جفت‌بازی (Base Pairing) مربوط به الگوی واتسون - کریک است؟





۴۸- در ارتباط با زاویه چرخشی پیوند گلیکوزیدی ( $\chi$ ) در نوکلئوتیدها، چند گزینه صحیح است؟

I. برای پورین‌ها محدودیت کمتری دارد.

II. به نوع باز ارتباطی ندارد.

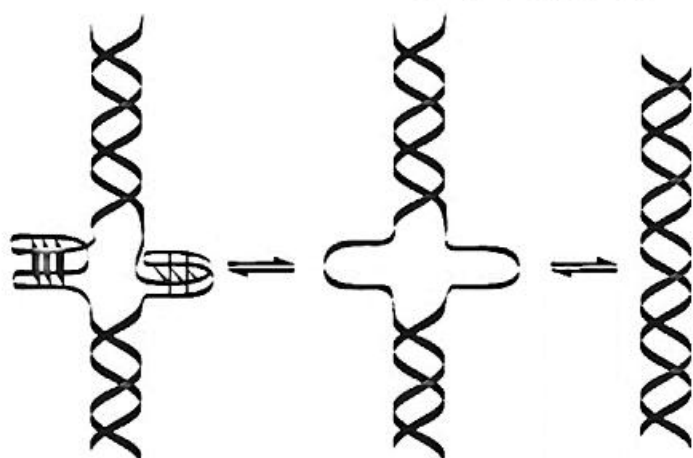
III. به کانفورماسیون قند ارتباطی ندارد.

IV. کانفورماسیون  $C2' - endo$  نسبت به  $C3' - endo$  محدودیت کمتری برای این زاویه ایجاد می‌نماید.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۴۹- انباشته شدن بازها (Base Stacking) در ساختار اسید نوکلئیک‌های دو رشته‌ای .....  
 (۱) وابسته به توالی است.  
 (۲) ماهیت آب‌گریزی دارد.  
 (۳) یک فرایند متعاون (Cooperative) است.  
 (۴) باعث افزایش آنتروپی کل می‌شود ( $\Delta S > 0$ ).

۵۰- در ساختار DNA نشان داده شده، کدام نوع تقارن در توالی وجود دارد؟



(۱) تقارن آینه‌ای (Mirror Repeat)

(۲) تقارن مستقیم (Direct Repeat)

(۳) تقارن معکوس (Inverted Repeat)

(۴) فاقد تقارن در توالی است.

۵۱- نظریه زیر متعلق به چه کسی است؟

«حداقل سه میان‌کنش بین آنزیم و سوبسترا بایستی باشد تا ویژگی آنزیم قابل توجه شود.»

(۱) Fischer (۲) Ogston (۳) Haldane (۴) Koshland

۵۲- در کاتالیز آنزیمی مفهوم کدام اصطلاح با سایرین متفاوت است؟

(۱) Proximation effect (۲) Propinquity effect

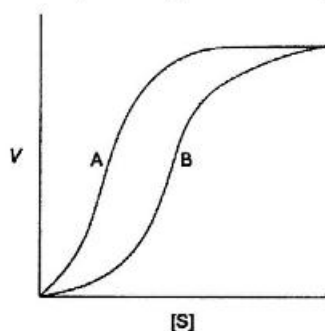
(۳) Approximation effect (۴) Orbital Steering effect

۵۳- در مورد مکانیسم عمل هر یک از انواع کاسپازها کدام گزینه درست است؟

(۱) سرین پروتئاز - با ویژگی وسیع (۲) سیستئین پروتئاز - با ویژگی وسیع

(۳) سیستئین پروتئاز - با ویژگی بالا (۴) سرین پروتئاز - با ویژگی بالا

۵۴- با توجه به نمودار سرعت آنزیمی زیر برای یک آنزیم آلوستریک، جابه‌جایی منحنی A به B نشان‌دهنده چیست؟



(۱) تفکیک آنزیم به زیرواحد‌هایش

(۲) افزایش غلظت یک فعال‌کننده آلوستریک

(۳) افزایش غلظت یک مهارکننده آلوستریک

(۴) افزایش یک مهارکننده برگشت‌ناپذیر

- ۵۵- در معادله هالدين کدام‌یک از موارد زیر ثابت تعادل را افزایش می‌دهد؟  
 (۱) کاهش تمایل آنزیم به محصول  
 (۲) کاهش تمایل آنزیم به سوبسترا  
 (۳) کاهش  $V_{max}$  در تبدیل سوبسترا به محصول  
 (۴) افزایش  $V_{max}$  در تبدیل محصول به سوبسترا
- ۵۶- جهت مقایسه سازگاری دمایی دو پروتئاز همولوگ به‌دست آمده از پسماند یک کارخانه صنایع غذایی و یک چشمه آب گرم، چند مورد از پارامترهای زیر مفید خواهد بود؟  
 I. انرژی فعال‌سازی واکنش آنزیمی  
 II.  $\frac{k_{cat}}{K_m}$  در دماهای مختلف  
 III.  $\Delta G^\#$  واکنش آنزیمی با استفاده از دو سوبسترای پروتئین طبیعی و سنتتیک  
 IV. فعالیت آنزیمی در دو بافر تریس ( $pK_a = 8/1$ ) و سیترات ( $pK_a = 3/1$ )  
 V. فعالیت آنزیمی در حضور و عدم حضور مهارکننده PMSF در دمای اتاق
- ۵۷- آنزیمی در هر ۵ دقیقه ۱۰ میلی‌مول سوبسترا را به محصول تبدیل می‌کند. فعالیت آنزیم معادل چند واحد بین‌المللی است؟  
 (۱) ۲ (۲) ۲۰ (۳) ۲۰۰ (۴) ۲۰۰۰
- ۵۸- در یک واکنش آنزیمی که غلظت سوبسترا برابر ۴ mM و سرعت معادل  $0.25 V_{max}$  است.  $K_m$  آنزیم برابر چند میلی‌مولار خواهد بود؟  
 (۱) ۱۲ (۲) ۸ (۳) ۴ (۴) ۲
- ۵۹- اگر  $K_m$  آنزیمی برابر با ۴ میکرومولار و  $V_{max}$  آن برابر با ۲۰ میکرومولار بر دقیقه باشد. سرعت واکنش آنزیمی (بر حسب  $\frac{\mu\text{moles}}{\text{min}}$ ) در حضور غلظت ۲ میکرومولار سوبسترا و ۱ میکرومولار مهارکننده رقابتی چه مقدار خواهد بود؟ ( $K_i$  برابر ۱ است).  
 (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴
- ۶۰- در واکنش آنزیمی با دو سوبسترای AX و B، سرعت بیشینه آنزیم برای سوبسترای AX (در غلظت اشباع B) در مقایسه با سرعت بیشینه آنزیم برای سوبسترای B (در غلظت اشباع AX):  
 (۱) برابر است. (۲) بیشتر است. (۳) کمتر است. (۴) قابل مقایسه نیست.
- ۶۱- در واکنش آنزیمی دو سوبسترای زیر، از نوع پینگ - پنگ:  

$$AX + B \xrightleftharpoons{\text{آنزیم}} A + BX$$
 با افزایش غلظت B،  $K_m$  آنزیم برای سوبسترای AX چگونه تغییر می‌یابد؟  
 (۱) کاهش می‌یابد. (۲) افزایش می‌یابد.  
 (۳) تغییر نمی‌کند. (۴) گاهی افزایش و گاهی کاهش می‌یابد.
- ۶۲- در واکنش آنزیمی که در آن دو سوبسترای A و B وجود دارد، هرگاه مکانیسم عمل آنزیم از نوع اجباری (Compulsory) باشد به طوری که سوبسترای B ابتدا به آنزیم متصل شود، اگر از مهارکننده شبه سوبسترای A استفاده شود، آنگاه الگوی مهار آنزیمی برای سوبسترای B کدام است؟  
 (۱) غیررقابتی  $\alpha = 1$  (non competitive  $\alpha = 1$ ) (۲) غیررقابتی  $\alpha > 1$  (non competitive  $\alpha > 1$ )  
 (۳) نارقابتی (uncompetitive) (۴) رقابتی (competitive)

۶۳- جایگاه فعال آنزیمی دارای ریزمحیط (Microenvironment) آب‌گریز است. اگر در این جایگاه فعال آمینواسید گلوتامیک اسید به‌عنوان عامل کاتالیتیکی وجود داشته باشد، آنگاه  $pK_a$  این آمینواسید نسبت به گلوتامیک اسید آزاد در محیط آبی:

(۱) را نمی‌توان پیش‌بینی کرد. (۲) برابر است.

(۳) کاهش می‌یابد. (۴) افزایش می‌یابد.

۶۴- زیرواحدهای کدام آنزیم، خود به‌طور مستقل دارای نقش فیزیولوژیک است؟

(۱) تریپتوفان سنتاز (۲) مالات دهیدروژناز (۳) لاکتات دهیدروژناز (۴) لاکتوز سنتاز

۶۵- در کدام مهارکننده مقادیر  $IC_{50}$  تقریباً برابر با  $K_i$  خواهد شد؟

(۱) نارقابتی در  $[S] = K_m$  (۲) غیررقابتی  $\alpha = 1$

(۳) غیررقابتی  $\alpha > 1$  (۴) غیررقابتی  $\alpha < 1$

۶۶- چند جمله درست است؟

I.  $K_m$  آنزیم در شرایط مختلف فیزیولوژیک ممکن است تغییر یابد.

II. در مهار چندگانه (Mixed) از رسم  $V_{max}'$  علیه غلظت‌های مختلف مهارکننده،  $K_i$  (ثابت اتصال مهارکننده به آنزیم) به‌دست می‌آید.

III. همه آنزیم‌ها ساختارهای پروتئینی دارند که سرعت واکنش‌های شیمیایی را افزایش می‌دهند.

IV. نمودار Dixon در خصوص مهارکننده‌های رقابتی در دو غلظت سوبسترا، بر روی محور Xها تلاقی خواهند داشت.

V. پروتئین اسپایک در ویروس عامل کرونا با آنزیم  $ACE_2$  میانکنش می‌دهد.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۶۷- یکی از مباحث مهم در کاتالیز آنزیمی، کاهش انرژی فعال‌سازی واکنش‌های شیمیایی به کمک آنزیم است. اولین گام عملی در تعیین مقدار انرژی فعال‌سازی کدام است؟

(۱) تعیین پایداری آنزیم در دماهای بالا

(۲) تعیین پایداری آنزیم در دماهای پایین

(۳) سنجش فعالیت آنزیم در چند دمای بالاتر از دمای بهینه آن

(۴) سنجش فعالیت آنزیم در چند دمای پایین‌تر از دمای بهینه آن

۶۸- کدام مورد زیر می‌تواند  $V_{max}$  یک آنزیم را تغییر دهد؟

(۱) افزودن مهارکننده غیررقابتی (۲) افزودن مهارکننده رقابتی

(۳) افزودن غلظت سوبسترا (۴)  $V_{max}$  قابل تغییر نیست.

۶۹- دانشجویی آنزیم پروتئاز را یافته که دما و pH بهینه آن برابر با  $37^\circ C$  و ۸ است. این دانشجو شرایط مختلفی را در

واکنش آنزیمی اعمال نموده است. چند مورد از شرایط اعمالی می‌تواند بر روی فعالیت آنزیم  $\left(\frac{\mu\text{mol}}{\text{min}}\right)$  مؤثر باشد؟

I. افزایش غلظت پروتئاز

II. کاهش pH به شش

III. افزایش دما به  $45^\circ C$

IV. کاهش نور در حین واکنش آنزیمی

V. کاهش زمان انکوباسیون پروتئاز با پروتئین

VI. تغییر نوع بافر

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵

۷۰- فرض کنید آنزیم الکل دهیدروژناز از گونه باکتریایی جدید از چشمه آب گرم در حال بررسی دارید. این آنزیم بر روی سوبسترای ایزوپروپانول و همچنین اتانول می‌تواند واکنش اکسیداسیون و احیاء را انجام دهد. برای تعیین ویژگی این آنزیم برای هر کدام از این سوبستراها از کدام پارامتر استفاده می‌شود؟

$$\Delta G^* \quad (1) \quad k_{cat} \quad (2) \quad K_m \quad (3) \quad \frac{k_{cat}}{K_m} \quad (4)$$

۷۱- میزان کتون بادی، گلوکز و اسیدهای چرب خونی در گرسنگی چه تغییری می‌کند؟  
 (۱) کتون بادی‌ها و گلوکز در روز سوم افت می‌کنند و اسیدهای چرب افزایش می‌یابند.  
 (۲) کتون بادی‌ها در روز دوم به بیشترین مقدار رسیده و گلوکز و اسیدهای چرب در روز دوم افت می‌کنند.  
 (۳) کتون بادی‌ها در روز چهارم به بیشترین مقدار می‌رسند، گلوکز در روز دوم افت می‌کند و اسید چرب ثابت می‌ماند.  
 (۴) کتون بادی‌ها در روز سوم به بیشترین مقدار می‌رسند، گلوکز در روز اول کاهش می‌یابد و اسید چرب ثابت می‌ماند.  
 ۷۲- در گرسنگی و دیابت فعالیت کدام یک از آنزیم‌های زیر افزایش می‌یابد؟

$$(1) \quad 6 \text{ فسفو گلوکونات دهیدروژناز} \quad (2) \quad \text{فروکتوز ۱ و ۶ - بیس فسفاتاز}$$

$$(3) \quad \text{فسفو فروکتوکیناز ۱} \quad (4) \quad \text{استیل کوآ کربوکسیلاز}$$

۷۳- کدام یک از عبارات زیر در مورد متابولیسم اسید آمینه‌ها پس از صرف غذا درست است؟  
 (۱) قسمت اعظم اسید آمینه‌های آزاد شده از کبد پس از صرف غذا از نوع قطبی می‌باشند که ترجیحاً توسط کلیه جذب می‌شوند.

(۲) قسمت اعظم اسید آمینه‌های آزاد شده از کبد پس از صرف غذا از نوع شاخه‌دار می‌باشند که ترجیحاً توسط کلیه جذب می‌شوند.

(۳) قسمت اعظم اسید آمینه‌های آزاد شده از کبد پس از صرف غذا از نوع قطبی می‌باشند که ترجیحاً توسط عضلات اسکلتی جذب می‌شوند.

(۴) قسمت اعظم اسید آمینه‌های آزاد شده از کبد پس از صرف غذا از نوع شاخه‌دار می‌باشند که ترجیحاً توسط عضلات اسکلتی جذب می‌شوند.

۷۴- کدام آنزیم در سنتز آدرنالین و نورآدرنالین دخالت دارد؟

$$(1) \quad \text{مونوآمین اکسیداز} \quad (2) \quad \text{سیتوکروم اکسیداز}$$

$$(3) \quad \text{آلکالین فسفاتاز} \quad (4) \quad \text{دوپامین بتا هیدروکسیلاز}$$

۷۵- در انسان محصول نهایی کاتابولیسم بازهای آدنین و اوراسیل چیست؟

$$(1) \quad \text{اسید اوریک، بتا - آلانین} \quad (2) \quad \text{اسید اوریک، هیپوگزانتین}$$

$$(3) \quad \text{آمونیاک، بتا - آلانین} \quad (4) \quad \text{بتا - آلانین، اوره}$$

۷۶- کدام گزینه درست است؟

(۱) در اثر نقص آنزیم اسیل کوآ دهیدروژناز کتو اسید رخ می‌دهد.

(۲) آنزیم بتا - کتو اسیل کوآ ترانسفراز مارکر سلول‌های کبدی است.

(۳) اسید پالمیتیک فرم فسفریله استیل کوآ کربوکسیلاز را القاء می‌کند.

(۴) آنزیم لیبوپروتئین لیپاز فسفولیپیدها را به لیزوفسفولیپید تبدیل می‌کند.

- ۷۷- کدام مجموعه‌های آنزیمی زیر در سنتز کتون بادی‌ها (اجسام کتون) نقش دارند؟  
 (۱) تیولاز + HMG-CoA + ردوکتاز + HMG-CoA سنتاز  
 (۲) HMG-CoA لیاز + HMG-CoA سنتاز + تیولاز  
 (۳) HMG-CoA ردوکتاز + HMG-CoA لیاز + تیولاز  
 (۴) HMG-CoA لیاز + HMG-CoA سنتاز + HMG-CoA ردوکتاز
- ۷۸- اکی‌والان‌های احیاء‌کننده همۀ واکنش‌های چرخه اسیدسیتریک از اولین جایگاه فسفریلاسیون اکسیداتیو عبور می‌کنند، به جز:  
 (۱) مالات دهیدروژناز  
 (۲) سوکسینات دهیدروژناز  
 (۳) ایزوسیترات دهیدروژناز  
 (۴)  $\alpha$ -کتوگلوکوتارات دهیدروژناز
- ۷۹- تعداد مولکول گلوکوزی که باید به لاکتات تبدیل شود تا ATP کافی برای سنتز لسیتین از گلیسرول، اسیدهای چرب و کولین را تأمین نماید، کدام است؟  
 (۱) ۱۲ (۲) ۸ (۳) ۴ (۴) ۲
- ۸۰- کدام یک از عبارات زیر در رابطه با بافت عضله قلب در هنگام گرسنگی درست است؟  
 (۱) استیل-CoA کربوکسیلاز فعال و سطح مالونیل-CoA افزایش می‌یابد.  
 (۲) کمپلکس پیرووات دهیدروژناز فعال و سطح استیل-CoA و NADH کاهش می‌یابد.  
 (۳) سطح سیترات کاهش می‌یابد و باعث فعال شدن PFK-2 (فسفوفروکتوکیناز-۲) می‌شود.  
 (۴) بیان (Fatty Acid Transport Protein) FATP و (Carnitine) CPTI (کارنیتین - پالمیتویل ترانسفراز I) افزایش می‌یابد.
- ۸۱- اصلی‌ترین منبع انرژی برای فیبرهای عضلانی تیپ I چیست؟  
 (۱) تری‌آسیل گلیسرول‌ها (۲) گلیکوژن (۳) گلوکز خون (۴) فسفاژن‌ها
- ۸۲- چند مول ATP در شرایط بی‌هوازی در عضله از یک مول گلوکز مشتق از گلیکوژن عضلانی تولید می‌شود؟  
 (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۶
- ۸۳- کدام گزینه اثر واربرگ (Warburg) را توصیف می‌کند؟  
 (۱) متابولیسم گلوکز در بافت‌های توموری حتی در هنگام دسترسی به  $O_2$  بیش از بافت‌های دیگر است.  
 (۲) سرعت و میزان مصرف گلوکز در شرایط بی‌هوازی نسبت به شرایط هوازی بسیار بیشتر است.  
 (۳) سلول‌ها وابستگی بیشتری به اکسیداسیون اسیدهای چرب دارند.  
 (۴) میزان گلیکولیز در سلول‌های سرطانی کاهش می‌یابد.
- ۸۴- کدام یک از آنزیم‌های زیر برای سنتز گلیکوژن از فروکتوز لازم است؟  
 (۱) گلوکز ۶- فسفاتاز (۲) گلیکوژن فسفریلاز  
 (۳) فسفوفروکتوکیناز (۴) فروکتوز ۱ و ۶- دی فسفاتاز
- ۸۵- مسیر مهارشده بیان آنزیم گلوکز ۶- فسفاتاز توسط هورمون انسولین چگونه است؟  
 (۱) انسولین  $\leftarrow$  فعال‌سازی Raf کیناز  $\leftarrow$  فعال‌شدن Foxo  $\leftarrow$  مهار بیان ژن گلوکز ۶- فسفاتاز  
 (۲) انسولین  $\leftarrow$  فعال‌سازی مسیر JAK-STAT  $\leftarrow$  فعال‌سازی STATO  $\leftarrow$  مهار بیان ژن گلوکز ۶- فسفاتاز  
 (۳) انسولین  $\leftarrow$  فعال‌سازی پروتئین کیناز B  $\leftarrow$  مهارشدن Foxo  $\leftarrow$  مهار بیان ژن گلوکز ۶- فسفاتاز  
 (۴) انسولین  $\leftarrow$  فعال‌سازی پروتئین کیناز B  $\leftarrow$  مهار عملکرد C-Jun  $\leftarrow$  مهار بیان ژن گلوکز ۶- فسفاتاز

۸۶- در الکتروفورز SDS-PAGE تحرک اغلب زنجیره‌های پلی‌پپتیدی .....

(۱) با لگاریتم جرم آن‌ها نسبت خطی مستقیم دارد.

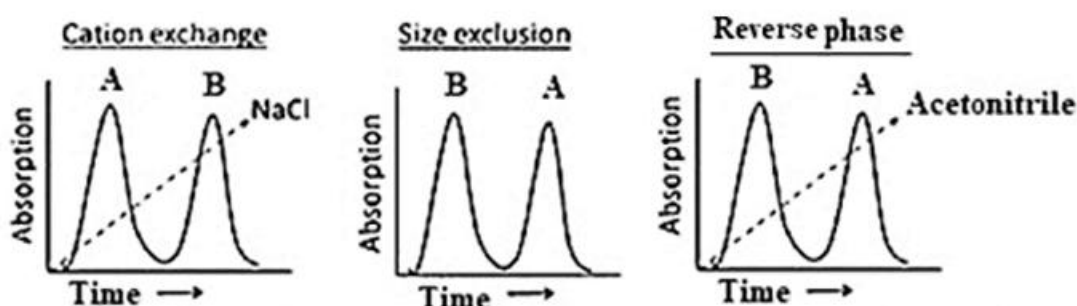
(۲) با لگاریتم جرم آن‌ها نسبت خطی عکس دارد.

(۳) با لگاریتم نسبت  $\frac{\text{بار}}{\text{حجم}}$  آن‌ها نسبت خطی مستقیم دارد.

(۴) با لگاریتم نسبت  $\frac{\text{بار}}{\text{حجم}}$  آن‌ها نسبت خطی عکس دارد.

۸۷- مخلوطی از دو پروتئین A و B از سه ستون کروماتوگرافی تعویض یونی، ژل فیلتراسیون (سفادکس G100) و

Reverse phase عبور داده می‌شوند. با توجه به کروماتوگرام‌های به دست آمده کدام گزینه صحیح است؟



(۲) B آنیونی‌تر و هیدروفوب‌تر از A می‌باشد.

(۱) A کوچکتر و هیدروفوب‌تر از B می‌باشد.

(۴) A هیدروفوب‌تر و بزرگتر از B می‌باشد.

(۳) A بیشتر کاتیونی و کوچکتر از B می‌باشد.

۸۸- ۲۰/۸ درصد نوری با طول موج ۳۴۰ نانومتر در اثر برخورد با یک محلول NADH در یک کووت با طول مسیر نور

۱cm عبور می‌کند. ضریب خاموشی NADH برابر  $۶,۲۲ \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$  می‌باشد. غلظت NADH در محلول چند

میلی‌مولار است؟

(۲) ۰/۱۱

(۱) ۰/۰۱۱

(۴) ۱۱

(۳) ۱/۱

۸۹- در مطالعه دناتوراسیون پروتئین‌ها از حالت طبیعی (N) به حالت دناتور (U) به روش طیف‌سنجی جذبی، تغییرات

انرژی آزاد گیبس، براساس چه رابطه‌ای حاصل می‌شود؟

$$\Delta G = -RTL \ln K = -RTL \ln (A_N - A) / (A_N - A_U) \quad (۱)$$

$$\Delta G = -RTL \ln K = -RTL \ln (A_N - A_U) / (A - A_U) \quad (۲)$$

$$\Delta G = -RTL \ln K = -RTL \ln (A_U - A) / (A - A_N) \quad (۳)$$

$$\Delta G = -RTL \ln K = -RTL \ln (A_N - A) / (A - A_U) \quad (۴)$$

۹۰- چند مورد از روش‌های زیر می‌تواند برای بررسی انعطاف‌پذیری پروتئین‌ها مورد استفاده قرار گیرد؟

FTIR .I

II. خاموشی فلوئورسانس ذاتی

III. NMR

IV. limited proteolysis

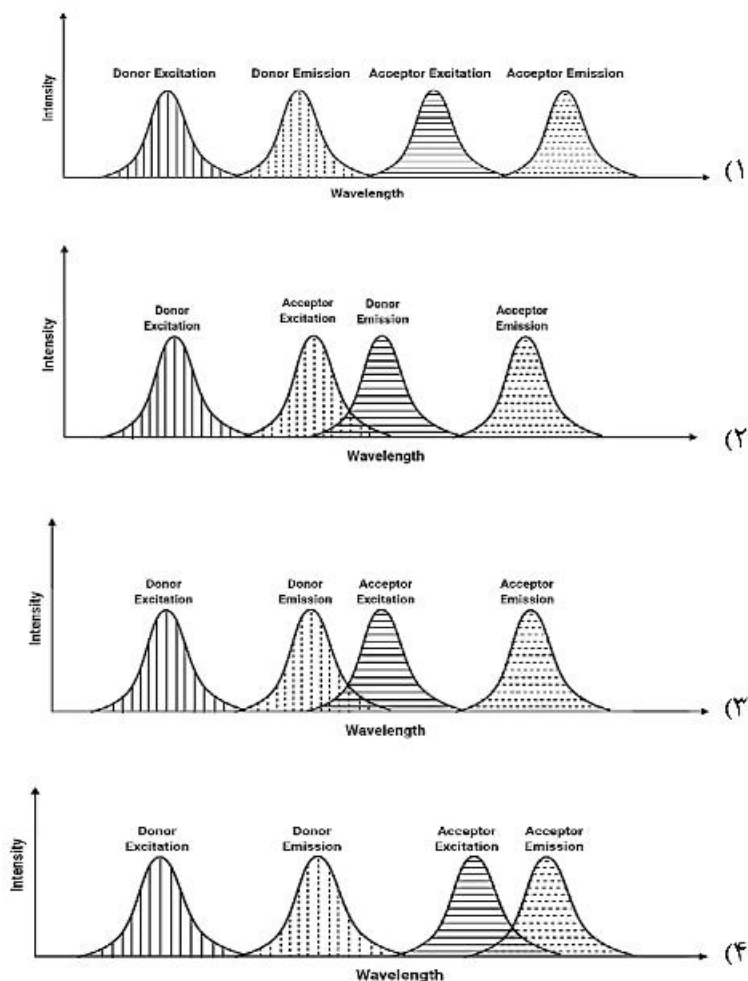
(۴) ۴

(۳) ۳

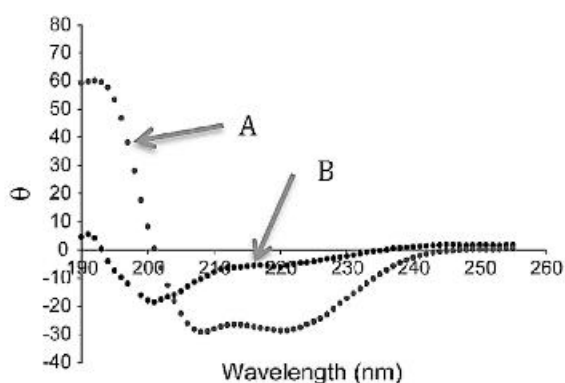
(۲) ۲

(۱) ۱

۹۱- در کدام یک از شرایط زیر پدیده FRET (Fluorescence Resonance Energy Transfer) اتفاق می‌افتد؟



۹۲- طیف‌های دورنگ نمایی دورانی (CD) زیر نشان دهنده تبدیل حالت A به B یک پپتید است. کدام گزینه صحیح است؟



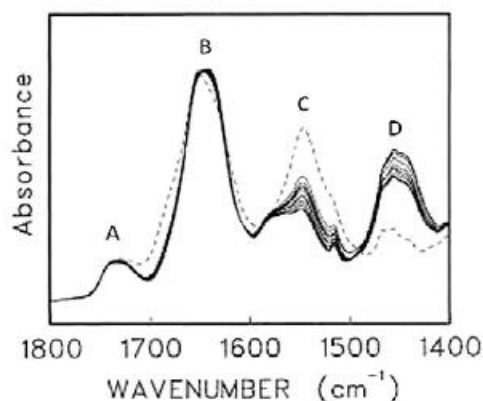
(۱) تاخوردگی مجدد پپتید

(۲) تبدیل آلفا - هلیکس به صفحه بتا

(۳) تبدیل آلفا - هلیکس به رندم کویل

(۴) تبدیل رندم کویل به آلفا - هلیکس

۹۳- بندهای آمید I و II در طیف‌های IR پروتئین‌ها به ترتیب ناشی از حرکات کششی C=O و خمشی N-H پیوندهای پپتیدی است. در حین تبادل هیدروژن/دوتریوم (H/D exchange) بند جدیدی ظاهر می‌شود. کدام بند مربوط به این پدیده است؟



- A (۱)
- B (۲)
- C (۳)
- D (۴)

۹۴- با کدام روش طیف‌گیری در NMR، می‌توان فاصله دو اتم در فضا را تعیین نمود؟

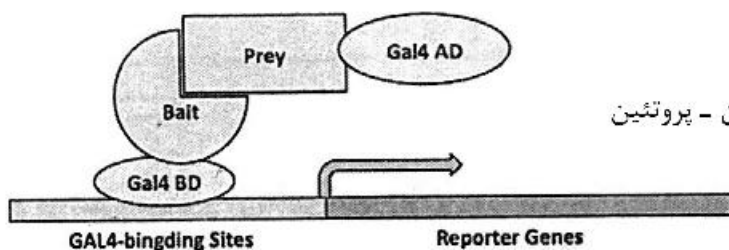
- COZY (۱)
- NOESY (۲)
- $^{13}\text{C}$ -NMR (۳)
- $^1\text{H}$ -NMR (۴)

۹۵- چه تعداد از روش‌های زیر برای میانکنش پروتئین - پروتئین بدون نیاز به نشان‌دار کردن استفاده می‌شود؟

- I. Surface Plasmon Resonance (SPR)
- II. Isothermal Titration Calorimetry (ITC)
- III. CD Spectroscopy
- IV. ELISA
- V. Gel Retardation Assay
- VI. NMR
- VII. Gel Filtration

- ۳ (۴)
- ۵ (۳)
- ۶ (۲)
- ۷ (۱)

۹۶- شکل زیر مربوط به چه روشی بوده و به چه منظوری مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

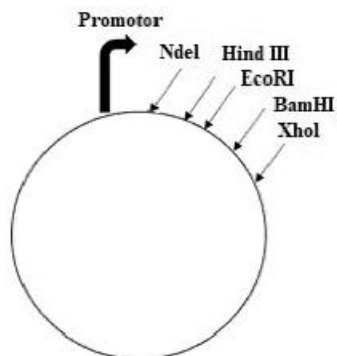


- (۱) Antisense technology؛ بررسی بیان ژن
- (۲) BRET؛ میزان کارایی پروموتور
- (۳) FRET؛ میانکنش پروتئین - پروتئین
- (۴) yeast two hybide؛ میانکنش پروتئین - پروتئین



۹۷- جهت کلون کردن توالی زیر (توسط کادر مشخص شده) به منظور بیان در یک میزبان بهتر است از کدام آنزیم‌ها استفاده گردد؟

CCTCATATGGATCCAAGCTT **ATGCGTAGCCGCTGCATATGAAATTGCGATCGCCATGCTAA** AAGCTTGAATTCTCGAG



*NdeI* 5'...CATATG...3'  
3'...GTATAC...5'

*HindIII* 5'...AAGCTT...3'  
3'...TTCGAA...5'

*EcoRI* 5'...GAATTC...3'  
3'...CTTAAG...5'

*BamHI* 5'...GATCC...3'  
3'...CTAGG...5'

*XhoI* 5'...CTCGAG...3'  
3'...GAGCTC...5'

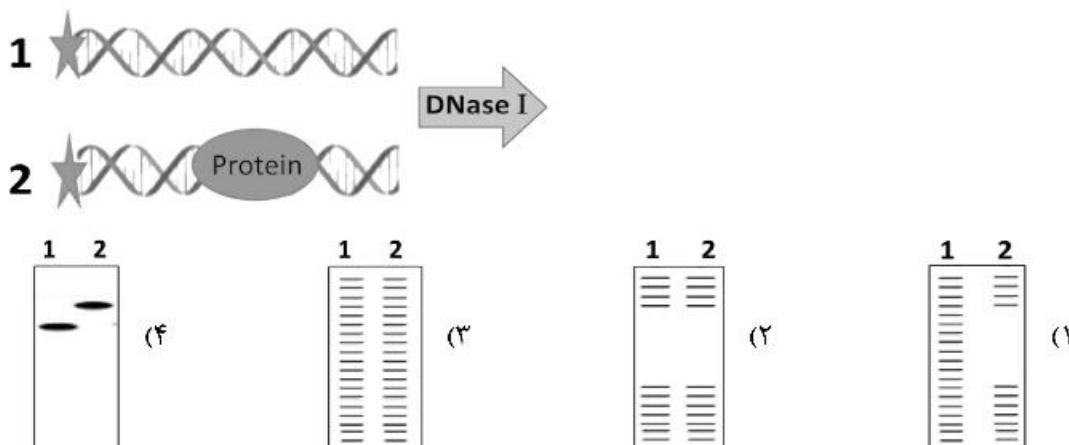
HindIII و NdeI (۲)

XhoI و BamHI (۱)

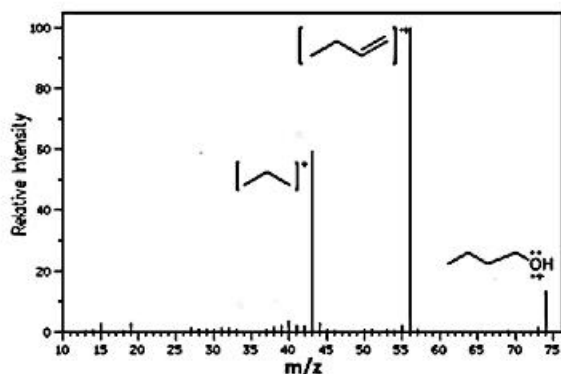
EcoRI و BamHI (۴)

EcoRI و HindIII (۳)

۹۸- دو نوع رشته DNA نشان‌دار شده ۱ و ۲ مطابق شکل، با آنزیم DNaseI به صورت محدود تیمار شدند. سپس محصول با استفاده از الکتروفورز بررسی شد. کدام تصویر نتیجه آزمایش Foot Printing را نشان می‌دهد؟



۹۹- در آنالیز طیف‌سنجی جرمی (Mass Spectrometry) نمونه ترسیم شده، ترکیبات کاتیونی دارای کدام شرایط ذکر شده می‌باشند؟



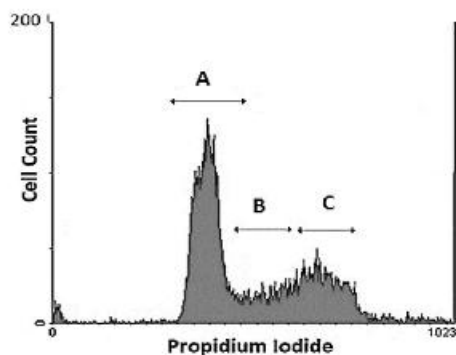
(۱) مولکول مادر الکلی با ساختار  $C_5H_{12}O$  است.

(۲) کم جرم‌ترین کاتیون، کمترین فراوانی را دارد.

(۳) با خروج مولکول آب از مولکول مادر، کاتیون پایدارتری ایجاد شده است.

(۴) مولکول مادر به دلیل شکسته شدن به مولکول‌های کوچکتر، شدت باند کمتری داشته ولی پایدارتر از کاتیون‌های شکسته شده است.

۱۰۰- جهت بررسی چرخه سلولی با رنگ آمیزی Propidium Iodide (PI) و روش فلوسایتومتری نمودار زیر حاصل شد. با توجه به نمودار کدام ناحیه مربوط به سلول‌ها در مرحله  $G_0/G_1$  می‌باشد؟ (مصرف Propidium Iodide با نفوذ به سلول به DNA متصل شده و دارای نشر فلوتورسانس می‌شود).



- A (۱)  
 B (۲)  
 C (۳)  
 B و A (۴)



