



کد کنترل

121

A

پنجشنبه

۱۴۰۲/۱۲/۲۴



## پاسخنامه آزمون الکترونیکی کنکوری‌های تجربی - مرحله ۱۳

درس	مسئول درس	طراحان	ویراستاران
زیست‌شناسی	شایان تاکی	حمیدرضا زارع - رسول خنجری - پوریا خیراندیش فرزام فرهنگدینیا - مهرداد قدک‌کار - شایان تاکی ارسلان پهلوسای - منصور قماش	علی محمدزاده - امیررضا سوسنی یاسین دانایی - احمدرضا هادیان مهران
فیزیک	سجاد صادقی‌زاده	سجاد صادقی‌زاده - مجید میرزایی	محمدجواد سورچی - نرجس تیمناک مروارید شاه‌حسینی - علیرضا ملک‌حسینی پویا هدایتی‌گودرزی
شیمی	فرشاد هادیان‌فرد	فرشاد هادیان‌فرد - علی ترابی - مهسا بایمانی‌نژاد عالیه میرزایی	فرهنگ امیری - سجاد سیف‌اللهی محمد داوودآبادی‌فراهانی - سعیده محبی
ریاضی	محدثه شیخعلی	کاظم اجلالی - جواد نظری	رضا قانع - فرشاد حسن‌زاده
مدیر آزمون: رسول خنجری			

حق چاپ و تکثیر سوالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز «گروه ماز» مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.  
به دلیل عدم رضایت تیم ماز، هرگونه استفاده غیرقانونی از دفترچه سوالات و پاسخنامه ماز برای تمامی اشخاص، شرعاً حرام است.

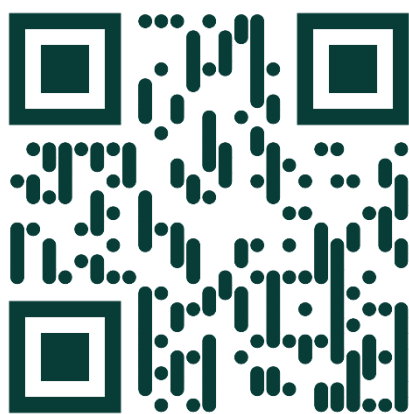


AzmonVIP



دوست مازی من، سلام!

برای اینکه ما نظرت رو در رابطه با آزمون بدونیم نیاز هست که در نظرسنجی شرکت کنی.  
برای شرکت در نظرسنجی فقط کافیه روی لینک زیر بزنی یا QR کد زیر رو اسکن کنی تا صفحه  
نظرسنجی برات باز بشه!  
ممنون که نظرت رو به ما میگی و بهمون برای بهتر شدن آزمون ها کمک می کنی (:



<https://B2n.ir/q67221>

مازی ها؛ میدونین که جلوی هر سوال ما براتون ویژگی و آدرس اون سوال رو میذاریم، حالا  
واسه اینکه کامل یادش بگیرید میخوام براتون بگم که چجوری اینا رو براتون چیدیم:

(سطح سوال - سبک سوال - آدرس سوال)

آسان - متوسط - سخت      مفهومی - مساله و ...      مثلاً: ۱۱۰۱ یعنی فصل ۱ پایه یازدهم      آدرس سوال



AzmonVIP

در کنکور سراسری هر سال بیش از یک میلیون نفر شرکت کرده و برای به دست آوردن صندلی دانشگاه‌های برتر با هم رقابت می‌کنند.

یکی از وظایف کنکور، متمایز کردن این افراد از هم می‌باشد. متمایز کردن به این معناست که کنکور باید طوری طراحی شود که تا جای ممکن، دو نفر از داوطلبان رتبه یکسانی کسب نکنند. همین ماجرا باعث می‌شود که طراحان کنکور سراسری مجبور شوند هر سال سؤالات خود را از سال گذشته سخت‌تر طراحی کنند. به همین دلیل هست که هر سال شاهد نوآوری‌های جدیدی در کنکور هستیم.

یکی از ویژگی‌های ثابت کنکور در سالیان اخیر، سخت شدن یک دفعه‌ای بعضی درس‌هاست. به این معنی که در هر سال به صورت تصادفی، تعدادی از دروس سخت‌تر از حد معمول طراحی می‌شوند.

ما در آزمون‌های ماز نیز تا کنکور همین کار را خواهیم کرد و روند طراحی سؤالات ما دقیقاً به همین صورت خواهد بود. در هر آزمون به صورت تصادفی چند درس سخت‌تر از حد معمول طراحی خواهند شد تا بتوانیم شما را به چالش بکشیم و کنکور را دقیق‌تر از هر جای دیگری، برای شما شبیه‌سازی کنیم.

در این آزمون درس **شیمی** سخت‌تر طراحی شد.

- ۱- مطابق با اطلاعات کتاب درسی، تولید انسولین در مهندسی ژنتیک را چهار مرحله و تولید پروتئین های انسانی با استفاده از دام های تراژنی را پنج مرحله در نظر می گیریم. در خصوص مرحله ای در این فرایندها که با تولید جاندار تراژنی همراه است، کدام مورد به درستی مطرح شده است؟
- ۱) طی تولید انسولین، در همین مرحله، انتخاب یاخته های تراژن با استفاده از پادزیست انجام می شود.
  - ۲) طی تولید انسولین، در مرحله بلافاصله پس از این مرحله، ترکیب شدن زنجیره های انسولین اتفاق می افتد.
  - ۳) طی تولید پروتئین های انسانی، در مرحله بلافاصله پس از این مرحله، پروتئین انسانی از شیر گرفته می شود.
  - ۴) طی تولید پروتئین های انسانی، در مرحله بلافاصله پیش از این مرحله، دیسک نو ترکیب به گامت های سازنده گوسفند وارد می شود.

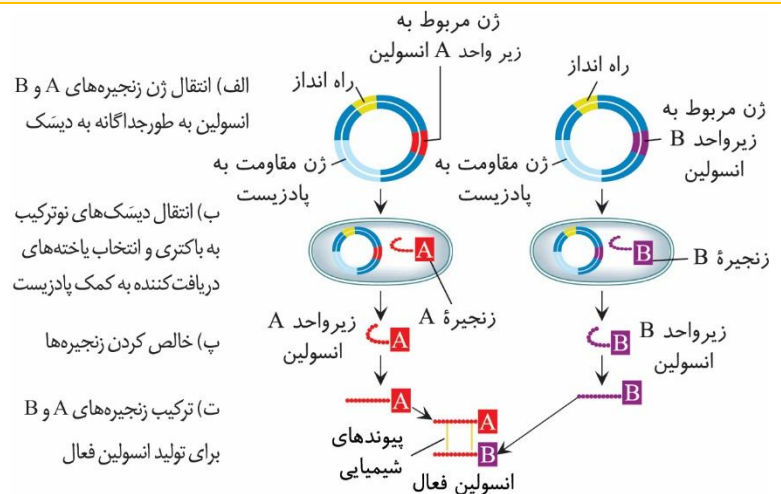
پاسخ: گزینه ۱ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۷)



تعبیر:

به جانداري که از طريق مهندسي ژنتیک دارای ترکیب جدیدی از مواد ژنتیکی شده است، جاندار تغییر یافته ژنتیکی یا تراژنی می گویند. طی تولید **انسولین**، در مرحله **دوم**، دیسک های نو ترکیب به باکتری منتقل شده و بنابراین باکتری، ترکیب جدیدی از مواد ژنتیکی پیدا می کند و جاندار تراژنی به حساب می آید.

طی تولید پروتئین های انسانی با استفاده از دام های تراژنی، در مرحله **سوم**، گوسفند تراژن ایجاد می شود.



پاسخ تشریحی:

مطابق شکل که مراحل ساخت انسولین در مهندسی ژنتیک را نشان می دهد، در مرحله «ب»، انتقال دیسک های نو ترکیب به باکتری و انتخاب یاخته های دریافت کننده به کمک پادزیست رخ می دهد.

بررسی سایر گزینه ها:

- ۲) مطابق شکل، در مرحله سوم، خالص کردن زنجیره ها اتفاق می افتد. ترکیب شدن زنجیره های انسولین مربوط به مرحله آخر است.
- ۳) مطابق شکل، در مرحله ۵ (نه ۴)، پروتئین انسانی گرفته شده از شیر مشاهده می شود.
- ۴) مطابق شکل، در مرحله ۲، دیسک نو ترکیب به تخمک لقاح یافته منتقل می شود؛ نه به گامت هایی که قرار است گوسفند را تشکیل دهند.

### گروه آموزشی ماز

- ۲- در ارتباط با رفتار جفت یابی در طاووس نر، کدام موارد به ترتیب از راست به چپ می توانند پاسخی برای پرسش نوع اول و پرسش نوع دوم در بررسی رفتار باشند؟

- ۱) طاووس نر، پره های دم خود را مانند بادبزن می گستراند - پره های پر نقش و نگار در طاووس نر ایجاد می شود.
- ۲) پره های پر نقش و نگار در طاووس نر ایجاد می شود - طاووس ماده به دنبال انتخاب نری با ژن های سازگار تر است.
- ۳) طاووس ماده در انتخاب جفت به ویژگی های ظاهری توجه می کند - طاووس نر، دم خود را مانند بادبزن می گستراند.
- ۴) جفت گیری با نر دارای پره های درخشان، سلامت زاده ها را تضمین می کند - ویژگی های ظاهری مربوط به صفات سازگارند.

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۸)



تعبیر:

پژوهشگران در بررسی یک رفتار تلاش می کنند به دو نوع پرسش پاسخ دهند. پرسش نوع **اول** اینکه جانور چگونه رفتاری را انجام می دهد؟ برای پاسخ به این پرسش پژوهشگران فرایندهای ژنی، رشد و نمو و عملکرد بدن جانور را بررسی می کنند. پرسش نوع **دوم** این است که چرا جانور رفتاری را انجام می دهد؟ پرسش دوم به دیدگاه انتخاب طبیعی مربوط است.



پاسخ تشریحی:

طاووس نر چگونه رفتار جفت‌یابی را انجام می‌دهد؟ از طریق ایجاد شدن پره‌های پر نقش و نگار در طاووس نر. طاووس نر چرا پره‌های پرنقش و نگار را ایجاد می‌کند؟ چون طاووس ماده به دنبال انتخاب نری با ژن‌های سازگارتر است و ویژگی‌های ظاهری، نشان‌دهنده صفات سازگارتر هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۱) هر دو مورد مطرح شده در این گزینه، مربوط به سؤال «چگونه» هستند. طاووس نر چگونه رفتار جفت‌یابی را انجام می‌دهد؟ پره‌های پر نقش و نگار در طاووس نر ایجاد می‌شود و طاووس نر، دم خود را مانند بادبزن می‌گستراند.
- ۳) مورد اول در این گزینه، مربوط به سؤال «چرا» است. چون طاووس ماده در انتخاب جفت به ویژگی‌های ظاهری توجه می‌کند و ویژگی‌های ظاهری نشان‌دهنده صفات سازگارتر هستند. مورد دوم در این گزینه، مربوط به سؤال «چگونه» است. طاووس نر چگونه رفتار جفت‌یابی را انجام می‌دهد؟ از طریق گستراندن دم خود به شکل بادبزن در واقع در این گزینه، پاسخ‌ها جابه‌جا مطرح شده‌اند.
- ۴) مورد اول در این گزینه، مربوط به سؤال «چرا» است. چرا طاووس نر این ویژگی‌ها را بروز می‌دهد؟ چون جفت‌گیری با نر دارای پره‌های درخشان، سلامت زاده‌ها را تضمین می‌کند و ماده‌ها، این جانوران نر را ترجیح می‌دهند. مورد دوم در این گزینه نیز مربوط به سؤال «چرا» است. چرا طاووس نر این ویژگی‌ها را بروز می‌دهد؟ چون ویژگی‌های ظاهری مربوط به صفات سازگارتر هستند و ماده‌ها، جانوران نر دارای این ویژگی را ترجیح می‌دهد.

گروه آموزشی ماز

۳- با فرض عدم انجام همانندسازی مستقل در راکیزه‌ها، تعداد مراحل از اولین ژن‌درمانی موفقیت‌آمیز که طی آن، تغییری در تعداد پیوندهای فسفودی‌استر دنا (DNA) ایجاد نمی‌شود، با تعداد کدام مورد برابر است؟

- ۱) زنجیره‌هایی متعلق به ساختار انسولین که حاوی پیوندهای پپتیدی هستند.
- ۲) نوکلئوتیدهای سازنده یک جایگاه تشخیص آنزیم EcoR۱ که حاوی بازهای پورینی‌اند.
- ۳) مراحل از همسانه‌سازی دنا که طی آن‌ها ممکن است پیوند شیمیایی ایجاد یا شکسته شود.
- ۴) مراحل از تولید انسولین با مهندسی ژنتیک که زیرواحدهای انسولین در آن مشاهده می‌شوند.

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۷)

تعبیر:

اولین ژن‌درمانی موفقیت‌آمیز در سال ۱۹۹۰ برای یک دختر بچه ۴ ساله، دارای نوعی نقص ژنی، انجام شد. مطابق شکل ۱۵ که مراحل این ژن‌درمانی را نشان می‌دهد: در **مرحله اول**، یاخته‌ها از بدن بیمار خارج می‌شوند و هیچ تغییری در مادهٔ وراثتی ایجاد نمی‌شود. در **مرحله پنجم**، یاخته‌های بیمار از لحاظ ژنتیکی تغییر یافته‌اند اما دقت کنید که این تغییر در مرحله چهارم رخ داده است. (در مرحله ۴، ژنگان و ویروس با ژنگان یاخته بیمار ترکیب می‌شود) بنابراین در مرحله پنجم نیز تعداد پیوندهای فسفودی‌استر تغییر نمی‌کند. در **مرحله ششم**، یاخته‌های تغییر یافته به بدن بیمار تزریق می‌شوند و در **مرحله هفتم** نیز پروتئین یا هورمون مورد نظر توسط یاخته‌های تغییر یافته تولید می‌شود.

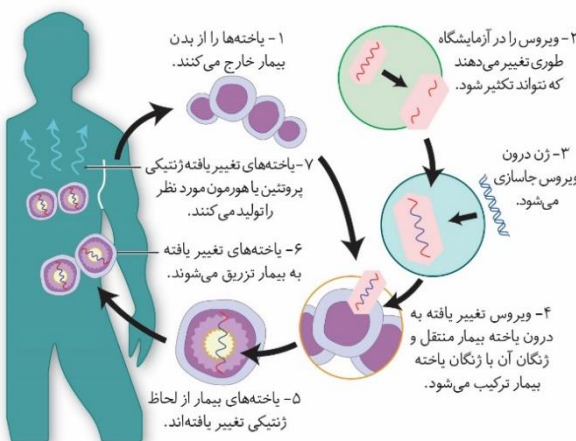
بنابراین تعداد کل مراحل مورد نظر سؤال برابر با ۴ است.

پراگفته با فرض عدم انجام همانندسازی مستقل در راکیزه‌ها؟ که مراحل ۶ و ۷ بقا همانندسازی توی راکیزه در نظر بگیرد و بگوید ممکنه راکیزه تقسیم بشه و تعداد پیوند فسفودی‌استر تغییر کنه!

پاسخ تشریحی:

همسانه‌سازی دنا به‌طور کلی چهار مرحله دارد. مرحله اول، جداسازی قطعاتی از دنا است و طی آن، پیوندهای فسفودی‌استر و هیدروژنی شکسته می‌شوند. مرحله دوم، اتصال قطعه دنا به ناقل و تشکیل دنا نوترکیب است. در این مرحله نیز در ابتدا پیوندهای فسفودی‌استر و هیدروژنی در دنا ناقل شکسته می‌شوند و این پیوندها مجدداً تشکیل می‌شوند. مرحله سوم، وارد کردن دنا نوترکیب به یاخته میزبان است. اگر یاخته میزبان، باکتری باشد، باید پیوند بین اجزای غشا و دیواره آن توسط شوک حرارتی یا الکتریکی از بین برود.

مرحله چهارم، جداسازی یاخته‌های تراژنی است. در این مرحله، یاخته‌های تراژنی در محیط مناسب، با سرعت زیادی تکثیر پیدا می‌کنند و دنا آن‌ها همانندسازی می‌کند. بنابراین تشکیل پیوندها در این یاخته‌ها قابل مشاهده است. بنابراین تعداد کل مراحل مربوط به همسانه‌سازی دنا که طی آن‌ها ممکن است پیوند شیمیایی ایجاد یا شکسته شود، برابر با ۴ مرحله است.





بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۱ در ساختار انسولین، ۲ زنجیره A و B وجود دارد که پلی‌پپتیدی هستند و در ساختار آن‌ها، پیوند پپتیدی وجود دارد.
- ۲ جایگاه تشخیص آنزیم ۱ EcoR، CTTAAG است. بازهای پورینی، آدنین و گوانین هستند. در این جایگاه تشخیص، ۶ نوکلئوتید حاوی باز پورینی وجود دارد.
- ۴ مطابق شکل فصل هفت که مراحل ساخت انسولین در مهندسی ژنتیک را نشان داده است؛ در ۳ مرحله، زیرواحدهای انسولین قابل مشاهده هستند. در مرحله اول، هنوز زیرواحدها تولید نشده‌اند و فقط ژن آن‌ها به دیسک‌ها انتقال می‌یابد.

گروه آموزشی ماز

۴- چند مورد از موارد زیر، با توجه به تعریف مهاجرت در جانوران، مهاجرت به حساب می‌آید؟

الف: جابه‌جایی جمعیت قوها در سرخورد مازندران

ب: جابه‌جایی مداوم پرندگان از یک کشتزار به کشتزار مجاور

ج: تغییر محل زندگی پروانه‌ها از کانادا به مکزیک برای همیشه

د: حرکت رفت و برگشتی پرستوها بین دو کشور دور از یکدیگر

۱ (۴)

۲ (۳)

۳ (۲)

۴ (۱)

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۸)

پاسخ تشریحی:

فقط مورد (د) درست است. به تعریف مهاجرت توجه کنید:

جابه‌جایی طولانی و رفت و برگشتی جانوران مهاجرت نام دارد.

بررسی موارد:

الف) در این مورد، محل زندگی قوها تغییر نکرده و هنوز هم در سرخورد هستند. شرط طولانی بودن را ندارد!

ب) این مورد هم شرط طولانی بودن را ندارد.

ج) یکی از ویژگی‌های مهاجرت، رفت و برگشتی بودن آن است. بنابراین در جانوران، تغییر محل زندگی برای همیشه، شامل تعریف مهاجرت نمی‌شود.

د) این مورد هم شرط طولانی بودن را دارد و هم رفت و برگشتی بودن را.

گروه آموزشی ماز

۵- در ارتباط با کاربردهای مربوط به فناوری‌های نوین زیستی، کدام عبارت صحیح است؟

۱) مهندسی ژنتیک در ابتدا با ایجاد تغییر روی ترکیب ژنتیکی موجود در یاخته‌های مخمر صورت گرفت.

۲) امروزه به کمک روش‌های زیست‌فناوری، تولید پلاستیک‌های قابل تجزیه با صرف هزینه‌های بیشتر انجام می‌شود.

۳) تولید پلاستیک‌های قابل تجزیه با وارد کردن ژن‌های تولیدکننده این نوع مواد از گیاه به باکتری امکان‌پذیر شده است.

۴) در صورت تغییر دادن باکتری به‌منظور ساختن هورمون رشد انسانی، باید همه احتیاجات این فرایند در باکتری فراهم شود.

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۷)

پاسخ تشریحی:

فرض کنید می‌خواهیم باکتری را برای ساختن هورمون رشد انسانی تغییر دهیم، پس ضرورت دارد تمام احتیاجات این فرایند را در یاخته باکتری فراهم کنیم.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۱ مهندسی ژنتیک ابتدا با باکتری‌ها شروع شد؛ اما پیشرفت‌های بعدی، امکان دست‌ورزی ژنتیکی برای سایر موجودات زنده مثل گیاهان و جانوران را نیز فراهم کرد. امروزه با پیشرفت روش‌های مهندسی ژنتیک می‌توان یاخته‌های دیگری مثل مخمرها، یاخته‌های گیاهی و حتی جانوری را با این فرایند تغییر داد.

- ۲ و ۳ امروزه به کمک روش‌های زیست‌فناوری، تولید پلاستیک‌های قابل تجزیه با صرف هزینه کمتر (دلیل نادرستی ۲) ممکن شده است. این کار با وارد کردن ژن‌های تولیدکننده بسیاری از این نوع مواد از باکتری به گیاه (نه برعکس! دلیل نادرستی ۳) امکان‌پذیر است.

گروه آموزشی ماز

۶- در خصوص مجموعه رفتارهای جانوران که به منظور جست‌وجو و به دست آوردن غذا انجام می‌شوند، کدام عبارت به طور حتم صحیح است؟

- ۱) انتخاب طبیعی منجر به بروز رفتاری برای به دست آوردن غذایی با محتوای انرژی بیشتر می‌شود.
- ۲) رفتار برگزیده غذایی، موازنه متعادلی بین کسب بیشترین انرژی و کمترین خطر آسیب دیدن را نشان می‌دهد.
- ۳) غذای مصرف شده توسط جانور، علاوه بر تأمین انرژی، حاوی موادی به منظور عملکرد صحیح دستگاه‌های بدن است.
- ۴) میزان انرژی موجود در غذا و همچنین هزینه به دست آوردن و مصرف آن، نقش تعیین‌کننده‌ای در انتخاب غذا دارد.

(متوسط - مفهومی - ۱۲۰۸)

پاسخ: گزینه ۴

پاسخ تشریحی:

برای جانوران میزان سود یعنی میزان انرژی موجود در غذا و هزینه به دست آوردن غذا و مصرف آن اهمیت دارد. موازنه بین محتوای انرژی غذا و هزینه به دست آوردن آن، غذایی بهینه نام دارد. بر اساس انتخاب طبیعی، رفتار غذایی‌ای برگزیده می‌شود که از نظر میزان انرژی دریافتی کارآمدتر باشد؛ یعنی اینکه جانور در هر بار غذایی، بیشترین انرژی خالص را دریافت کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۱) غذاهای بزرگ‌تر انرژی بیشتری دارند اما ممکن است فراوانی آن‌ها کمتر و به دست آوردن آن‌ها دشوارتر باشد. در غذایی بهینه، میزان انرژی خالص مهم است. یعنی اختلاف بین انرژی غذا و انرژی به دست آوردن و مصرف آن مهم است. بنابراین در غذایی بهینه، غذایی با بیشترین انرژی خالص برگزیده می‌شود، نه لزوماً غذایی با بیشترین انرژی. به عنوان مثال، خرچنگ‌های ساحلی صدف‌های با اندازه متوسط را ترجیح می‌دهند زیرا آن‌ها بیشترین انرژی خالص را تأمین می‌کنند. صدف‌های بزرگ‌تر انرژی بیشتری دارند اما برای شکستن آن‌ها باید انرژی بیشتری صرف شود.
- ۲) هنگام غذایی ممکن است جانور خود در خطر شکار شدن یا آسیب دیدن قرار گیرد. بنابراین رفتار برگزیده باید موازنه‌ای بین کسب بیشترین انرژی و کمترین خطر را نیز نشان دهد. دقت کنید که سؤال به دنبال عبارتی است که «به طور حتم» صحیح باشد! نه عبارتی که ممکن است درست باشد. در نظر داشته باشید که همواره در جهت انجام رفتار غذایی، فطر شکار جانور را تهدید نمی‌کند.
- ۳) گاهی جانوران غذایی را مصرف می‌کنند که محتوای انرژی چندانی ندارد اما مواد مورد نیاز آن‌ها را تأمین می‌کند. برای مثال: گونه‌ای از طوطی‌ها، خاک رس می‌خورند تا مواد سمی حاصل از غذاهای گیاهی را در لوله گوارش آن‌ها خنثی کند.

### گروه آموزشی ماز

۷- طی تولید گیاه زراعی تراژنی، مراحل وجود دارد که به طور مستقیم با ژن‌ها سر و کار ندارند؛ کدام مورد، در ارتباط با این مراحل نادرست است؟

- ۱) فقط در یکی از آن‌ها، مقدار ماده ژنتیکی تغییر یافته افزایش می‌یابد.
- ۲) در همه آن‌ها، یاخته گیاهی که حاوی ماده وراثتی خارج از هسته است، وجود دارد.
- ۳) فقط در یکی از آن‌ها، صفت یا صفات مطلوب در گیاه اولیه مورد بررسی قرار می‌گیرد.
- ۴) در همه آن‌ها، اصول ایمنی زیستی به منظور عدم آسیب به محیط زیست رعایت می‌شود.

(سخت - مفهومی - ۱۲۰۷)

پاسخ: گزینه ۴

تعبیر:

مراحل ایجاد گیاهان زراعی تراژنی از طریق مهندسی ژنتیک را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

- ۱- تعیین صفت یا صفات مطلوب ۲- استخراج ژن یا ژن‌های صفت مورد نظر ۳- آماده‌سازی و انتقال ژن به گیاه ۴- تولید گیاه تراژنی ۵- بررسی دقیق ایمنی زیستی و اثبات بی‌خطر بودن برای سلامت انسان و محیط زیست ۶- تکثیر و کشت گیاه تراژنی با رعایت اصول ایمنی زیستی
- در مراحل ۱، ۵ و ۶ به طور مستقیم با ژن‌ها سر و کار نداریم.

پاسخ تشریحی:

در مراحل ۵ و ۶ برخلاف مرحله ۱، با اصول ایمنی زیستی سر و کار داریم! اما در مرحله یک، فقط به دنبال صفت یا صفات مطلوب هستیم.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۱) در مرحله ششم که تکثیر و کشت گیاه تراژنی اتفاق می‌افتد، با اینکه با ژن‌ها به طور مستقیم سر و کار نداریم، اما با تکثیر گیاه، ماده ژنتیکی تغییر یافته نیز همانندسازی کرده و مقدار آن افزایش می‌یابد.
- ۲) در مرحله اول که مرحله تعیین صفت یا صفات مطلوب است، یاخته گیاهی بررسی می‌شود. در مرحله پنجم، یاخته‌های گیاهی جدید بررسی می‌شوند و همچنین سلامت و آسیب نرسیدن به سایر گیاهان محیط زیست مورد بررسی قرار می‌گیرد. در مرحله ششم، گیاه تراژنی تکثیر می‌شود و تعداد یاخته‌های گیاهی افزایش پیدا می‌کند. یاخته گیاهی در هر کدام از این مراحل، حاوی راکیزه و سبزیسه است. این اندامک‌ها حاوی دنا هستند.
- ۳) فقط مرحله اول از بین این مراحل، مربوط به تعیین صفت یا صفات مطلوب است.

۸- در یکی از مراحل مربوط به همسانه‌سازی دنا، علاوه بر اینکه انتهایهای چسبنده ایجاد می‌شوند، همه انتهایهای چسبنده از بین می‌روند. چند مورد، درباره این مرحله صحیح است؟

الف: پیوندهای هیدروژنی بدون دخالت آنزیم تشکیل می‌شوند.

ب: از آنزیم برش‌دهنده‌ای مشابه با مرحله دیگری استفاده می‌شود.

ج: از هیچ‌گونه شوکی به منظور تخریب دیواره باکتری استفاده نمی‌شود.

د: از آنزیمی استفاده می‌شود که در هیچ‌کدام از مراحل دیگر استفاده نمی‌شود.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

(متوسط - مفهومی - ۱۴۰۷)

پاسخ: گزینه ۴

تعبیر:

طی همسانه‌سازی دنا به روش مهندسی ژنتیک، در مرحله دوم، اتصال قطعه دنا به ناقل و تشکیل دنا نوترکیب رخ می‌دهد. در این مرحله، ابتدا در دنا ناقل، انتهایهای چسبنده ایجاد می‌شوند و سپس با پیوستن قطعه دنا به ناقل، همه انتهایهای چسبنده از بین می‌روند.

پاسخ تشریحی:

همه موارد درست‌اند.

بررسی موارد:

الف) برای اتصال دنا مورد نظر به دیسک از آنزیم لیگاز (اتصال‌دهنده) استفاده می‌شود. این آنزیم پیوند فسفودی‌استر بین دو انتهای مکمل را ایجاد می‌کند. پیوندهای هیدروژنی بدون فعالیت آنزیم و در اثر رابطه مکملی بین بازها تشکیل می‌شوند.

ب) در ساخت یک دنا نوترکیب، قطعه دنا حاوی توالی مورد نظر در دنا ناقل جاسازی می‌شود. دانستید که برای جداسازی قطعه دنا مورد نظر از نوعی آنزیم برش‌دهنده استفاده می‌شود. توجه داشته باشید آنزیم مورد استفاده برای برش دادن دیسک، باید همان آنزیمی باشد که در جداسازی دنا مورد نظر استفاده شده است.

ج) در مرحله سوم، دنا نوترکیب را به درون یاخته میزبان مثلاً باکتری منتقل می‌کنند. به این منظور باید در دیواره باکتری منافذی ایجاد شود.

د) در این مرحله از آنزیم لیگاز (اتصال‌دهنده) استفاده می‌شود که در هیچ‌کدام از سه مرحله دیگر استفاده نمی‌شود.

گروه آموزشی ماز

۹- کدام مورد در ارتباط با اجتماع مورچه‌های برگ‌بر صادق است؟

۱) اندازه مورچه‌های حمل‌کننده برگ، بزرگ‌تر از مورچه‌های محافظت‌کننده از برگ است.

۲) مورچه‌ها نقش‌های مختلفی در رساندن ماده غذایی مورد استفاده خود به محل زندگی دارند.

۳) از طریق زندگی به صورت گروهی، شانس بقای هر فرد متعلق به این اجتماع افزایش پیدا می‌کند.

۴) مورچه‌های محافظت‌کننده از برگ، رنگ یکسانی دارند که متفاوت با مورچه حمل‌کننده برگ است.

(متوسط - مفهومی - ۱۴۰۸)

پاسخ: گزینه ۱

پاسخ تشریحی:

مطابق شکل، مورچه بزرگ‌تر کارگری است که برگ را به لانه حمل و مورچه‌های کوچک‌تر از آن دفاع می‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) اجتماع مورچه‌ها از گروه‌هایی تشکیل شده است که در اندازه، شکل و کارهایی که انجام می‌دهند تفاوت دارند. در اجتماع مورچه‌های برگ‌بر، مورچه‌ها قطعه‌های برگ را به عنوان کود برای پرورش نوعی قارچ که از آن تغذیه می‌کنند، به کار می‌برند. بنابراین این برگ‌ها که حمل می‌کنند، ماده غذایی مورد استفاده آن‌ها نیست! بلکه به عنوان کود استفاده می‌شود.

۳) در اجتماع مورچه‌های برگ‌بر، شانس بقای افرادی که از برگ محافظت می‌کنند، لزوماً افزایش پیدا نمی‌کند. چرا که ممکن است در مبارزه با عوامل بیگانه برای محافظت از برگ، از بین بروند.

۴) مطابق شکل، مورچه‌های محافظت‌کننده از برگ، رنگ‌های متفاوتی دارند و بعضی از آن‌ها، هم‌رنگ با مورچه حمل‌کننده برگ هستند.

گروه آموزشی ماز



۱۰- قلمرو یک جانور، بخشی از محدوده جغرافیایی است که جانور در آن زندگی می‌کند. در ارتباط با محافظت کردن جانور از این قلمرو، کدام عبارت نادرست است؟

- ۱) به‌طور حتم، جانور صاحب قلمرو به جانور مهاجم حمله می‌کند.
- ۲) ممکن است از ورود افراد هم‌گونه جانور به قلمرو جلوگیری شود.
- ۳) به‌طور حتم، محافظت از قلمرو با صرف زمان و انرژی همراه است.
- ۴) ممکن است جانور صاحب قلمرو به‌دلیل محافظت از آن آسیب ببیند.

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۸)

پاسخ تشریحی:

قلمروی یک جانور، بخشی از محدوده جغرافیایی است که جانور در آن زندگی می‌کند. جانوران در برابر افراد هم‌گونه یا افراد گونه‌های دیگر (دلیل درستی ۲) از قلمروی خود دفاع می‌کنند. این رفتار قلمروخواهی نام دارد. جانور با رفتارهایی مانند اجرای نمایش (نه لزوماً تهاجم) و یا تهاجم به جانوران دیگر اعلام می‌کند که قلمرو متعلق به آن است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۳) فعالیت‌های مربوط به قلمروخواهی نیازمند صرف زمان و مصرف انرژی است.
- ۴) تهاجم جانور صاحب قلمرو به جانور بیگانه، ممکن است به آسیب دیدن پرنده صاحب قلمرو هم بینجامد.

### گروه آموزشی ماز

۱۱- در ارتباط با نوعی آنزیم برش‌دهنده که جایگاه تشخیصی تشکیل شده از شش جفت نوکلئوتید دارد و ویژگی‌های کلی آن مشابه با جایگاه تشخیص آنزیم EcoR۱ است؛ کدام مورد، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

- «اگر توالی سه نوکلئوتید سمت چپ در جایگاه تشخیص آنزیم در یک رشته از دنا به‌صورت TCG باشد، آن‌گاه توالی سه نوکلئوتید سمت راست در این رشته دنا به‌صورت ..... خواهند بود و این جایگاه نسبت به جایگاه تشخیص آنزیم EcoR۱، پیوندهای هیدروژنی ..... خواهد داشت.»
- ۱) CGA - بیشتری      ۲) GCT - بیشتری      ۳) CGA - کمتری      ۴) GCT - کمتری

پاسخ: گزینه ۱ (سخت - مفهومی - ۱۲۰۷)

پاسخ تشریحی:

در جایگاه تشخیص آنزیم EcoR۱، توالی نوکلئوتیدهای هر دو رشته دنا از دو سمت مخالف یکسان خوانده می‌شود. با توجه به اینکه جایگاه تشخیص در آنزیم برش‌دهنده مورد نظر سؤال نیز ویژگی‌های کلی مشابه با جایگاه تشخیص در آنزیم EcoR۱ دارد، انتظار داریم در این جایگاه تشخیص نیز، توالی نوکلئوتیدهای هر دو رشته دنا از دو سمت مخالف یکسان خوانده شود.

اگر سه نوکلئوتید سمت چپ به‌صورت TCG باشند، سه نوکلئوتید سمت راست باید نوکلئوتیدهایی با بازهای آلی مکمل این نوکلئوتیدها بوده و به‌صورت CGA باشند. (یعنی نوکلئوتید مکمل G بلافاصله بعد از آن، سپس نوکلئوتید مکمل C و در نهایت هم نوکلئوتید مکمل T) آنگاه کل توالی به‌صورت TCGCGA و توالی مکمل آن در رشته دیگر دنا به‌صورت AGCGCT خواهد بود.

بین C و G نسبت به A و T پیوند هیدروژنی بیشتری تشکیل می‌شود. در ۶ جفت نوکلئوتید مربوط به این توالی، چهار جفت نوکلئوتید C و G وجود دارد. اما در جایگاه تشخیص آنزیم EcoR۱، که به‌صورت CTTAAG است، دو جفت نوکلئوتید C و G وجود دارد. بنابراین در جایگاه مورد نظر صورت سؤال، پیوندهای هیدروژنی بیشتری وجود دارد.

### گروه آموزشی ماز

۱۲- از بین مقایسه‌های زیر، کدام مورد یا موارد به‌درستی بیان شده است؟

- الف: رکود تابستانی همانند مهاجرت پرندگان، اساس ژنی دارد.
- ب: لاک پشت همانند قمری خانگی، نظام جفت‌گیری چند همسری دارد.
- ج: در نوعی جیرجیرک همانند طاووس، انتخاب جفت را نر انجام نمی‌دهد.
- د: زنبورهای عسل همانند گرگ‌ها، در زندگی گروهی با یکدیگر همکاری می‌کنند.
- ۱) «ب»      ۲) «الف» و «د»      ۳) «الف»، «ب»، «ج» و «د»      ۴) «الف»، «ج» و «د»



(متوسط - مفهومی - ۱۴۰۸)

پاسخ: گزینه ۴

پاسخ تشریحی:

همه موارد به جز مورد (ب) درست اند.

بررسی موارد:

**الف)** لاک پشتی که رکود تابستانی را انجام می دهد، حتی وقتی در آزمایشگاه قرار دارد و غذا و آب کافی دریافت می کند، رکود تابستانی را نشان می دهد. با توجه به این موضوع، رکود تابستانی را رفتاری ژنی می دانند. مهاجرت رفتاری غریزی است که یادگیری نیز در آن نقش دارد.

**ب)** نظام جفت گیری لاک پشت را نمی دانیم! اما می دانیم که قمری خانگی، نظام جفت گیری تک همسری دارد.

انواع نظام های جفت گیری		
نوع نظام جفت گیری	چند همسری	تک همسری
مثال	بیشتر پستانداران و طاووس	بیشتر پرندگان، مثل قمری خانگی
انتخاب جفت	معمولاً توسط افراد ماده	نر و ماده نقش مساوی دارند
نگهداری و پرورش زاده ها	فرد ماده	نر و ماده
نقش والد نر در مراقبت از فرزندان	می تواند غیرمستقیم کمک کند؛ از طریق نگهداری از قلمرو، تهیه منابع غذایی، آماده سازی محل لانه و ایجاد پناهگاه ایمن از شکارچی	همانند فرد ماده، هزینه های پرورش زاده ها را می پردازد

**ج)** در طاووس ها، انتخاب جفت را نر انجام نمی دهد.

در کتاب درسی خواندیم که: **در نوعی جبر جبرک**، جانور نر هزینه بیشتری در تولید مثل می پردازد و بنابراین جفت را انتخاب می کند. با توجه به این موضوع، پس انواعی از جبر جبرک ها هم وجود دارند که به این شکل نیستند و جانور نر، انتخاب جفت را انجام نمی دهد.

نظام جفت گیری در پرندگان و پستانداران			
پستانداران		پرندگان	
بیشتر	برخی	بیشتر	برخی
چند همسری	تک همسری	تک همسری	چند همسری
یکی از والدین (معمولاً جنس ماده)	هر دو والد	هر دو والد	یکی از والدین (معمولاً جنس ماده)
یکی از جنس ها (معمولاً جنس ماده)	هر دو جنس، سهم مساوی دارند.	هر دو جنس، سهم مساوی دارند.	یکی از جنس ها (معمولاً جنس ماده)
گوزن	—	قمری خانگی	طاووس

**د)** برخی جانوران مانند مورچه و گرگ به شکل گروهی زندگی می کنند و با هم همکاری دارند. زنبورهای عسل نیز زندگی گروهی دارند.

گروه آموزشی ماز

۱۳- سه دوره مختلف برای زیست فناوری در نظر می گیرند. کدام دو مورد، فقط مربوط به یک دوره از زیست فناوری هستند؟

- تولید مواد غذایی و کشت ریز جانداران
- تولید موادی مانند پادزیست ها و انتقال ژن بین دو ریز جاندار
- تولید آنزیم و استفاده از فتوبیوراکتور برای جلبک تک یاخته ای
- اصلاح خصوصیات ریز جانداران و آغاز ساخت محصولات تخمیری

(آسان - مفهومی - ۱۴۰۷)

پاسخ: گزینه ۳

پاسخ تشریحی:

فتوبیوراکتور نمونه ای از فناوری زیستی با کاربرد صنعتی است. فتوبیوراکتورها محیط های کشت وسیع جانداران فتوسنتز کننده ای مانند جلبک ها هستند. کشت ریز جانداران (مثل جلبک تک یاخته ای) در طبقه بندی زیست فناوری **کلاسیک** قرار می گیرد. اگر تغییر ژنی در جاندار ایجاد می شد، آن گاه متعلق به زیست فناوری نوین بود.

با استفاده از روش های تخمیر و کشت ریز جانداران (میکروارگانیسم ها) تولید موادی مانند پادزیست ها، آنزیم ها و مواد غذایی در دوره زیست فناوری **کلاسیک** ممکن شد.

بررسی سایر گزینه ها:

۱) تولید محصولات تخمیری مانند سرکه، نان و فراورده های لبنی مربوط به زیست فناوری سنتی است. در زیست فناوری کلاسیک نیز با استفاده از روش های تخمیر و کشت ریز جانداران (میکروارگانیسم ها) تولید موادی مانند پادزیست ها، آنزیم ها و مواد غذایی ممکن شد. بنابراین تولید مواد غذایی مربوط به هر دو دوره **سنتی و کلاسیک** است. سؤال به دنبال مواردی می گردد که فقط مربوط به یک دوره زیست فناوری باشند. کشت ریز جانداران مربوط به زیست فناوری **کلاسیک** است.





تولید موادی مانند پادزیست‌ها مربوط به زیست فناوری کلاسیک است. زیست فناوری نوین با انتقال ژن از یک ریزجاندار به ریزجاندار دیگر آغاز شد. تولید محصولات تخمیری مانند سرکه، نان و فراورده‌های لبنی با استفاده از فرایندهای زیستی مربوط به زیست فناوری سنتی است. دقت کنید که در زیست فناوری کلاسیک نیز از روش تخمیر استفاده می‌شود، اما آغاز استفاده از این روش، در دوره سنتی بوده است. در زیست فناوری نوین، دانشمندان توانستند با تغییر و اصلاح خصوصیات ریزجانداران، ترکیبات جدید را با مقادیر بیشتر و کارایی بالاتر تولید کنند.

### گروه آموزشی ماز

۱۴- یک خانم خانه‌دار، خمیری برای تولید نان آماده کرده است و قصد پختن آن را دارد؛ اما به دلیل فراموشی، خمیر را به حال خود رها کرده است و پس از اینکه به سراغ آن می‌آید، با خمیری مواجه می‌شود که حجم آن در اثر تخمیر تغییر پیدا کرده است. مطابق با توضیحات کتاب درسی، تغییری که در حجم این خمیر رخ داده، نمونه‌ای از کدام نوع زیست فناوری محسوب می‌شود؟

(۱) کلاسیک (۲) نوین (۳) سنتی (۴) هیچ کدام

(آسان - مفهومی - ۱۲۰۷)

پاسخ: گزینه ۴

پاسخ تشریحی:

این سؤال، از دل تعریف مربوط به زیست فناوری مطرح شده است:

به طور کلی به هرگونه فعالیت هوشمندانه آدمی در تولید و بهبود محصولات گوناگون با استفاده از موجود زنده، زیست فناوری گویند. در این تعریف باید به کلمه «هوشمندانه» توجه کنید! اگر این خانم، خودش از قصد و با هدف خاصی، خمیر را رها می‌کرد تا تخمیر شود، نمونه‌ای از زیست فناوری سنتی رخ داده بود اما در سؤال مطرح شده که به دلیل فراموشی، خمیر به حال خود رها شده و این اتفاق افتاده است! بنابراین اصلاً زیست فناوری صورت نگرفته است.

ویژگی‌های دوره‌های زیست فناوری			
دوره زیست فناوری	سنتی	کلاسیک	نوین
تخمیر	✓ تولید محصولات تخمیری مانند سرکه، نان و فراورده‌های لبنی و خیارشور	✓ استفاده از روش‌های تخمیر	—
کشت ریزجانداران (میکروارگانیزم‌ها)	✗	✓	✓
انتقال ژن از یک ریزجاندار به ریزجاندار دیگر	✗	✗	✓
تغییر و اصلاح خصوصیات ریزجانداران	✗	✗	✓
تولید ترکیبات دارویی	✗	✓ پادزیست (آنتی‌بیوتیک‌ها)	✓ پادزیست، انسولین، عوامل انعقادی، واکسن و ...
تولید آنزیم‌ها	✗	✓	✓ آمیلاز، اینترفرون، پلاسمین و ...
تولید مواد غذایی	✓ محصولات تخمیری مانند سرکه، نان و فراورده‌های لبنی و خیارشور	✓	✓
تولید ترکیبات جدید با مقادیر بیشتر و کارایی بالاتر	✗	✗	✓ ناشی از تغییر و اصلاح خصوصیات ریزجانداران
فعالیت هوشمندانه آدمی	✓	✓	✓
تولید و بهبود محصولات گوناگون با استفاده از موجود زنده	✓	✓	✓

### گروه آموزشی ماز

۱۵- کودکی که چندین بار هنگام تاب سواری به زمین خورده و آسیب دیده است، از تاب سواری می‌ترسد و دیگر نمی‌خواهد که آن را تجربه کند. اگر این رفتار کودک را با نوعی یادگیری که در جانوران بروز پیدا می‌کند توجیه کنیم، کدام مورد، درباره این نوع یادگیری در جانوران صحیح است؟

- (۱) می‌تواند منجر به افزایش دفعات بروز نوعی رفتار خاص در جانور گردد.
- (۲) یک محرک بی‌اثر می‌تواند پس از مدتی باعث بروز پاسخی غریزی شود.
- (۳) پاسخ جانور به محرک‌های بی‌اهمیت کاهش پیدا می‌کند یا از بین می‌رود.
- (۴) جانور با استفاده از تجربه‌های گذشته، برای حل مسئله جدید برنامه‌ریزی می‌کند.

(متوسط - مفهومی - ۱۲۰۸)

پاسخ: گزینه ۱

تعبیر:

رفتار کودک در حقیقت نوعی شرطی شدن فعال است. چون کودک بین رفتار خود (تاب سواری کردن) و تنبیهی که به دنبال آن دریافت کرده است (زمین خوردن و آسیب دیدن) ارتباط برقرار کرده است و فکر می‌کند که هر بار تاب سواری کند، به زمین خورده و آسیب می‌بیند.

پاسخ تشریحی:

در شرطی شدن فعال، جانور می‌آموزد بین رفتار خود با پاداش یا تنبیهی که دریافت می‌کند، ارتباط برقرار کرده و در آینده رفتاری را تکرار یا از انجام آن خودداری می‌کند. بنابراین در صورتی که رفتار جانور با دریافت پاداش همراه باشد، جانور این رفتار را به دفعات بیشتری تکرار خواهد کرد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۲ در شرطی شدن کلاسیک، یک محرک بی‌اثر در صورتی که با یک محرک طبیعی همراه شود، پس از مدتی تبدیل به محرک شرطی شده و می‌تواند باعث بروز پاسخی غریزی شود.
- ۳ خوگیری موجب می‌شود جانور با چشم‌پوشی از محرک‌های بی‌اهمیت، انرژی خود را برای انجام فعالیت‌های حیاتی حفظ کند.
- ۴ در رفتار حل مسئله، جانور بین تجربه‌های گذشته و موقعیت جدید ارتباط برقرار می‌کند و با استفاده از آن‌ها برای حل مسئله جدید، آگاهانه برنامه‌ریزی می‌کند.

گروه آموزشی ماز

۱۶- ترتیب وقایعی که به منظور بروز رفتار مراقبت مادری در موش‌های مادر رخ می‌دهند، در کدام مورد به درستی بیان شده است؟

الف: فرایندهای پیچیده‌ای در مغز موش مادر انجام می‌شود.

ب: اطلاعاتی از راه حواس به مغز موش مادر ارسال می‌شود.

ج: از روی زن‌های دیگری به جز زن B رونویسی انجام می‌شود.

د: زن B در یاخته‌هایی از دستگاه عصبی مرکزی فعال می‌شود.

۲ «الف»، «ب»، «د» و «ج»

۱ «ب»، «د»، «ج» و «الف»

۴ «ب»، «الف»، «د» و «ج»

۳ «ب»، «ج»، «د» و «الف»

(آسان - مفهومی - ۱۲۰۸)

پاسخ: گزینه ۱

پاسخ تشریحی:

موش مادر ابتدا نوزادان را واری می‌کند و اطلاعاتی از راه حواس به مغز آن ارسال می‌شود؛ در نتیجه زن B در یاخته‌هایی در مغز موش مادر فعال می‌شود و دستور ساخت پروتئینی را می‌دهد که آنزیم‌ها و زن‌های دیگری را فعال می‌کند. در مغز جانور فرایندهای پیچیده‌ای به راه می‌افتد که در نتیجه آن‌ها، موش ماده رفتار مراقبت مادری را نشان می‌دهد.

گروه آموزشی ماز

۱۷- در خصوص زیست‌فناوری، کدام مورد به طور نادرست بیان شده است؟

۱ زیست‌فناوری از گرایش‌های علمی متعددی مانند علوم زیستی، ریاضیات، فیزیک و علوم مهندسی بهره می‌گیرد.

۲ زیست‌فناوری قلمروی بسیار گسترده دارد و مهندسی ژنتیک، مهندسی بافت و پروتئین، فقط بعضی از روش‌های آن هستند.

۳ به‌طور کلی هرگونه فعالیت انسان در تولید و بهبود محصولات گوناگون با استفاده از اصول زیست‌شناسی، زیست‌فناوری نام دارد.

۴ کاربردهای فراوان زیست‌فناوری، آن را به نشانه پیشرفت کشورها و به یکی از ابزارهای مهم برای تأمین نیازهای متنوع تبدیل کرده است.

(متوسط - مفهومی - ۱۲۰۷)

پاسخ: گزینه ۳

پاسخ تشریحی:

به‌طور کلی به هرگونه فعالیت هوشمندانه (نه صرفاً هرگونه فعالیت) آدمی در تولید و بهبود محصولات گوناگون با استفاده از موجود زنده، زیست‌فناوری گویند. دقت کنید که در زیست‌فناوری نیز از اصول زیست‌شناسی استفاده می‌شود اما صرفاً استفاده از اصول زیست‌شناسی کافی نیست تا کار ما، زیست‌فناوری محسوب شود؛ بلکه حتماً باید از موجود زنده استفاده شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۱ زیست‌فناوری از گرایش‌های علمی متعددی مانند علوم زیستی، ریاضیات و علوم مهندسی بهره می‌برد.
- ۲ زیست‌فناوری قلمروی بسیار گسترده دارد و روش‌هایی مانند مهندسی ژنتیک، مهندسی پروتئین و بافت را در بر می‌گیرد. بنابراین این سه روش ذکر شده، فقط بعضی از روش‌های زیست‌فناوری هستند.
- ۴ کاربردهای فراوان زیست‌فناوری، آن را به عنوان نشانه پیشرفت کشورها در قرن حاضر و به یکی از ابزارهای مهم برای تأمین نیازهای متنوع تبدیل کرده است.

گروه آموزشی ماز

۱۸- مطابق با متن کتاب درسی، دلیل ضرورت استفاده از آمیلازهای پایدار در برابر گرما چیست؟

- (۱) بسیاری از مراحل تولید صنعتی در دماهای بالا به انجام می‌رسد.
- (۲) استفاده از آن‌ها باعث کاهش زمان واکنش و افزایش بهره‌وری صنعتی می‌شود.
- (۳) آمیلازها در بخش‌های مختلف صنعتی مانند صنایع غذایی و نساجی کاربرد دارند.
- (۴) به کمک زیست‌فناوری، طراحی و تولید آمیلازهای مقاوم به گرما ممکن شده است.

(آسان - مفهومی - ۱۳۰۷)

پاسخ: گزینه ۱

پاسخ تشریحی:

آمیلازها در بخش‌های مختلف صنعتی مانند صنایع غذایی، نساجی و تولید شوینده‌ها کاربرد دارند. بسیاری از مراحل تولید صنعتی در دماهای بالا انجام می‌شود. بنابراین، استفاده از آمیلاز پایدار در برابر گرما ضرورت دارد. امروزه به کمک روش‌های زیست‌فناوری، طراحی و تولید آمیلازهای مقاوم به گرما ممکن شده است. استفاده از این مولکول‌ها باعث کاهش زمان واکنش، صرفه‌جویی اقتصادی و در نتیجه افزایش بهره‌وری صنعتی می‌شود.

### گروه آموزشی ماز

۱۹- در ارتباط با تولید انسولین، کدام مشخصه، محصول تولید شده به وسیله انتقال ژن انسولین انسانی به باکتری را از محصول تولید شده به روش مهندسی ژنتیک متمایز می‌کند؟

- (۱) گروه آمین در زنجیره A، در مقابل گروه آمین در زنجیره B قرار دارد.
- (۲) در زنجیره A فقط گروه کربوکسیل و در زنجیره B فقط گروه آمین آزاد هستند.
- (۳) بین آمینواسیدهای زنجیره A و آمینواسیدهای زنجیره B، پیوند شیمیایی وجود دارد.
- (۴) زنجیره‌های A و B از طریق گروه‌های یکسان، با زنجیره C پیوند پپتیدی برقرار کرده‌اند.

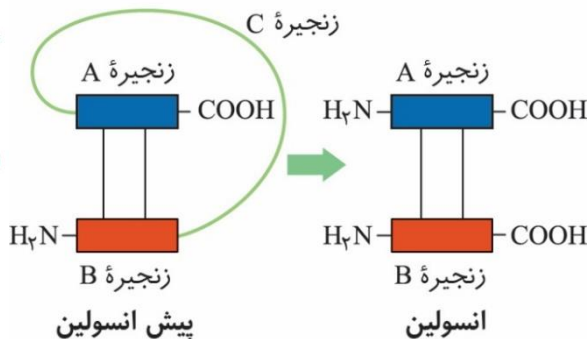
(متوسط - مفهومی - ۱۳۰۷)

پاسخ: گزینه ۲

تعبیر:

باکتری در صورت داشتن ژن انسولین انسانی می‌تواند آن را بسازد؛ اما تبدیل پیش‌هورمون به هورمون در باکتری انجام نمی‌شود. بنابراین محصولی که پس از انتقال ژن انسولین به باکتری تولید می‌شود، در واقع پیش‌انسولین است. محصول تولید شده به روش مهندسی ژنتیک، انسولین فعال است.

پاسخ تشریحی:

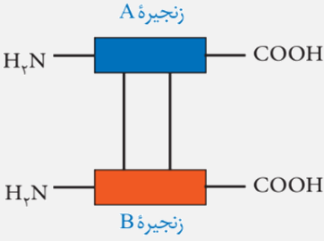


مطابق شکل، در ساختار پیش‌انسولین، گروه کربوکسیل در زنجیره A و گروه آمین در زنجیره B به شکل آزاد هستند. اما در انسولین فعال، هر دو گروه آمین و کربوکسیل، در هر دو زنجیره به شکل آزاد قرار دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۱ در انسولین فعال، گروه آمین در زنجیره A، در مقابل گروه آمین در زنجیره B قرار دارد. گروه‌های کربوکسیل در این زنجیره‌ها نیز مقابل هم هستند.
- ۳ مطابق شکل ۱۳، در ساختار پیش‌انسولین همانند انسولین، پیوندهای شیمیایی بین دو زنجیره A و B قرار دارد و حتی تعداد این پیوندها نیز در دو ساختار، مشابه است.
- ۴ در ساختار پیش‌انسولین، زنجیره A از طریق گروه آمین و زنجیره B از طریق گروه کربوکسیل، با زنجیره C پیوند پپتیدی برقرار می‌کنند.



پیش انسولین	انسولین
به صورت یک زنجیره پلی پپتیدی بزرگ است که خود از ۳ زنجیره A، B و C تشکیل شده است.	از دو زنجیره پلی پپتیدی A و B تشکیل شده است.
زنجیره های A و B توسط دو پیوند (این پیوندها، غیر پپتیدی هستند) به هم متصل هستند.	
انتهای آمینی زنجیره A به انتهای کربوکسیلی زنجیره C متصل است.	انتهای آمینی زنجیره A آزاد است.
انتهای کربوکسیل زنجیره B به انتهای آمین زنجیره C متصل است.	انتهای کربوکسیل زنجیره B آزاد است.
انتهای کربوکسیل زنجیره A و انتهای آمین زنجیره B آزاد است.	
زنجیره های A و B هم از طریق زنجیره C و هم از طریق پیوندهای غیر پپتیدی به هم اتصال دارند.	زنجیره های A و B فقط از طریق پیوندهای غیر پپتیدی به هم متصل اند.
زنجیره های A و B به صورت مستقیم از طریق پیوند بین ۴ آمینو اسید به هم متصل اند؛ هر یک از پیوندهای غیر پپتیدی بین دو آمینو اسید است.	
	

## گروه آموزشی ماز

۲۰- کدام موارد زیر، از دلایل طراحی و تولید جانوران تراژن در زیست فناوری به شمار می آیند؟

الف: ساخت داروهای خاص در بدن جانوران

ب: مطالعه عملکرد ژن های مربوط به عوامل رشد در دامها

ج: بررسی نوعی بیماری خود ایمنی مؤثر بر دستگاه عصبی مرکزی

د: تولید شیر مناسب تر برای انسان، در مقایسه با شیر طبیعی دامها

(۴) «الف»، «ب»، «ج» و «د»

(۳) «الف»، «ب» و «د»

(۲) «الف» و «ج»

(۱) «ب» و «د»

(متوسط - مفهومی - ۱۲۰۷)

پاسخ: گزینه ۴

پاسخ تشریحی:

همه موارد درست اند.

بررسی موارد:

دلایل متعددی برای طراحی و تولید جانوران تراژن وجود دارد که می توان به چند مورد اشاره کرد:

**الف)** تولید پروتئین های انسانی یا داروهای خاص در بدن آن ها

**ب)** مطالعه عملکرد ژن های خاص در بدن مثل ژن های عوامل رشد و نقش آن ها در رشد بهتر دامها

**ج)** کاربرد آن ها به عنوان مدلی برای مطالعه بیماری های انسانی از قبیل انواع سرطان، آلزایمر و بیماری ام.اس (بیماری ام.اس یک بیماری خود ایمنی است که باعث از بین رفتن میلین اطراف یاخته های عصبی در دستگاه عصبی مرکزی می شود).

**د)** تولید پروتئین های انسانی یا داروهای خاص در بدن آن ها، به عنوان مثال دام های تراژنی می توانند، شیر غنی از نوعی پروتئین انسانی تولید کنند که برای انسان نسبت به شیر طبیعی دامها مناسب تر است.

## گروه آموزشی ماز

۲۱- در خصوص موضوعات اخلاقی متنوعی که طی استفاده از زیست فناوری رخ می دهند، کدام مورد صحیح است؟

(۱) جنبه های اخلاقی مربوط به زیست فناوری، شامل مقررات و روش هایی به منظور تضمین بهره برداری از این فناوری است.

(۲) قانون ایمنی زیستی به منظور پیشگیری از خطرات احتمالی زیست فناوری در همه کشورها از جمله ایران به تصویب رسیده است.

(۳) تا به حال با توجه به تحقیقات انجام شده، نتایج اندکی مبتنی بر داده های علمی، درباره آثار جانبی کاربردهای زیست فناوری ارائه شده است.

(۴) برای پاسخ به سؤالات در خصوص نتایج کاربردهای زیست فناوری، دانشمندان با تخصص های مختلف، مجوز نهایی انجام پژوهش ها را صادر می کنند.

(سخت - مفهومی - ۱۲۰۷)

پاسخ: گزینه ۲

پاسخ تشریحی:

قانون ایمنی زیستی به منظور استفاده مناسب از مزایای زیست فناوری و پیشگیری از خطرات احتمالی آن، در همه کشورها از جمله ایران تدوین و به تصویب رسیده است.



### بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۱) مانند همه دستاوردهای بشر، استفاده از زیست فناوری نیز باید با ملاحظات همراه باشد. این ملاحظات جنبه‌های مختلف اخلاقی، اجتماعی و ایمنی زیستی را دربر می‌گیرند (۳ تا پیژ مقلد). ایمنی زیستی (نه ملاحظات اخلاقی) شامل مجموعه‌ای از تدابیر، مقررات و روش‌هایی برای تضمین بهره‌برداری از این فناوری است.
- ۳) تاکنون از نتایج تحقیقات انجام شده هیچ‌گونه گزارشی مبتنی بر شواهد و داده‌های علمی در مورد آثار جانبی کاربرد این فناوری، محصولات به‌دست آمده و خطرناک بودن آن‌ها ارائه نشده است.
- ۴) همواره سؤال‌های متعددی در مورد نتایج انواع کاربردهای زیست فناوری مطرح بوده و هست. برای پاسخ به این سؤالات، پژوهش‌های زیادی در حال انجام است. نتایج به‌دست آمده از چنین پژوهش‌هایی از طرف مجموعه‌ای از دانشمندان با تخصص‌های مختلف داوری و صدور مجوز نهایی توسط دستگاه‌های نظارتی انجام می‌شود. بنابراین دانشمندان، داوری و دستگاه‌های نظارتی، صدور مجوز نهایی را بر عهده دارند.

### گروه آموزشی ماز

- ۲۲- در ارتباط با دو رفتار مطرح شده در کتاب درسی که طی آن‌ها، جانور بخشی از غذای خورده شده را از دهان بر می‌گرداند، کدام مورد درست است؟
- ۱) وجه تشابه آن‌ها، عدم تکرار مجدد رفتار در صورت جبران نشدن آن است.
  - ۲) وجه تمایز آن‌ها، افزایش شانس بقا و تولیدمثل جانوری غیرخویشاوند است.
  - ۳) وجه تمایز آن‌ها، وابسته بودن انجام شدن آن‌ها به محتوای ژنتیکی جانور است.
  - ۴) وجه تشابه آن‌ها، مغایرت با انتخاب طبیعی، به دلیل کاستن از غذای فرد غذا دهنده است.

(متوسط - مفهومی - ۱۲۰۸)

پاسخ: گزینه ۲



تعبیر:

دو رفتار مطرح شده در کتاب درسی که طی آن‌ها، جانور بخشی از غذای خورده شده را بر می‌گرداند: برگرداندن بخشی از خون خورده شده در خفاش‌های خون‌آشام + برگرداندن بخشی از غذای خورده شده در پرندۀ کاکایی والد

### پاسخ تشریحی:

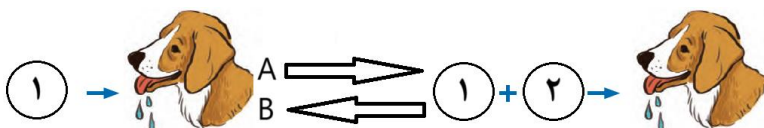
در کاکایی، این رفتار به بقای زاده‌ها منجر می‌شود. یعنی جانوران خویشاوند هستند! خفاش‌هایی که دگرخواهی انجام می‌دهند، لزوماً خویشاوند نیستند.

### بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۱) خفاشی که غذا دریافت کرده، کار خفاش دگرخواه را در آینده جبران می‌کند. اگر جبران انجام نشود، این خفاش از اشتراک غذا کنار گذاشته می‌شود. کاکایی وقتی به زاده خود غذا می‌دهد، انتظار جبران این رفتار را ندارد! یعنی جوجه اصلاً جبران نمی‌کند و پرندۀ والد، همچنان به او غذا می‌دهد. مهر مادری و پدیری!
- ۳) هر دو رفتار، اساس ژنی دارند و انجام شدن آن‌ها به محتوای ژنتیکی جانور وابسته است.
- ۴) هر دوی این رفتارها توسط انتخاب طبیعی برگزیده شده‌اند. حتی رفتار دگرخواهی در خفاش‌ها، در اثر انتخاب طبیعی برگزیده شده و به بقای آن‌ها منجر می‌شود.

### گروه آموزشی ماز

- ۲۳- اگر ترشح بزاق سگ را نوعی پاسخ در نظر بگیریم، کدام مورد با توجه به شکل زیر صحیح است؟



- ۱) اگر جهت فلش «B» باشد، به‌طور حتم محرک «۱» محرک شرطی است.
- ۲) اگر جهت فلش «A» باشد، به‌طور حتم محرک «۱» محرکی طبیعی است.
- ۳) اگر جهت فلش «B» باشد، به‌طور حتم محرک «۲» محرکی بی‌اثر بوده است.
- ۴) اگر جهت فلش «A» باشد، به‌طور حتم محرک «۲» محرکی بی‌اثر بوده است.



(سخت - مفهومی - ۱۲۰۸)

پاسخ: گزینه ۲

پاسخ تشریحی:

اگر جهت فلش «A» باشد، در شکل سمت چپ هنوز هیچ نوعی از شرطی شدن رخ نداده است و چون محرک «۱» باعث ایجاد پاسخ ترشح بزاق شده است، بنابراین محرکی طبیعی است.

بررسی سایر گزینه ها:

۱ و ۳ اگر جهت فلش «B» باشد، محرک «۱» و «۲»، هر کدامشان ممکن است محرک طبیعی بوده و محرک دیگر، محرک شرطی باشد که در ادامه به تنهایی نیز منجر به ترشح بزاق می شود. همچنین ممکن است هر دو محرک، محرک طبیعی باشند که یک بار با هم و بار دیگر، به تنهایی در مقابل سگ قرار گرفته اند.

۴ اگر جهت فلش «A» باشد، ممکن است محرک «۲» یک محرک شرطی باشد که به دلیل همراهی با محرک طبیعی «۱» منجر به بروز پاسخ شده باشد. همچنین ممکن است محرک «۲» نیز خودش محرکی طبیعی بوده و در کنار یک محرک طبیعی دیگر، هر دو باعث تحریک پاسخ شده باشند. مثل اینکه هم عصاره گوشت گاو و هم عصاره مرغ را جلوی سگ بگذاریم! در صورت سؤال هم ذکر نشده که حتماً نوعی یادگیری و شرطی شدن اتفاق افتاده است! بنابراین ممکن است اصلاً شرطی شدن در کار نباشد!

### گروه آموزشی ماز

۲۴- در چند مورد، مقایسه بین دو نوع دوره کاهش فعالیت جانوران که در کتاب درسی مطرح شده اند، درست است؟

الف: وجه تشابه آن ها، کم بودن دمای بدن و مقدار مصرف اکسیژن است.

ب: وجه تشابه آن ها، کاهش تعداد تنفس جانور و کاهش نیاز به مصرف انرژی است.

ج: وجه تمایز آن ها، امکان ورود مواد غذایی به دستگاه گوارش جانور در طی این دوره است.

د: وجه تمایز آن ها، مصرف مقدار زیادی مواد غذایی توسط جانور، قبل از ورود به این دوره است.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

(متوسط - مفهومی - ۱۲۰۸)

پاسخ: گزینه ۳

تعبیر:

دو نوع دوره کاهش فعالیت جانوران که در کتاب درسی مطرح شده اند: خواب زمستانی + رکود تابستانی

پاسخ تشریحی:

همه موارد به جز مورد (الف) درست اند.

بررسی موارد:

الف) رکود تابستانی در جانورانی دیده می شود که در جاهای به شدت گرم مانند بیابان زندگی می کنند. بنابراین در رکود تابستانی، دمای بدن کم نیست!  
ب) در خواب زمستانی، جانور به خواب عمیقی فرو می رود و یک دوره کاهش فعالیت را طی می کند که در آن دمای بدن، مصرف اکسیژن، تعداد تنفس جانور و نیاز جانور به انرژی کاهش می یابد.

ج) پیش از ورود به خواب زمستانی، جانور مقدار زیادی غذا مصرف می کند و در بدن آن چربی لازم به مقدار کافی ذخیره می شود تا هنگام خواب به مصرف برسد. اما در رکود تابستانی، قبل از ورود به این دوره، خوردن مقدار زیادی غذا انجام نمی شود و حتی این جانوران در پاسخ به نبود غذا یا دوره های خشک سالی، رکود تابستانی را انجام می دهند. وقتی جانور در خواب زمستانی است، طبیعتاً غذایی نمی خورد! اما در رکود تابستانی می تواند غذا بخورد.

### گروه آموزشی ماز

۲۵- در خصوص نمونه ای از همسانه سازی مولکول های دنا که چهار مرحله آن در ابتدای فصل هفتم زیست شناسی پایه دوازدهم توضیح داده شده، کدام مورد درست است؟

۱) تعداد جایگاه های تشخیص آنزیم برش دهنده، برابر با نصف تعداد انتهای چسبنده ای است که ایجاد می شوند.

۲) در دیسک نوترکیب، ژن خارجی در مقایسه با ژن مقاومت در برابر پادزیست، به جایگاه آغاز همانندسازی نزدیک تر است.

۳) تعداد نوکلئوتیدهای مربوط به جایگاه آغاز همانندسازی، بیشتر از نوکلئوتیدهای سازنده ژن مقاومت در برابر پادزیست است.

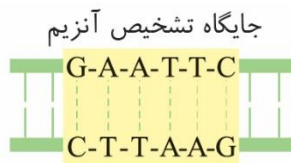
۴) در دیسک طبیعی، ژن مقاومت در برابر پادزیست در مقایسه با جایگاه تشخیص آنزیم، از جایگاه آغاز همانندسازی دورتر است.



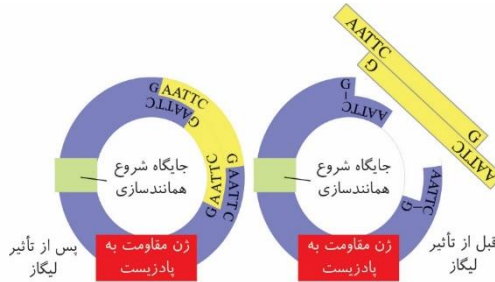
(متوسط - مفهومی - ۱۲۰۷)

پاسخ: گزینه ۱

پاسخ تشریحی:



با استفاده از EcoR۱



مطابق شکل، به ازای هر جایگاه تشخیص آنزیم برش‌دهنده، دو انتهای چسبنده ایجاد می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) مطابق شکل که دیسک نو ترکیب را نشان می‌دهد، ژن خارجی در مقایسه با ژن مقاومت در برابر پادزیست، از جایگاه آغاز همانندسازی دورتر است.

۳) مطابق شکل، جایگاه آغاز همانندسازی در مقایسه با ژن مقاومت در برابر پادزیست کوچک‌تر است و بنابراین تعداد نوکلئوتیدهای کمتری دارد.

۴) مطابق شکل که دیسک طبیعی را نشان می‌دهد، ژن مقاومت در برابر پادزیست در مقایسه با جایگاه تشخیص آنزیم، به جایگاه آغاز همانندسازی نزدیک‌تر است.

### گروه آموزشی ماز

۲۶- علمی که با استفاده از مفاهیم زیست‌شناختی، ریاضی، آمار و علوم رایانه‌ای، مبنایی برای درک، طبقه‌بندی، مدل‌سازی و تجزیه و تحلیل داده‌های زیستی فراهم می‌کند، در دو روش مهندسی مربوط به زیست‌فناوری مورد استفاده قرار می‌گیرد. کدام مورد، نمونه‌ای از کاربردهای یکی از این دو روش محسوب می‌شود؟

- ۱) تعداد زیادی باکتری دارای دناي خارجی آماده شود که می‌توان از آن‌ها برای تولید فراورده یا استخراج ژن استفاده کرد.
- ۲) یاخته‌های غضروفي در محیط کشت روی داربست مناسب تکثیر و غضروف جدید برای بازسازی اندام آسیب‌دیده تولید می‌شود.
- ۳) یاخته‌های تمایز یافته‌ای مانند یاخته‌های ماهیچه‌ای، در محیط کشت به‌شکلی تغییر پیدا کرده که توانایی تکثیر زیادی پیدا می‌کنند.
- ۴) جانشینی یک جفت آمینواسید پلاسمین با آمینواسیدهای دیگر در توالی، باعث افزایش مدت زمان فعالیت و اثرات درمانی آن می‌شود.

(سخت - مفهومی - ۱۲۰۷)

پاسخ: گزینه ۲

تعبیر:

مهندسی پروتئین و بافت از علمی به نام بیوانفورماتیک بهره می‌برند. علم بیوانفورماتیک با استفاده از مفاهیم زیست‌شناختی، ریاضی، آمار و علوم رایانه‌ای، مبنایی برای درک، طبقه‌بندی، مدل‌سازی و تجزیه و تحلیل داده‌های زیستی فراهم می‌کند.

پاسخ تشریحی:

متخصصان مهندسی بافت، در زمینه تولید و پیوند اعضا نیز فعالیت می‌کنند. برای نمونه، جراحان بازسازی‌کننده چهره می‌توانند به کمک روش‌های مهندسی از بافت غضروف برای بازسازی لاله گوش و بینی استفاده کنند. در این روش، یاخته‌های غضروفي را در محیط کشت روی داربست مناسب تکثیر و غضروف جدید را برای بازسازی اندام آسیب‌دیده تولید می‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۱) طی مهندسی ژنتیک، در شرایط مناسب، باکتری‌های تراژنی با سرعت بالایی تکثیر می‌شوند. بنابراین، تعداد زیادی باکتری دارای دناي خارجی آماده خواهد شد که می‌توان از آن‌ها برای تولید فراورده یا استخراج ژن استفاده کرد.
- ۳) یاخته‌های تمایز یافته‌ای مانند یاخته‌های ماهیچه‌ای در محیط کشت به مقدار کم تکثیر می‌شوند و یا اصلاً تکثیر نمی‌شوند. به همین دلیل در مهندسی بافت، در چنین مواردی از منابع یاخته‌ای که سریع تکثیر می‌شوند مثل یاخته‌های بنیادی جنینی یا یاخته‌های بنیادی بالغ استفاده می‌کنند.
- ۴) در مهندسی پروتئین، جانشینی یک آمینواسید (نه یک جفت) پلاسمین با آمینواسید دیگری در توالی، باعث می‌شود که مدت زمان فعالیت پلاسمایی و اثرات درمانی آن بیشتر شود.

### گروه آموزشی ماز

۲۷- در خصوص مراحل انتهایی مربوط به همسانه‌سازی دنا، کدام مورد، از نظر درستی یا نادرستی، با سایر موارد تفاوت دارد؟

- ۱) در مرحله سوم، به‌طور حتم بعضی از باکتری‌ها، دناي نو ترکیب را دریافت می‌کنند.
- ۲) در مرحله چهارم، ممکن است پادزیست‌ها به موادی قابل استفاده برای باکتری‌ها تبدیل شوند.
- ۳) در مرحله سوم، ممکن است نیازی به شوک حرارتی یا الکتریکی برای ایجاد منفذ در باکتری نباشد.
- ۴) در مرحله چهارم، به‌طور حتم یاخته‌هایی با محتوای ژنتیکی تغییر نیافته در محیط کشت مشاهده می‌شود.

(متوسط - مفهومی - ۱۲۰۷)

پاسخ: گزینه ۱

پاسخ تشریحی:

همه موارد درست و مورد اول نادرست است.

مرحله سوم، وارد کردن دناي نو ترکیب به یاخته میزبان است. در این مرحله، دناي نو ترکیب را به درون یاخته میزبان مثلاً باکتری منتقل می کنند. یعنی یاخته میزبان لزوماً باکتری نیست. اگر باکتری باشد، بعضی از آن ها دناي نو ترکیب را دریافت کرده و بعضی از آن ها دنا را دریافت نمی کنند.

بررسی سایر گزینه ها:

۲) مرحله چهارم، جداسازی یاخته های تراژنی است. برای انجام این مرحله، از روش های متفاوتی می توان استفاده کرد. یکی از این روش ها استفاده از دیسکی است که دارای ژن مقاومت به پادزیستی مثل آمپی سیلین است. ژن های مقاومت در برابر پادزیست ها به باکتری این توانایی را می دهند که پادزیست ها را به موادی غیر کشنده و قابل استفاده برای خود تبدیل کنند.

۳) اگر در مرحله وارد کردن دناي نو ترکیب به یاخته میزبان، از یاخته میزبانی غیر از باکتری استفاده شود، اصلاً نیازی به شوک برای ایجاد منفذ در دیواره باکتری نداریم!

۴) مرحله چهارم، جداسازی یاخته های تراژنی است. در ابتدای این مرحله، هم یاخته های تراژنی و هم یاخته های طبیعی و تغییر نیافته در محیط کشت مشاهده می شوند که در طی این مرحله، یاخته های غیر تراژن از بین می روند.

### گروه آموزشی ماز

۲۸- کدام مورد یا موارد زیر، فقط در خصوص بعضی از انواع ناقل های همسانه سازی استفاده شده در مهندسی ژنتیک، درست است؟

الف: مولکول دنایی دو رشته ای و حلقوی است.

ب: ژن مقاومت به پادزیست را نگهداری می کند.

ج: می توانند مستقل از فام تن اصلی یاخته تکثیر شوند.

د: بیش از یک جایگاه تشخیص برای آنزیم برش دهنده دارد.

۱) «الف»، «ب» و «د» ۲) «الف»، «ب»، «ج» و «د» ۳) «ب» و «د» ۴) «ب»

(متوسط - مفهومی - ۱۲۰۷)

پاسخ: گزینه ۱

پاسخ تشریحی:

موارد (الف)، (ب) و (د) درست اند.

بررسی موارد:

الف) یکی از ناقل های همسانه سازی دیسک حلقوی باکتری است. این نوع دیسک یک مولکول دناي دو رشته ای و خارج فام تنی است که معمولاً درون باکتری ها و بعضی قارچ ها مثل مخمرها وجود دارد و می تواند مستقل از ژنوم میزبان همانند سازی کند.

ب) دیسک ها را فام تن های کمکی نیز می نامند چون حاوی ژن هایی هستند که در فام تن اصلی باکتری وجود ندارند. مثلاً ژن مقاومت به پادزیست در دیسک قرار دارد. (همه دیسک ها لزوماً این ژن را ندارند)

ج) مرحله بعد از جداسازی قطعه ای از دنا، اتصال قطعه دناي جداسازی شده به ناقل همسانه سازی است. این ناقلین، توالی های دنایی هستند که در خارج از فام تن اصلی قرار دارند و می توانند مستقل از آن تکثیر شوند. بنابراین این مورد در خصوص همه ناقل های همسانه سازی درست است.

د) بهتر است از دیسکی استفاده شود که فقط یک جایگاه تشخیص برای آنزیم برش دهنده داشته باشد. بنابراین ممکن است دیسکی استفاده شود که بیش از یک جایگاه تشخیص نیز داشته باشد.

### گروه آموزشی ماز

۲۹- در خصوص رفتار خوگیری (عادی شدن) و نقش پذیری در غذاها، کدام مورد به طور حتم صحیح است؟

۱) در نقش پذیری، دنبال کردن مادر توسط جوجه ها باعث پیوند بین آن ها می شود.

۲) در خوگیری، از دست دادن انرژی توسط جانور کاهش یافته اما متوقف نمی شود.

۳) پاسخ جانور به یک محرک تکراری، با بروز خوگیری کاهش یافته یا متوقف می شود.

۴) در نقش پذیری، یادگیری جانور پس از گذشت چند ساعت از تولد، دیگر رخ نمی دهد.

(متوسط - مفهومی - ۱۲۰۸)

پاسخ: گزینه ۲

پاسخ تشریحی:

خوگیری موجب می شود جانور با چشم پوشی از محرک های بی اهمیت، انرژی خود را برای انجام فعالیت های حیاتی حفظ کند. دقت کنید که هیچ گاه میزان انرژی از دست داده شده توسط جانور به صفر نمی رسد. چرا که فرایند جذب و استفاده از انرژی، یکی از ویژگی های همه جانوران است. مطابق با این ویژگی، جانداران انرژی می گیرند؛ از آن برای انجام فعالیت های زیستی خود استفاده می کنند و بخشی از آن را به صورت گرما از دست می دهند.

بررسی سایر گزینه ها:

- ۱ جوجه غازها پس از بیرون آمدن از تخم، نخستین جسم متحرکی را که می بینند، دنبال می کنند. جسم متحرک معمولاً مادر آن ها است (نه همیشه). این دنبال کردن موجب پیوند جوجه ها با مادر می شود.
- ۳ در خوگیری، پاسخ جانور به یک محرک تکراری که سود یا زبانی آن ندارد، کاهش پیدا می کند و جانور می آموزد به برخی محرک ها پاسخ ندهد. بنابراین صرفاً تکراری بودن یک محرک برای انجام خوگیری کافی نیست و این محرک تکراری، باید فاقد سود یا زیان نیز باشد.
- ۴ نقش پذیری جوجه غازها طی چند ساعت پس از خروج از تخم رخ می دهد. این زمان، دوره حساسی است که در آن نقش پذیری با بیشترین موفقیت انجام می شود. با توجه به این موضوع، نقش پذیری در این دوران با بیشترین موفقیت رخ می دهد، نه اینکه صرفاً در این دوران مشاهده شود و بعد از آن اصلاً رخ ندهد.

### گروه آموزشی ماز

۳۰ - پرنده کاکایی پس از آنکه جوجه هایش از تخم بیرون می آیند، پوسته های تخم را از لانه خارج می کند. کدام مورد در ارتباط با این رفتار صحیح است؟

- ۱) علی رغم این که کاکایی ها زمان زیادی برای بیرون بردن پوسته تخم ها صرف می کنند، اما این رفتار در بقای زاده های آن ها نقش حیاتی دارد.
- ۲) جوجه ها در میان علف های اطراف آشیانه به خوبی استتار می شوند اما رنگ سفید پوسته تخم های کاکایی بسیار مشخص است.
- ۳) کاکایی ها این رفتار را با صرف انرژی و به منظور کاهش احتمال شکار شدن و افزایش احتمال بقای جوجه ها انجام می دهند.
- ۴) این رفتار کاکایی ها، رفتار سازگار کننده ای برای زاده های کاکایی است اما سود مشخصی برای پرنده والد در بر ندارد.

(سخت - مفهومی - ۱۲۰۸)

پاسخ: گزینه ۳

پاسخ تشریحی:

کاکایی ها رفتار دور انداختن پوسته تخم های شکسته از لانه را برای کاهش احتمال شکار شدن و افزایش احتمال بقای جوجه ها انجام می دهند. این رفتار قاعدتاً با مصرف انرژی توسط کاکایی ها رخ می دهد؛ چون کاکایی باید مسافتی را برای بیرون انداختن پوسته تخم طی کند.

بررسی سایر گزینه ها:

- ۱ کاکایی ها زمان بسیار کوتاهی را برای بیرون بردن پوسته تخم ها صرف می کنند اما این رفتار در بقای زاده های آن ها نقشی حیاتی دارد.
- ۲ جوجه ها و تخم های کاکایی در میان علف های اطراف آشیانه به خوبی استتار می شوند. البته رنگ سفید داخل پوسته تخم های شکسته بسیار مشخص است. بنابراین آنچه که مشکل ایجاد می کند، رنگ پوسته تخم های کاکایی نیست! رنگ پوسته داخلی تخم های شکسته شده است که به رنگ سفید مشاهده می شود.
- ۴ این رفتار کاکایی ها سازگار کننده است؛ زیرا احتمال دسترسی شکارچی به زاده ها کاهش و احتمال بقای آن ها را افزایش می دهد و به سود پرنده و زاده های آن است.

### گروه آموزشی ماز

۳۱ - کدام مورد، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«نوعی رفتار که ..... از فرومون برای بروز دادن آن استفاده می کند، ممکن است در طبیعت .....»

- ۱) مار - منجر به استفاده اختصاصی جانور از منابع و غذاهای قلمرو گردد.
- ۲) زنبور - باعث تغییر در فراوانی دگره های موجود در خزانه ژن جمعیت شود.
- ۳) جیرجیرک - بدون تأثیر روی مقدار محتوای انرژی بدن جانور بروز پیدا کند.
- ۴) گربه - برای بالابردن احتمال انتخاب شدن، باعث بروز صفات ثانویه جنسی شود.

(سخت - مفهومی - ۱۲۰۸)

پاسخ: گزینه ۲

تعبیر:

زنبور از فرومون ها برای هشدار خطر حضور شکارچی به دیگران استفاده می کند. مارها از فرومون ها برای جفت یابی و گربه ها از آن برای تعیین قلمرو خود استفاده می کنند. بنابراین منظور از هر رفتار:

گزینه ۱: رفتارهای زادآوری (تولیدمثل) / گزینه ۲: دگرخواهی / گزینه ۴: قلمروخواهی

پاسخ تشریحی:

با انجام دگرخواهی توسط زنبور دگرخواه و هشدار خطر حضور شکارچی به دیگران، شانس بقا و تولیدمثل جمعیت افزایش می‌یابد و تحت تأثیر این افزایش احتمال تولیدمثل، احتمال تغییر در فراوانی دگره‌هایی که در خزانه ژنی وجود دارند نیز بیشتر می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۱ رفتار قلمروخواهی (نه رفتارهای زادآوری) می‌تواند منجر به استفاده اختصاصی جانور از منابع و غذاهای قلمرو گردد.
- ۳ اصلاً کاری به جیرجیرک و فرومون نداریم! آن چه که قطعی است، این است که انجام هر رفتاری در جانور، یا با ذخیره کردن انرژی (مثل خوگیری) یا با از دست دادن انرژی (مثل حل مسئله) و یا به دست آوردن آن (مثل دریافت غذا در جوجه کاکایی) همراه است. بنابراین همه رفتارها روی مقدار انرژی بدن جانور تأثیر دارند. پس رفتاری با ویژگی مورد نظر این گزینه نداریم!
- ۴ در رفتارهای مربوط به زادآوری (نه قلمروخواهی)، بروز صفات ثانویه جنسی منجر به بالا رفتن احتمال انتخاب شدن توسط دیگران می‌شود.

### گروه آموزشی ماز

- ۳۲- کدام موارد از نظر درستی یا نادرستی، مشابه با عبارت زیر هستند؟
- «در زیست کره، تولید دنا از روی رنا، همانند تولید رنا از روی دنا قابل مشاهده است»
- الف: اولین ژن درمانی، برای دختر بچه‌ای ۴ ساله و مبتلا به نقصی در دستگاه ایمنی انجام شد.
- ب: جیرجیرک نر با اشتراک‌گذاری اطلاعات از طریق صدا، رفتار جیرجیرک ماده را تغییر می‌دهد.
- ج: لاک‌پشتی که با هدف تخم‌گذاری به ساحل می‌آید، نمی‌تواند رفتار رکود تابستانی را بروز دهد.
- د: می‌توان برای تولید واکسن با زیست‌فناوری، سموم خالص شده میکروب را با روش‌های خاص غیرفعال کرد.
- (۱) «ب» و «د» (۲) «ب» و «ج» (۳) «الف» و «ج» (۴) «الف» و «د»

(سخت - ترکیبی - ۱۴۰۸)

پاسخ: گزینه ۲

پاسخ تشریحی:

عبارت صورت سؤال درست است. در مبحث تشخیص بیماری‌ها با زیست‌فناوری خواندیم: برای تشخیص ایدز در مراحل اولیه، دناي موجود در خون فرد مشکوک را استخراج می‌کنند. دناي استخراج شده شامل دناي یاخته‌های بدن خود فرد و احتمالاً دناي ساخته شده از رناي ویروس است. موارد (ب) و (ج) درست‌اند.

بررسی موارد:

- الف) اولین ژن درمانی موفقیت‌آمیز در سال ۱۹۹۰ برای یک دختر بچه ۴ ساله، دارای نوعی نقص ژنی، انجام شد. بنابراین قبل از این مورد نیز ژن درمانی انجام شده است اما موفقیت‌آمیز نبوده است. در واقع مورد ذکر شده، اولین ژن درمانی موفق است نه اولین ژن درمانی.
- ب) جانوران از راه‌های گوناگون مانند تولید صدا، علامت‌های دیداری، بو و لمس کردن با یکدیگر ارتباط برقرار ساخته و اطلاعات مبادله می‌کنند. در نتیجه این ارتباط، رفتار آن‌ها تغییر می‌کند. صدای جیرجیرک نر، اطلاعاتی مانند گونه و جنسیت را به اطلاع جیرجیرک ماده می‌رساند.
- ج) لاک‌پشت‌های دریایی ماده پس از طی مسافت‌های طولانی، برای تخم‌گذاری به ساحل دریا می‌آیند و پس از تخم‌گذاری دوباره به دریا باز می‌گردند. رکود تابستانی در جانورانی دیده می‌شود که در جاهای به شدت گرم مانند بیابان زندگی می‌کنند. بنابراین در جانور ساکن دریا، نمی‌توان این رفتار را دید.
- د) روش‌های قبلی تولید واکسن (قبل از تولید واکسن با زیست فناوری نوین) شامل ضعیف کردن میکروب‌ها، کشتن آن‌ها و یا غیرفعال کردن سموم خالص شده آن‌ها با روش‌هایی خاص بود.

### گروه آموزشی ماز

- ۳۳- در خصوص رفتارهای مشاهده شده در جانوران، کدام مورد نادرست است؟

- ۱) همه رفتارهای غریزی، از اساس ژنی یکسانی در همه افراد یک گونه بهره می‌گیرند.
- ۲) فقط بعضی از رفتارهای غریزی، به‌طور کامل در هنگام متولد شدن جانور ایجاد شده‌اند.
- ۳) همه رفتارهای جانوران، به سازش جانور با محیط و ماندگاری آن در محیط منجر می‌شوند.
- ۴) بیشتر رفتارهای جانوران، در نتیجه برهم‌کنش ژن‌ها و آثار محیطی به وقوع می‌پیوندند.

(متوسط - مفهومی - ۱۲۰۸)

پاسخ: گزینه ۳

پاسخ تشریحی:

بعضی از رفتارها باعث کاهش شانس بقای فرد می شوند. مثل رفتار دگرخواهی در دم‌عصایی‌های نگهبان که باعث آشکار شدن موقعیت جانور و افزایش شانس شکار شدن آن می شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۱) اساس رفتار غریزی در همه افراد یک گونه یکسان است، زیرا ژنی و ارثی است.
- ۲) رفتار جوجه کاکایی برای به دست آوردن غذا، لانه‌سازی پرندها و رفتار مکیدن در شیرخواران نمونه‌هایی از رفتارهای غریزی اند. همه رفتارهای غریزی به طور کامل هنگام تولد در جانور ایجاد نشده‌اند.
- ۴) بیشتر رفتارهای جانوران محصول برهم کنش ژن‌ها و اثرهای محیطی است که جانور در آن زندگی می کند.

مقایسه رفتار غریزی و یادگیری		
نوع رفتار	رفتار غریزی	رفتار یادگیری
اساس یکسان در همه افراد گونه	✓	✗
اطلاعات ژنی	✓	✓
اثر تجربه و محیط	✗	✓
تغییر نسبتاً پایدار رفتار	✗	✓
سازگار شدن جانور با تغییرات محیط	✗	✓
بروز یافتن به طور کامل هنگام تولد	بعضی از رفتارهای غریزی به طور کامل هنگام تولد در جانور ایجاد نشده‌اند	✗
انجام شدن در همه جانوران	✓	حل مسئله و نقش‌پذیری در گروهی از جانوران انجام می‌شود.

### گروه آموزشی ماز

۳۴- با توجه به انواع رفتارهای مطرح شده برای جانوران در کتاب درسی، کدام دو مورد ذکر شده، مربوط به یک نوع رفتار واحد هستند؟

- ۱) برای جلوگیری از بروز آن، قوطی‌های فلزی را به مترسک آویزان می کنند و باعث عدم پاسخ شقایق دریایی به حرکات مداوم آب می شود.
- ۲) برای یاد دادن حرکات نمایشی سیرک به جانوران از آن استفاده می کنند و باعث ترشح بزاق سگ با شنیدن صدای زنگ می شود.
- ۳) جوجه غازها با بروز دادن آن، مادر خود را شناسایی می کنند و جوجه کاکایی در اولین مرتبه درخواست غذا، آن را بروز می دهد.
- ۴) پرند با بروز دادن آن، از خوردن پروانه موناک امتناع می کند و شامپانزه با استفاده از آن، از موریانه‌ها تغذیه می کند.

(سخت - مفهومی - ۱۲۰۸)

پاسخ: گزینه ۱

پاسخ تشریحی:

پرندگان حمله کننده به کشتزارها در ابتدا از مترسک می ترسند اما بعد از مدتی می فهمند که حضور مترسک برای آن‌ها سود یا ضرری ندارد و محرکی بی اهمیت است؛ در نتیجه به آن پاسخی نمی دهند و ترسی در آن‌ها ایجاد نمی شود. این موضوع نمونه‌ای از خوگیری (عادی شدن) را نشان می دهد. در برخی کشتزارها قوطی‌های فلزی را به مترسک آویزان می کنند. این کار باعث ایجاد صدا و در نتیجه اختلال در خوگیری (عادی شدن) می شود و بروز این یادگیری را به تأخیر می اندازد.

شقایق دریایی با تحریک مکانیکی (تماس)، بازوهای خود را منقبض می کند اما به حرکت مداوم آب پاسخی نمی دهد. این رفتار به دلیل خوگیری است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۲) برای یاد دادن حرکات نمایشی سیرک به جانوران از شرطی شدن فعال استفاده می کنند. به این صورت که به ازای انجام دادن بعضی کارهای نمایشی توسط جانور، آن را تشویق کرده و به ازای سرپیچی‌ها و رفتارهای نامتناسب، آن را تنبیه می کنند. شرطی شدن کلاسیک باعث ترشح بزاق سگ با شنیدن صدای زنگ می شود.
- ۳) جوجه غازها با بروز دادن نقش‌پذیری، مادر خود را شناسایی می کنند. جوجه کاکایی برای درخواست غذا به منقار والد نوک می زند. اولین نوک زدن‌های جوجه کاکایی، نوعی رفتار غریزی است که بعداً در اثر یادگیری (شرطی شدن فعال) تغییر می کند و دقیق تر می شود.



۴ پرنده، پروانه موناک را بلعیده و دچار تهوع شده است. پس از چنین تجربه‌هایی پرنده می‌آموزد، این حشره را نباید بخورد. بنابراین یادگیری شرطی شدن فعال رخ داده است. شامپانزه‌ها برگ‌های شاخه نازک درختان را جدا می‌کنند و آن را درون لانه موربانه‌ها فرو می‌برند تا موربانه‌ها را بیرون بیاورند و بخورند. این رفتار نمونه‌ای از حل مسئله در محیط طبیعی است.

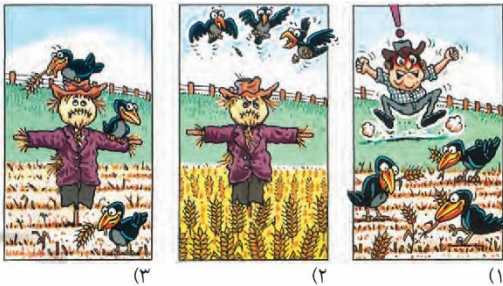
### گروه آموزشی ماز

۳۵- کدام مورد، نمونه‌ای از نوعی یادگیری در جانوران است که می‌تواند در همه جانوران سالم در زیست‌کره بروز پیدا کند؟

- ۱) سگ در پاسخ به دریافت کردن پودر گوشت، بزاق ترشح می‌کند.
- ۲) جوجه غازها، رفتارهای اساسی مانند جست‌وجوی غذا را یاد می‌گیرند.
- ۳) در پرندگان حمله‌کننده به کشتزارها، ترسی در پاسخ به دیدن مترسک ایجاد نمی‌شود.
- ۴) شامپانزه از تکه‌های چوب به شکل سندان و چکش برای شکستن پوسته میوه استفاده می‌کند.

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۸)

### پاسخ تشریحی:



شکل روبه‌رو، نمونه‌ای از خوگیری (عادی شدن) را نشان می‌دهد. پرندگان حمله‌کننده به کشتزارها در ابتدا از مترسک می‌ترسند اما بعد از مدتی می‌فهمند که حضور مترسک برای آن‌ها سود یا ضرری ندارد و محرکی بی‌اهمیت است؛ در نتیجه به آن پاسخی نمی‌دهند و ترسی در آن‌ها ایجاد نمی‌شود.

نکته: چون پاسخ به محیط و سازش با محیط، از ویژگی‌های اساسی همه جانوران هستند؛ بنابراین هر نوع یادگیری که منجر به سازش یا پاسخ به محیط شود (از جمله خوگیری)، در همه جانوران قابل مشاهده است.

### بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۱) ترشح بزاق سگ در پاسخ به دریافت کردن پودر گوشت، نوعی پاسخ طبیعی و غریزی است. پاسخ‌های غریزی در همه جانوران وجود دارند اما دقت کنید که سؤال، به دنبال نوعی یادگیری است که در همه جانوران وجود دارد! رفتار غریزی که یادگیری محسوب نمی‌شود.
- ۲) جوجه غازها با نقش‌پذیری، رفتارهای اساسی مانند جست‌وجوی غذا را از مادر یاد می‌گیرند. نقش‌پذیری در پستانداران نیز رخ می‌دهد اما همه جانوران توانایی انجام آن را ندارند.
- ۴) رفتارشناسان حل مسئله جانوران را در محیط طبیعی نیز بررسی کرده‌اند. از تکه‌های چوب یا سنگ به شکل سندان و چکش استفاده می‌کنند تا پوسته سخت میوه‌ها را بشکنند. حل مسئله فقط در برخی از جانوران رخ می‌دهد.

### گروه آموزشی ماز

۳۶- در گروهی از یادگیری‌های مربوط به جانوران، جانور به منظور انجام یادگیری باید حداقل چندین بار در یک موقعیت مشابه قرار گیرد. کدام مورد، فقط در خصوص بعضی از این یادگیری‌ها درست است؟

- الف: تنها طی دوره مشخصی از زندگی جانور می‌تواند مشاهده شود.
- ب: به دنبال استفاده از تجربه‌های گذشته توسط جانور انجام می‌شود.
- ج: می‌تواند منجر به جلوگیری از بروز نوعی رفتار یا پاسخ در جانور شود.
- د: می‌تواند به حفظ هم‌ایستایی جانور و همچنین تعامل آن با محیط کمک کند.

۴ (۱) ۳ (۲) ۲ (۳) ۱ (۴)

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۸)

### تعبیر:

گروهی از یادگیری‌های مربوط به جانوران، که جانور به منظور انجام یادگیری باید حداقل چندین بار در یک موقعیت مشابه قرار گیرد: خوگیری + شرطی شدن فعال + شرطی شدن کلاسیک

### پاسخ تشریحی:

موارد (ب)، (ج) و (د) صحیح هستند.



بررسی موارد:

**(الف)** نقش پذیری در طی دوره مشخصی از زندگی جانور رخ می دهد.

**(ب)** جانوران در محیط تجربه های گوناگونی پیدا می کنند که رفتارهای آن ها را تغییر می دهد. تغییر نسبتاً پایدار در رفتار که در اثر تجربه به وجود می آید یادگیری نام دارد. بنابراین:

**نکته:** در انواع یادگیری ها، جانور از تجربه های گذشته خود استفاده می کند.

**(ج)** در خوگیری، پاسخ جانور به محرک های بی اهمیت کاهش پیدا می کند. در شرطی شدن فعال هم اگر جانور رفتاری انجام دهد که با تنبیه همراه باشد، از بروز دادن آن خودداری می کند. در نظر داشته باشید که در شرطی شدن کلاسیک، امکان کاهش پاسخ و رفتار جانور نیز وجود دارد، برای مثال اگر در نتیجه نوعی فعالیت در سگ ها، همزمان با تنبیه آن ها، زنگی را به صدا در آوریم، در نتیجه شرطی شدن کلاسیک، از دفعات بعد همزمان با به صدا در آمدن زنگ، آن حیوان از انجام آن فعالیت خودداری خواهد کرد.

**(د)** خوگیری از طریق کاهش پاسخ به محرک های بی اهمیت در تعامل جانور با محیط و همچنین از طریق هدر ندادن انرژی جانور، به حفظ هم ایستایی آن کمک می کند. شرطی شدن فعال و شرطی شدن کلاسیک نیز با ایجاد پاسخ های متناسب در جانور، به تعامل آن با محیط کمک کرده و همچنین ایجاد پاسخ غریزی طی شرطی شدن کلاسیک و انجام دادن یا انجام ندادن رفتارها طی شرطی شدن فعال، به حفظ هم ایستایی جانور کمک می کنند.

مقایسه انواع رفتار یادگیری					
نوع یادگیری	خوگیری (عادی شدن)	شرطی شدن کلاسیک	شرطی شدن فعال	حل مسئله	نقش پذیری
اطلاعات ژنی	✓	✓	✓	✓	✓
اثر تجربه و محیط	✓	✓	✓	✓	✓
تغییر نسبتاً پایدار رفتار	✓	✓	✓	✓	✓
سازگار شدن جانور با تغییرات محیط	✓	✓	✓	✓	✓
کاهش پاسخ به محرک های بی اثر	✓	✗	✗	✗	✗
حفظ انرژی برای فعالیت های حیاتی	✓	✗	✗	✗	✗
برقراری ارتباط بین محرک طبیعی و بی اثر	✗	✓	✗	✗	✗
یادگیری با آزمون و خطا	✗	✗	✓	✗	✗
تغییر میزان بروز رفتار با توجه به نتیجه رفتار	✓	✗	✓	✗	✗
برقراری ارتباط بین تجربه های گذشته و موقعیت جدید	✗	✗	✗	✓	✗
برنامه ریزی آگاهانه برای حل مسئله جدید	✗	✗	✗	✓	✗
فقط در دوره مشخصی از زندگی انجام می شود	✗	✗	✗	✗	✓
ارتباط پیوند با مادر و یادگیری رفتارهای اساسی	✗	✗	✗	✗	✓
حفظ گونه های جانوران در خطر انقراض	✗	✗	✗	✗	✓

گروه آموزشی ماز

۳۷- امکان مشاهده کدام مورد در زیست کره وجود ندارد؟

- ۱) جانور نری که در نگهداری از زاده ها فاقد نقش مستقیم است و همسرهای متعدد دارد.
- ۲) جانور ماده ای که توسط فرد دیگر انتخاب می شود و نقش بیشتری در نگهداری از زاده ها دارد.
- ۳) جانوری که نیمی از هزینه های پرورش زاده ها را می پردازد و فقط با یک همسر تولیدمثل می کند.
- ۴) جانوری که تضمین سلامت زاده ها و جفت خود را انجام می دهد و برای انتخاب شدن رقابت می کند.

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط - مفهومی - ۱۴۰۸)

پاسخ تشریحی:

در جانوران هر یک از والدین باید انرژی و مدت زمانی را برای زادآوری و پرورش زاده ها صرف کنند. جانوران ماده معمولاً زمان و انرژی بیشتری صرف می کنند. بنابراین، تولیدمثل برای آن ها هزینه بیشتری دارد. پس جانوران ماده باید جفت انتخاب کنند تا موفقیت تولیدمثل آن ها تضمین شود. دقت کنید که اگر قرار باشد جانور ماده توسط فرد دیگر انتخاب شود، یعنی نقش کمتری در پرورش زاده ها دارد! مثل نوعی جیرجیرک.

بررسی سایر گزینه ها:

۱) طاووس نر نظام جفت گیری چند همسری دارد. در این نظام یکی از والدین پرورش و نگهداری زاده ها را انجام می دهد. طاووس نر در نگهداری زاده ها نقشی ندارد، البته می تواند با نگهداری از قلمرو، منابع غذایی، محل لانه و پناهگاه ایمن از شکارچی ها، به طور غیرمستقیم به ماده ها کمک کند.

- ۳) بیشتر پرندگان مثل قمری خانگی تک‌همسر هستند. در این نظام هر دو والد هزینه‌های پرورش زاده‌ها را می‌پردازند. همچنین، در این نظام جانور نر و ماده در انتخاب جفت سهم مساوی دارند.
- ۴) در جانورانی مانند طاووس‌ها و گوزن‌ها، جفت‌گیری با نری که انوعی از ویژگی‌های ظاهری بهتر دارد، سلامت جانور ماده و زاده‌هایش را تضمین می‌کند. در این جانوران، طاووس‌های نر و گوزن‌های نر برای انتخاب شدن توسط ماده‌ها رقابت می‌کنند.

### گروه آموزشی ماز

۳۸- با توجه به اطلاعات کتاب درسی، کدام مورد نادرست است؟

- ۱) با بررسی سود و هزینه رفتار برای جانور در رفتارشناسی با دیدگاه انتخاب طبیعی، نقش رفتارها در بقا و زادآوری بیشتر جانوران بررسی می‌شود.
- ۲) زاده‌های حاصل از طاووس نری با پرهای درخشان‌تر و لکه‌های چشم‌مانند بیشتر، در آینده شانس بیشتری برای انتخاب شدن به‌عنوان جفت دارند.
- ۳) از آنجا که ایدز بیماری خطرناکی است و هنوز هیچ درمانی برای آن وجود ندارد، تشخیص زود هنگام آلوده شدن با این ویروس اهمیت زیادی دارد.
- ۴) شناسایی ریزجانداران و گیاهانی که می‌توانند به‌عنوان منابع تجدیدپذیر در تولیدات مختلف به کار روند، اساس شکل‌گیری صنایع متفاوتی شده است.

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۸)

پاسخ تشریحی:

ایدز بیماری خطرناکی است و هنوز درمان قطعی برای آن وجود ندارد. بنابراین درمان برای این بیماری وجود دارد اما درمان قطعی نیست و منجر به بهبودی کامل فرد نمی‌شود. تشخیص زودهنگام آلودگی با ویروس ایدز اهمیت زیادی دارد زیرا باعث می‌شود که بدون اتلاف وقت اقدامات درمانی و پیشگیری لازم برای جلوگیری از انتقال ویروس به سایر افراد صورت گیرد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۱) در رفتارشناسی با دیدگاه انتخاب طبیعی، پژوهشگران برای پاسخ به پرسش چرایی رفتارها و اثر انتخاب طبیعی در شکل دادن به آن‌ها پژوهش می‌کنند. آن‌ها نقش سازگارکنندگی رفتارهای گوناگون و به عبارتی نقش رفتارها را در بقا و زادآوری بیشتر جانوران (یعنی جانور به مقدار بیشتری زادآوری کند!) بررسی می‌کنند. این کار با بررسی سود و هزینه رفتار برای جانور، انجام می‌شود.
- ۲) طاووس ماده دم طاووس‌های نر را بررسی می‌کند و نری را به‌عنوان جفت انتخاب می‌کند که رنگ درخشان و لکه‌های چشم‌مانند بیشتری روی پرهای دم خود داشته باشد. بقای جانوری با این ویژگی هنگام تولید مثل، سازگارتر بودن آن را نشان می‌دهد. در نتیجه در صورت انتخاب آن، زاده‌ها علاوه بر ویژگی ظاهری، ژن‌های صفات سازگارتر را نیز به ارث می‌برند. بنابراین این صفات را بعداً بروز داده و شانس انتخاب شدن خود به‌عنوان جفت را افزایش می‌دهند.
- ۴) تولید انوعی از ترکیبات بر مبنای فرایندهای زیستی، استفاده از گیاهان و جلبک‌ها در تولید سوخت و ترکیبات دیگر، شناسایی ریزجانداران و گیاهانی که می‌توانند به‌عنوان منابع تجدیدپذیر در تولید ترکیبات گوناگون به کار روند، اساس شکل‌گیری صنایع متفاوتی در دنیای امروز شده‌اند.

### گروه آموزشی ماز

۳۹- هر ساله با آغاز فصل پاییز پرندگان مهاجر از سیبری و اروپا به تالاب‌ها و آبگیرهای شمال ایران مهاجرت می‌کنند. کدام مورد درخصوص این پرندگان صحیح است؟

- ۱) پس از سپری کردن زمستان، در اوایل تابستان به سرزمین خود باز می‌گردند.
- ۲) همانند همه انواع دیگر پرندگان، در سر آن‌ها ذرات آهن مغناطیسی شده وجود دارد.
- ۳) همانند همه دیگر جانوران انجام‌دهنده مهاجرت، یادگیری در مهاجرت آن‌ها نقش دارد.
- ۴) در صورت جدا شدن یک پرنده از گروه، موفقیت شکارچی در حمله به آن، قطعی است.

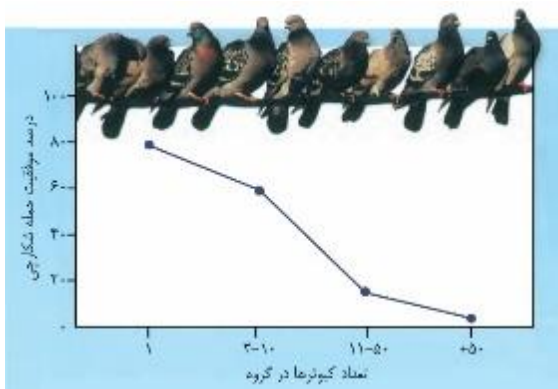
پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۸)

پاسخ تشریحی:

مهاجرت رفتاری غریزی است که یادگیری نیز در آن نقش دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۱) هر ساله با آغاز فصل پاییز پرندگان مهاجر از سیبری و اروپا به تالاب‌ها و آبگیرهای شمال ایران مهاجرت می‌کنند. این پرنده‌ها پس از زمستان‌گذرانی، در اوایل بهار به سرزمین خود باز می‌گردند.
- ۲) پژوهشگران در سر بعضی از پرنده‌ها ذرات آهن مغناطیسی شده یافته‌اند.



۴ حتی وقتی یک پرنده به صورت تکی و خارج از گروه وجود داشته باشد، باز هم شانس موفقیت شکارچی ۱۰۰ درصد نیست. چون به هر حال، پرنده فرایندهایی برای دفاع و یا مبارزه دارد! مطابق نمودار، درصد موفقیت حمله شکارچی حدود ۸۰ درصد است. اگرچه که برای رد کردن این گزینه اصلاً نیازی به دیدن این نمودار هم نبوده فرض کنید به شکارچی دانه به پرنده حمله می‌کند، پرنده فب نمی‌مونه نگاهش کنه! فرار میکنه یا به کار دیگه ای انجام میده!

### گروه آموزشی ماز

- ۴۰- در خصوص انواعی از یادگیری‌های مربوط به جانوران که در کتاب درسی هم برای پرندگان و هم برای پستانداران توضیح داده شده‌اند و نوعی شرطی شدن نیز نیستند، چند مورد از موارد زیر می‌تواند درست باشد؟
- الف: همه آن‌ها رفتار جانور با دیگران را تعیین می‌کنند.
- ب: یکی از آن‌ها، کل زندگی جانور را از ابتدا تحت تأثیر قرار می‌دهد.
- ج: یکی از آن‌ها، با هدف حفظ تنوع جانوری زیست‌کره استفاده می‌شود.
- د: همه آن‌ها در بروز غذاییابی برگزیده شده توسط انتخاب طبیعی نقش دارند.

۱ (۴)

۲ (۳)

۳ (۲)

۴ (۱)

(سخت - مفهومی - ۱۲۰۸)

پاسخ: گزینه ۱

### تعبیر:

در کتاب درسی، رفتار **حل مسئله** در شامپانزه (پستاندار) و کلاغ (پرنده) توضیح داده شده است. همچنین **نقش‌پذیری** برای برهه‌ها (پستاندار) و جوجه غازها (پرنده) توضیح داده شده است.

همه موارد درست‌اند.

### بررسی موارد:

- الف)** نقش‌پذیری در پستانداران نیز دیده می‌شود، مثلاً برهه‌هایی که مادر خود را از دست داده‌اند و انسان آن‌ها را پرورش داده است، دنبال او راه می‌افتند و تمایلی برای ارتباط با گوسفندهای دیگر نشان نمی‌دهند.
- در رفتار حل مسئله، شامپانزه‌ها برگ‌های شاخه نازک درختان را جدا می‌کنند و آن را درون لانه موریه‌ها فرو می‌برند تا موریه‌ها را بیرون بیاورند و بخورند. بنابراین رفتار حل مسئله در برخورد شامپانزه‌ها با موریه‌ها نقش دارد!
- ب)** جوجه غازها پس از بیرون آمدن از تخم، نخستین جسم متحرکی را که می‌بینند، دنبال می‌کنند. جسم متحرک معمولاً مادر آن‌ها است. این دنبال کردن موجب پیوند جوجه‌ها با مادر می‌شود. پیوند جوجه غازها و مادرشان در نتیجه نوعی یادگیری به نام نقش‌پذیری ایجاد می‌شود. جوجه غازها با نقش‌پذیری مادر خود را می‌شناسند. این شناسایی برای بقای جوجه‌ها حیاتی است، بدون آن جوجه‌ها تحت مراقبت مادر قرار نمی‌گیرند و ممکن است بمیرند. بنابراین از همان ابتدای آغاز زندگی، نقش‌پذیری می‌تواند روی کل زندگی جانور تأثیر بگذارد.
- ج)** امروزه پژوهشگران می‌کوشند از نقش‌پذیری در حفظ گونه‌های جانوران در خطر انقراض استفاده کنند.
- د)** جوجه غازها با نقش‌پذیری، رفتارهای اساسی مانند جست‌وجوی غذا را نیز از مادر یاد می‌گیرند.
- حل مسئله نیز می‌تواند در بروز رفتار غذاییابی نقش داشته و باعث تغذیه جانور شود. مثلاً: شامپانزه تکه‌های چوب یا سنگ به شکل سندان و چکش استفاده می‌کنند تا پوسته سخت میوه‌ها را بشکنند. همچنین شامپانزه‌ها برگ‌های شاخه نازک درختان را جدا می‌کنند و آن را درون لانه موریه‌ها فرو می‌برند تا موریه‌ها را بیرون بیاورند و بخورند.

انواع رفتارهای یادگیری					
نوع یادگیری	محرک شرطی و غیرشرطی	آزمون خطا	عدم پاسخ نسبت به محرک بی‌اثر	برقراری ارتباط بین تجارب گذشته و موقعیت جدید	رخ دادن در دوره مشخصی از زندگی
خوگیری (عادی‌شدن)	×	×	✓	×	×
	۱- عدم پایین آمدن سر هنگام دیدن برگ‌های در حال افتادن در بالای سر، ۲- عدم انقباض بازوهای شقایق دریایی هنگام حرکت مداوم آب، ۳- خوگیری کلاغ‌ها به مترسک‌ها و فرار نکردن از آن‌ها				
شرطی‌شدن کلاسیک	✓	×	×	×	×
	۱- ترشح بزاق سگ هنگام شنیدن صدای زنگ یا دیدن فرد غذا دهنده				
شرطی‌شدن فعال	×	✓	×	×	×
	۱- اصلاح رفتار نوک‌زدن جوجه کاکایی به منقار والد، ۲- فشار دادن اهرم توسط موش گرسنه برای دریافت غذا، ۳- خودداری از خوردن مجدد پروانه موناک توسط زاغ کبود، ۱- انجام حرکات نمایشی توسط جانوران در سیرک‌ها				
حل مسئله	×	×	×	✓	×
	۱- روی هم گذاشتن جعبه‌ها توسط شامپانزه برای رسیدن به موزهای آویزان از سقف، ۲- فرو کردن برگ‌ها به درون لانه موریه‌ها توسط شامپانزه‌ها، ۳- استفاده از تکه‌های چوب برای شکستن پوسته سخت میوه‌ها توسط شامپانزه‌ها، ۴- بالا کشیده شدن تکه‌گوشت آویزان به انتهای طناب توسط کلاغ سیاه				
نقش‌پذیری	×	×	×	×	✓
	۱- نقش‌پذیری جوجه غازها به مادر خود، ۲- نقش‌پذیری برهه‌های بی‌سرپرست نسبت به انسان				

۴۱- در رفتار درخواست غذا توسط جوجه کاکایی، نوک زدن های جوجه کاکایی به منقار والد باعث دریافت غذا می شود. نوعی یادگیری که باعث تغییر در نوک زدن های جوجه می شود، چه مشخصه ای دارد؟

- ۱) محرک های تکراری منجر به ایجاد شدن پاسخ در جانور نمی شوند.
- ۲) جانور بین رفتار خود و نتیجه ای که از این رفتار حاصل می شود ارتباط برقرار می کند.
- ۳) محرک بی اثر زمانی می تواند باعث بروز پاسخ شود که با یک محرک طبیعی همراه باشد.
- ۴) جانور از تجربه های قبلی خود برای حل مسئله جدیدی که در آن قرار می گیرد، استفاده می کند.

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۸)

تعبیر:

در رفتار درخواست غذا، نوک زدن های جوجه کاکایی به منقار والد در ابتدا دقیق نیست ولی به تدریج و با تمرین، این رفتار دقیق تر می شود. هرچه جوجه دقیق تر نوک بزند، والد سریع تر به درخواست آن برای غذا پاسخ می دهد. به این ترتیب جوجه می آموزد تا دقیق تر نوک بزند. این تغییر در رفتار، نمونه ای از **شرطی شدن فعال** است. چرا که جانور می آموزد هر چه دقیق تر نوک بزند، (رفتار) غذا را سریع تر دریافت می کند (پاداش).

پاسخ تشریحی:

در شرطی شدن فعال، جانور می آموزد بین رفتار خود با پاداش یا تنبیهی که دریافت می کند، ارتباط برقرار کرده و در آینده رفتاری را تکرار یا از انجام آن خودداری می کند.

بررسی سایر گزینه ها:

- ۱) در خوگیری (عادی شدن)، پاسخ جانور به یک محرک تکراری که سود یا زیانی برای آن ندارد، کاهش پیدا می کند و جانور می آموزد به برخی محرک ها پاسخ ندهد.
- ۳) در شرطی شدن کلاسیک، محرک شرطی در صورتی می تواند موجب بروز پاسخ شود که با یک محرک طبیعی همراه شود. در واقع محرک بی اثر زمانی به محرک شرطی تبدیل می شود که با یک محرک طبیعی همراه باشد.
- ۴) برخی از جانوران می توانند از تجربه های قبلی خود برای حل مسئله ای که با آن روبه رو شده اند، استفاده کنند.

### گروه آموزشی ماز

۴۲- کدام مشخصه، می تواند مهندسی پروتئین را از مهندسی ژنتیک متمایز کند؟

- ۱) اینترفرون تولید شده از طریق آن، فعالیتی بیشتر از پروتئین طبیعی دارد.
- ۲) تغییری در ترکیب ژنتیکی یاخته های موجود در بدن جاندار ایجاد نمی شود.
- ۳) هنگام ساخته شدن اینترفرون به این روش، پیوندهای نادرست تشکیل نمی شود.
- ۴) محصولات تهیه شده به وسیله آن، منجر به بروز پاسخ ایمنی در بدن انسان نمی شوند.

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۷)

پاسخ تشریحی:

وقتی پروتئین اینترفرون با روش مهندسی ژنتیک ساخته می شود، فعالیت بسیار کمتر از اینترفرون طبیعی دارد. علت این کاهش فعالیت، تشکیل پیوندهای نادرست در هنگام ساخته شدن آن در باکتری است. اما در ساخته شدن اینترفرون به روش مهندسی پروتئین، این اتفاق نمی افتد و فعالیت ضد ویروسی اینترفرون ساخته شده به اندازه پروتئین طبیعی افزایش پیدا می کند.

بررسی سایر گزینه ها:

- ۱) به کمک فرایند مهندسی پروتئین و تغییر جزئی در رمز آمینواسید، توالی آمینواسیدهای اینترفرون طوری تغییر می یابد که به جای یکی از آمینواسیدهای آن آمینواسید دیگری قرار می گیرد. این تغییر، فعالیت ضد ویروسی اینترفرون ساخته شده را به اندازه پروتئین طبیعی افزایش می دهد و همچنین آن را پایدارتر می کند.
- ۲) در مهندسی پروتئین، تغییر جزئی شامل تغییر در رمز یک یا چند آمینواسید در مقایسه با پروتئین طبیعی است. تغییرات عمده، گسترده تر است و می تواند شامل برداشتن قسمتی از ژن یک پروتئین تا ترکیب بخش هایی از ژن های مربوط به پروتئین های متفاوت باشد.
- ۴) فناوری دنا ی نو ترکیب به علت تولید داروهای مطمئن و مؤثر، جایگاه ویژه ای در صنعت داروسازی دارد. این داروها، برخلاف فراورده های مشابهی که از منابع غیر انسانی تهیه می شوند، پاسخ های ایمنی ایجاد نمی کنند. بنابراین محصولات تولید شده با مهندسی ژنتیک نیز ممکن است این ویژگی را داشته باشند.

افزایش پایداری پروتئین ها با مهندسی پروتئین			
نام پروتئین	آمیلاز	اینترفرون	پلاسمین
عملکرد	تجزیه مولکول های نشاسته به قطعات کوچک تر	دارای فعالیت ضد ویروسی / ایجاد مقاومت در برابر ویروس ها	تجزیه لخته ها
کاربرد	از جمله آنزیم های پرکاربرد صنعتی / کاربرد در بخش های صنایع غذایی، نساجی و تولید شوینده ها	تولید داروهای ضد ویروسی	دارای کاربرد درمانی / تجزیه لخته های اضافی در سرخرگ ها
روش تولید پروتئین اولیه	مهندسی ژنتیک	مهندسی ژنتیک	مهندسی ژنتیک
نقش مهندسی پروتئین	تولید آمیلازهای پایدار در برابر گرما	افزایش عملکرد و پایداری پروتئین	افزایش مدت زمان فعالیت پلاسمایی، افزایش اثرات درمانی
روش تغییر پروتئین	—	جهش جانشینی دگر معنا: جایگزین کردن فقط یک آمینواسید	جهش جانشینی دگر معنا: جایگزین کردن فقط یک آمینواسید
نتیجه	کاهش زمان واکنش، صرفه جویی اقتصادی و در نتیجه، افزایش بهره وری صنعتی	۱- افزایش فعالیت ضد ویروسی تا حد پروتئین طبیعی ۲- پایدارتر شدن پروتئین ← افزایش مدت نگهداری دارو	۱- اثر طولانی مدت در پلازما ۲- اثرات درمانی بهتر ۳- پایدارتر شدن پروتئین ← افزایش مدت نگهداری دارو

### گروه آموزشی ماز

۴۳- کدام مورد در ارتباط با کاربردهایی که به عنوان کاربردهای زیست فناوری در حوزه پزشکی در کتاب درسی مطرح شده اند، صحیح است؟

- ۱) تعداد مواردی که با انجام آن ها، ماده ای ساخته می شود، برابر با پروتئین های دومین زنجیره انتقال الکترون غشای تیلاکوئید است.
- ۲) تعداد مواردی که در جلوگیری از عوارض بیماری نقش دارند، برابر با پروتئین های اولین زنجیره انتقال الکترون غشای تیلاکوئید است.
- ۳) تعداد مواردی که انجام آن ها به نوکلئیک اسید وابسته است، برابر با کربن های اولین ترکیب پایدار حاصل از تثبیت کربن در آناناس است.
- ۴) تعداد مواردی که با خارج کردن موادی از بدن بیمار همراه اند، برابر با کربن های اولین ترکیب پایدار حاصل از تثبیت کربن در گل رز است.

(سخت - مفهومی - ۱۲۰۷)

پاسخ: گزینه ۳

تعبیر صورت سؤال: کاربردهای زیست فناوری در پزشکی: ۱- تولید دارو ۲- تولید واکسن ۳- ژن درمانی ۴- تشخیص بیماری ها

پاسخ تشریحی:

تعداد مواردی که انجام آن ها به نوکلئیک اسیدها وابسته است، برابر با ۴ است. در تولید دارو، از ژن های مربوط به موارد مختلفی همچون انسولین، برای تولید آن استفاده می شود. در تولید واکسن نیز ژن مربوط به پادگن (آنتی ژن) سطحی عامل بیماری زا به یک باکتری یا ویروس غیربیماری زا منتقل می شود. در ژن درمانی، ژن جدیدی به یاخته های بیمار وارد می شود. در تشخیص بیماری نیز نوکلئیک اسید عامل بیماری زا شناسایی می شود. آناناس یک گیاه CAM است. اولین ترکیب پایدار حاصل از تثبیت کربن در این گیاهان، ترکیبی ۴ کربنی است.

بررسی سایر گزینه ها:

- ۱) تعداد مواردی که با انجام آن ها، ماده ای ساخته می شود، برابر با ۲ است. در تولید واکسن و تولید دارو که محصول ایجاد می شود. در ژن درمانی نیز ممکن است پروتئین یا هورمون جدیدی در بدن تولید شود. مثل اولین ژن درمانی موفقیت آمیز. دومین زنجیره انتقال الکترون غشای تیلاکوئید، بین فتوسیستم ۱ و  $NADP^+$  است و ۲ جزء پروتئینی دارد.
- ۲) تعداد مواردی که در جلوگیری از عوارض بیماری نقش دارند، برابر با ۴ است. تولید دارو از طریق ایجاد داروهای مفید باعث جلوگیری از وخیم شدن بیماری و ایجاد عوارض می شود. تولید واکسن باعث جلوگیری از ابتلای فرد به بیماری می شود. ژن درمانی می تواند با درمان فرد از ایجاد عوارض مربوط به بیماری جلوگیری کند. در تشخیص بیماری ها نیز با تشخیص زودهنگام بیماری قبل از ایجاد عوارض بیماری در فرد، بیماری شناسایی شده و درمان آغاز می شود. اولین زنجیره انتقال الکترون غشای تیلاکوئید، بین فتوسیستم ۲ و فتوسیستم ۱ است و ۳ جزء پروتئینی دارد.
- ۴) تعداد مواردی که با خارج کردن موادی از بدن بیمار همراه اند، برابر با ۲ است. در ژن درمانی، یاخته هایی از بدن بیمار خارج می شود. در تشخیص بیماری ها ممکن است خون فرد استخراج شده و عامل بیماری زا در آن شناسایی شود. گل رز یک گیاه  $C_3$  است. اولین ترکیب پایدار حاصل از تثبیت کربن در این گیاهان، ترکیبی ۳ کربنی است.

### گروه آموزشی ماز



۴۴ - در خصوص گیاه پنبه‌ای که با ویژگی مقاومت در برابر آفت تولید شده، کدام مورد نادرست است؟

- (۱) امروزه زیست فناوری عمدتاً به وسیله روشی شناخته می‌شود که منجر به تولید این گیاه شده است.
- (۲) علی‌رغم تخریب یاخته‌های لوله گوارش در حشره به دنبال خوردن گیاه، همچنان نیاز به سم‌پاشی مزارع وجود دارد.
- (۳) در اثر فعالیت رناتن‌ها در گیاه، مولکولی تولید می‌شود که در شرایطی، توانایی آسیب زدن به حشرات گیاه‌خوار را دارد.
- (۴) پس از ورود حشره گیاه‌خوار به غوزه نارس گیاه، حشره تحت تأثیر موادی تولید شده در یاخته‌های گیاه از بین می‌رود.

(متوسط - مفهومی - ۱۲۰۷)

پاسخ: گزینه ۴

پاسخ تشریحی:

حشره در اثر خوردن گیاه مقاوم شده از بین می‌رود و فرصت ورود به درون غوزه را از دست می‌دهد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ اگرچه زیست فناوری امروزه عمدتاً با مهندسی ژنتیک شناخته می‌شود، اما بهره‌برداری اقتصادی از این فناوری الزاماً وابسته به دستکاری جانداران نیست. برای تولید گیاه مقاوم به آفت، ابتدا ژن مربوط به سم از ژنوم باکتری جداسازی و پس از همسانه‌سازی به گیاه مورد نظر انتقال داده می‌شود. تاکنون با این روش چند نوع گیاه مقاوم مثل ذرت، پنبه و سویا تولید شده‌اند. بنابراین تولید پنبه مقاوم در برابر آفت‌ها، از کاربردهای مهندسی ژنتیک است.

۲ مطابق با توضیحات گزینه ۲، فعال شدن پیش‌سم باعث تخریب یاخته‌های لوله گوارش در حشره می‌شود. دقت کنید که: امروزه با کمک فناوری زیستی و تولید پنبه‌های مقاوم، نیاز به سم‌پاشی مزارع پنبه تا حدود زیادی کاهش پیدا کرده است. بنابراین هنوز هم نیاز به سم‌پاشی مزارع پنبه مقاوم وجود دارد.

۳ برخی از باکتری‌های خاکری، پروتئین‌هایی تولید می‌کنند که حشرات مضر برای گیاهان زراعی را می‌کشند. پیش‌سم غیرفعال، تحت تأثیر آنزیم‌های گوارشی موجود در لوله گوارش حشره شکسته و فعال می‌شود. سم فعال شده باعث تخریب یاخته‌های لوله گوارش و سرانجام مرگ حشره می‌شود. با انتقال ژن این پروتئین‌ها به گیاه، در گیاه نیز پیش‌سم تولید می‌شود که غیرفعال است و به خودی خود، و تا زمانی که در بدن حشره فعال نشود، کشنده نیست. با توجه به اینکه پیش‌سم از جنس پروتئین است، بنابراین توسط رناتن‌ها ساخته می‌شود.

### گروه آموزشی ماز

۴۵ - چند مورد، در ارتباط با یاخته‌های بنیادی توده یاخته‌ای درونی بلاستوسست صحیح است؟

- الف: همانند یاخته‌های تروفوبلاست، در تغذیه یاخته‌های جنینی نقش دارند.
- ب: برخلاف یاخته‌های تروفوبلاست، فقط یاخته‌های جنینی را تشکیل می‌دهد.
- ج: همانند یاخته‌های بنیادی بالغ در مغز استخوان، در تولید یاخته‌های دستگاه ایمنی نقش دارند.
- د: برخلاف یاخته‌های بنیادی کبد، می‌توانند در شرایط آزمایشگاهی، همه یاخته‌های بدن را تولید کنند.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

(متوسط - مفهومی - ۱۲۰۷)

پاسخ: گزینه ۳

پاسخ تشریحی:

همه موارد به جز مورد (د) درست‌اند.

بررسی موارد:

الف) یاخته‌های بنیادی توده یاخته‌ای درونی به انواع یاخته‌های بدن جنین متمایز می‌شوند. از جمله یاخته‌های سازنده خون و همچنین رگ‌های خونی که در تغذیه سایر یاخته‌ها نقش موثر دارند.

یاخته‌های تروفوبلاست از طریق تشکیل زه‌شامه (کوربون)، در تشکیل جفت دخالت دارند و از این طریق روی تغذیه جنین تأثیرگذار هستند.

ب) یاخته‌های بنیادی توده یاخته‌ای درونی به انواع یاخته‌های بدن جنین متمایز می‌شوند.

یاخته‌های تروفوبلاست، در تشکیل زه‌شامه (کوربون) که پرده محافظت‌کننده اطراف جنین است نقش دارند اما یاخته‌های جنینی را تشکیل نمی‌دهند.

ج) یاخته‌های بنیادی توده یاخته‌ای درونی به انواع یاخته‌های بدن جنین، از جمله یاخته‌های دستگاه ایمنی متمایز می‌شوند.

یاخته‌های بنیادی بالغ در مغز استخوان، در تولید گویچه‌های خون نقش دارند. گویچه‌های سفید خون، بخشی از دستگاه ایمنی محسوب می‌شوند.

د) تمایز یاخته‌های بنیادی جنینی (از جمله یاخته‌های توده درونی بلاستولا) هنوز نمی‌تواند به گونه‌ای تنظیم شود که بتواند همه انواع یاخته‌هایی را که در بدن جنین تولید می‌کنند در شرایط آزمایشگاهی نیز به وجود بیاورند.

یاخته‌های بنیادی کبد نیز فقط بعضی از یاخته‌های بدن را تولید می‌کنند که عبارتند از یاخته کبدی یا یاخته مجرای صفراوی.





انواع یاخته‌های بنیادی			
یاخته‌های حاصل از تقسیم و تمایز		نوع یاخته بنیادی	
انواع یاخته‌های پوست		پوست	یاخته بنیادی بالغ
یاخته‌های کبدی و مجاری صفراوی		کبد	
گویچه قرمز نابالغ + مگاکاریوسیت + گویچه‌های سفید دانه‌دار + مونوسیت		میلوئیدی	
لنفوسیت‌ها		لنفوئیدی	
رگ‌های خونی، ماهیچه اسکلتی و قلبی، یاخته عصبی، یاخته استخوانی		سایر	چینی
همه یاخته‌های جنینی و خارج جنینی (جفت و پرده‌های جنینی)		توده ۱۶ یاخته‌ای حاصل تقسیمات متوالی میتوزی یاخته تخم	
همه یاخته‌های جنینی		یاخته‌های درونی بلاستوسیت	

۱- همه انواع یاخته‌های بنیادی، سریع تکثیر می‌شوند و چرخه یاخته‌ای کوتاهی دارند.

۲- یاخته‌های بنیادی، می‌توانند تکثیر و به انواع متفاوت یاخته تبدیل شوند.

۳- یاخته‌های بنیادی، توانایی به وجود آوردن یاخته‌های مشابه خود را نیز دارند.

گروه آموزشی ماز

۴۶- چه تعداد از عبارتهای زیر در ارتباط با اثر فوتوالکتریک، درست است؟

الف: بنا به دیدگاه فیزیک کلاسیک، پدیده فوتوالکتریک باید با هر بسامدی رخ دهد.

ب: اگر بسامد نور تابیده شده بر سطح یک فلز از بسامد آستانه بیشتر باشد، کاهش شدت نور (با ثابت ماندن بسامد)، سبب کاهش انرژی جنبشی فوتوالکتردها می شود.

ج: اگر بسامد نور تابیده شده بر سطح یک فلز از بسامد آستانه آن فلز کمتر باشد، با افزایش شدت نور (با ثابت ماندن بسامد)، ممکن است پدیده فوتوالکتریک رخ دهد.

د: اگر بسامد نور تابیده شده بر سطح یک فلز از بسامد آستانه آن فلز بیشتر باشد، با افزایش بسامد نور (بدون تغییر در تعداد فوتونها)، تندی فوتوالکتردها افزایش می یابد.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

(آسان - مفهومی - ۱۲۰۴)

پاسخ: گزینه ۲



بچه ها در هیچ درسی از متن کتاب درسی غافل نشین. حالا منطبق بر متن کتاب درسی، درسامه زیر رو بخون



تا دهه های پایانی قرن نوزدهم، بیشتر حوزه های فیزیک، از جمله مکانیک نیوتونی، ترمودینامیک و نظریه الکترومغناطیس ماکسول که امروزه با نام فیزیک کلاسیک از آن ها یاد می شود به صورت بندی نهایی خود رسیده بود و به نظر می رسید که در توصیف گستره وسیعی از پدیده های فیزیکی کاملاً موفق اند. با این حال در آن سال ها، پدیده هایی مشاهده و آزمایش هایی انجام شد که تبیین کامل و درست آن ها با نظریه های فیزیک کلاسیک ممکن نبود و سبب تغییرات بنیادی در دیدگاه فیزیک دانان نسبت به توضیح رفتار برخی از پدیده های فیزیکی شد. به طوری که در سه دهه آغازین قرن بیستم، نتایج این تلاش ها به نظریه نسبیت خاص (مربوط به مطالعه پدیده ها در تندیه های بسیار زیاد و قابل مقایسه با تندیه نور)، نظریه نسبیت عام (مربوط به مطالعه هندسه فضا - زمان و گرانش) و نظریه کوانتومی (مربوط به مطالعه پدیده ها در مقیاس های بسیار کوچک، مانند اتم ها و ذره های سازنده آن ها) منجر شد که امروزه به آن فیزیک جدید می گویند. اندکی پس از ظهور این نظریه ها، شاخه های دیگری مانند فیزیک هسته ای، فیزیک ذرات بنیادی و کیهان شناسی به تدریج به وجود آمدند.

#### اثر فوتوالکتریک و فوتون

اگر بر کلاهک برق نمایی با بار منفی، نور فرابنفش تابیده شود، مشاهده می شود که انحراف ورقه های آن کاهش می یابد (شکل ۱ - الف) در حالی که با تابش نور مرئی، تغییری در انحراف ورقه های برق نما رخ نمی دهد (شکل ۲ - ب). چرا این پدیده ها اتفاق می افتد؟ آزمایش نشان می دهد وقتی نوری با بسامد مناسب مانند نور فرابنفش به سطحی فلزی بتابد الکترون هایی از آن گسیل می شوند (شکل ۲). این پدیده فیزیک را، اثر فوتوالکتریک و الکترون های جدا شده از سطح فلز را فوتوالکتردها می نامند.



شکل ۱- الف: برهم کنش نور فرودی فرابنفش با کلاهک برق نما سبب می شود تا ورقه های آن به سرعت به هم نزدیک شوند. ب: در حالی که برهم کنش نور مرئی گسیل شده از یک لامپ رشته ای تغییری در انحراف ورقه های برق نما به وجود نمی آورد.



شکل ۲- الکترون ها، انرژی نور فرودی را جذب می کنند و از سطح فلز خارج می شوند.

همان طور که در فصل ۳ دیدیم، نور، موجی الکترومغناطیسی است، بنابراین می توان انتظار داشت هنگام برهم کنش موج الکترومغناطیسی (نور فرودی) با سطح فلز، میدان الکتریکی این موج، نیروی  $\vec{F} = -e\vec{E}$  به الکترون های فلز وارد کند و آن ها را به نوسان وادارد. به این ترتیب، وقتی دامنه نوسان برخی از الکترون ها به قدر کافی بزرگ شود انرژی جنبشی لازم را برای جدا شدن از سطح فلز پیدا می کنند. بنابه این دیدگاه کلاسیکی، این پدیده باید با هر بسامدی رخ دهد در حالی که این نتیجه با تجربه سازگار نیست.

یکی دیگر از پیامدهای نظریه الکترومغناطیسی ماکسول این است که شدت نور با مربع دامنه میدان الکتریکی موج الکترومغناطیسی متناسب است ( $I \propto E^2$ ). به این ترتیب انتظار می رود به ازای یک بسامد معین، اگر شدت نور فرودی بر سطح فلز را افزایش دهیم باید الکترون ها با انرژی جنبشی بیشتری از فلز خارج شوند، نتیجه ای که تجربه آن را تایید نمی کند.

شکست مدل موج الکترومغناطیسی در توضیح برخی پدیده ها مانند اثر فوتوالکتریک به این معنی نیست که مدل موجی نور باید کنار گذاشته شود. ولی باید متوجه باشیم که مدل موجی، تمام ویژگی های نور را در بر ندارد و به همین دلیل قادر نیست توجیه درستی از تمامی پدیده های فیزیکی مرتبط با برهم کنش نور با ماده را ارائه کند.



پس از نزدیک به ۲۰ سال که تلاش بسیاری از دانشمندان برای توجیه اثر فوتوالکتریک به کمک مفاهیم و قانون‌های فیزیک کلاسیک به نتیجه نرسیده بود در سال ۱۹۰۵ اینشتین توضیحی قانع‌کننده در مورد این اثر ارائه داد و جایزه نوبل فیزیک سال ۱۹۲۱ میلادی را به خاطر تبیین آن دریافت کرد. اینشتین در نظریه فوتوالکتریک خود با توجه به کارهای قبلی پلانک در زمینه تابش گرمایی اجسام، فرض کرد که نور با بسامد  $f$  را می‌توان به صورت مجموعه‌ای از بسته‌های انرژی در نظر گرفت. هر بسته انرژی، که بعدها فوتون نامیده شد، دارای انرژی‌ای است که از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$E = hf$$

در این رابطه  $h$  ثابت پلانک نامیده می‌شود و به طور تجربی معلوم شده است که مقدار آن  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$  است. بنا بر نظر اینشتین، وقتی نوری تکفام بر سطح فلزی می‌تابد، هر فوتون صرفاً با یکی از الکترون‌های فلز برهم‌کنش می‌کند. اگر فوتون انرژی کافی داشته باشد تا فرایند خارج کردن الکترون از فلز را انجام دهد، الکترون به طور آبی از آن گسیل می‌شود. در این صورت بخشی از انرژی فوتون صرف جدا کردن الکترون از فلز می‌شود و مابقی آن به انرژی جنبشی الکترون خارج شده تبدیل می‌شود.



- هنگامی که نوری با بسامد  $f$  به فلزی با بسامد آستانه  $f_0$  (بسامد آستانه به جنس فلز بستگی دارد) می‌تابد، سه حالت زیر رخ می‌دهد.
۱.  $f > f_0$ : در این حالت فوتون‌های تابیده شده حداقل انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از فلز را دارند و پدیده فوتوالکتریک رخ می‌دهد. در این حالت خوب است که نکات زیر را بدانید:  
الف: اگر بدون تغییر در تعداد فوتون‌ها، بسامد موج ( $f$ ) را افزایش دهیم، انرژی جنبشی فوتوالکتریک‌ها افزایش می‌یابد.  
ب: اگر بدون تغییر در بسامد نور ( $f$ )، تعداد فوتون‌ها را افزایش دهیم، یعنی شدت نور را زیاد کنیم، انرژی جنبشی فوتوالکتریک‌ها تغییر نمی‌کند ولی تعداد الکترون‌های جدا شده از فلز افزایش می‌یابد.
  ۲.  $f < f_0$ : در این حالت فوتون‌های تابیده شده حداقل انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از فلز را ندارند و پدیده فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد. در این حالت خوب است که نکات زیر را بدانید:  
الف: اگر بدون تغییر در تعداد فوتون‌ها، بسامد موج ( $f$ ) را افزایش دهیم، ممکن است پدیده فوتوالکتریک رخ بدهد یا ندهد. اگر بسامد نور از بسامد آستانه فلز بیشتر شود یا با آن برابر شود، پدیده فوتوالکتریک رخ می‌دهد.  
ب: اگر بدون تغییر در بسامد نور ( $f$ )، تعداد فوتون‌ها را افزایش دهیم، یعنی شدت نور را زیاد کنیم، با توجه به این‌که اصلاً پدیده فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد، هیچ تغییری صورت نمی‌گیرد و همچنان هیچ الکترونی از فلز جدا نمی‌شود.
  ۳.  $f = f_0$ : در این حالت پدیده فوتوالکتریک رخ می‌دهد و کل انرژی هر فوتون صرف شده شدن الکترون از سطح فلز می‌شود، ولی انرژی جنبشی الکترون‌های جدا شده صفر می‌شود.

### بررسی موارد

- الف: بنابه دیدگاه فیزیک کلاسیک، پدیده فوتوالکتریک باید با هر بسامدی رخ دهد در حالی که این نتیجه با تجربه سازگار نیست. (در واقع بنابه دیدگاه فیزیک جدید، اگر بسامد نور تابیده شده بر سطح فلز از بسامدی موسوم به بسامد آستانه (که به جنس فلز بستگی دارد) کمتر باشد، فوتون‌ها، حداقل انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از فلز را ندارند و پدیده فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد.) (✓)
- ب: اگر بسامد نور تابیده شده بر سطح یک فلز از بسامد آستانه آن فلز بیشتر باشد، کاهش شدت نور (با ثابت ماندن بسامد)، تعداد فوتون‌ها را کاهش می‌دهد و در نتیجه تعداد الکترون‌های جدا شده از فلز (تعداد فوتوالکتریک‌ها) کاهش می‌یابد، اما انرژی جنبشی فوتوالکتریک‌ها تغییر نمی‌کند. (✗)
- ج: اگر بسامد نور تابیده شده بر سطح یک فلز از بسامد آستانه آن فلز کمتر باشد، با افزایش شدت نور (با ثابت ماندن بسامد)، به هیچ عنوان، پدیده فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد، زیرا بسامد نور تابیده شده، ثابت مانده است و همچنان کمتر از بسامد آستانه می‌باشد. (✗)
- د: اگر بسامد نور تابیده شده بر سطح یک فلز از بسامد آستانه آن فلز بیشتر باشد، با افزایش بسامد نور (بدون تغییر در تعداد فوتون‌ها)، انرژی جنبشی فوتوالکتریک‌ها افزایش می‌یابد و در نتیجه بر طبق رابطه انرژی جنبشی، یعنی  $K = \frac{1}{2}mv^2$ ، تندی فوتوالکتریک‌ها نیز افزایش می‌یابد. (✓)

### گروه آموزشی ماز

۴۷- مجموع انرژی دو فوتون A و B، برابر با  $1.92 \times 10^{-18} \text{ J}$  است. اگر طول موج فوتون A، ۸۰ درصد کمتر از طول موج فوتون B باشد، بسامد فوتون B چند

هرتز است؟ ( $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ,  $h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$ )

(۴)  $5 \times 10^{15}$

(۳)  $5 \times 10^{14}$

(۲)  $2 / 5 \times 10^{14}$

(۱)  $2 / 5 \times 10^{15}$

(متوسط - محاسباتی - ۱۲۰۴)

پاسخ: گزینه ۳



اینشتین فرض کرد که نور با بسامد  $f$  را می‌توان به صورت مجموعه‌ای از بسته‌های انرژی در نظر گرفت. هر بسته انرژی، فوتون نام دارد که دارای انرژی‌ای است که از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$E = hf \xrightarrow{f = \frac{c}{\lambda}} E = \frac{hc}{\lambda}$$

E: انرژی فوتون (J)

$h$ : ثابت پلانک (J.s)

$f$ : بسامد نور فرودی (Hz)

$c$ : تندی انتشار نور در خلأ ( $\frac{m}{s}$ )

$\lambda$ : طول موج نور فرودی (m)

✓ تندی انتشار نور در خلأ،  $c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$  است.

✓  $h$  ثابت پلانک نامیده می شود که مقدار آن در SI،  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$  است.

الکترون - ولت: ژول واحد بسیار بزرگی است، بنابراین برای بیان انرژی فوتون از واحد کوچکتری به نام الکترون ولت (eV) استفاده می کنیم. یک الکترون ولت، تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی یک الکترون در جابه جایی بین دو نقطه با اختلاف پتانسیل یک ولت است:

$$|\Delta V| = \left| \frac{\Delta U}{q} \right| \rightarrow 1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

تبدیل ژول و الکترون ولت به هم:

$$J \xrightarrow[\times 1.6 \times 10^{-19}]{\div 1.6 \times 10^{-19}} eV$$

گام اول:

طول موج فوتون A، ۸۰ درصد کمتر از طول موج فوتون B می باشد، پس داریم:

$$\lambda_A = \lambda_B - \frac{80}{100} \lambda_B \rightarrow \lambda_A = \frac{20}{100} \lambda_B \rightarrow \lambda_A = \frac{1}{5} \lambda_B$$

$$\frac{\lambda = \frac{c}{f}}{f_A} \rightarrow \frac{c}{f_A} = \frac{1}{5} \left( \frac{c}{f_B} \right) \rightarrow \frac{1}{f_A} = \frac{1}{5} \left( \frac{1}{f_B} \right) \rightarrow \frac{1}{f_A} = \frac{1}{5 f_B} \rightarrow 5 f_A = f_B$$

$$\rightarrow f_A = 5 f_B$$

گام دوم:

مجموع انرژی دو فوتون A و B، برابر با  $1.92 \times 10^{-18} \text{ J}$  است. این میزان انرژی بر حسب ژول را به الکترون ولت (eV) تبدیل می کنیم:

$$E_A + E_B = 1.92 \times 10^{-18} \text{ J} = \frac{1.92 \times 10^{-18}}{1.6 \times 10^{-19}} = 12 \text{ eV}$$

می دانیم انرژی هر فوتون از رابطه  $E = hf$  به دست می آید، پس داریم:

$$E_A + E_B = 12 \rightarrow hf_A + hf_B = 12 \rightarrow h(f_A + f_B) = 12$$

$$\frac{h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV.s}}{4 \times 10^{-15}} \rightarrow 4 \times 10^{-15} (f_A + f_B) = 12 \rightarrow f_A + f_B = \frac{12}{4 \times 10^{-15}} = 3 \times 10^{15}$$

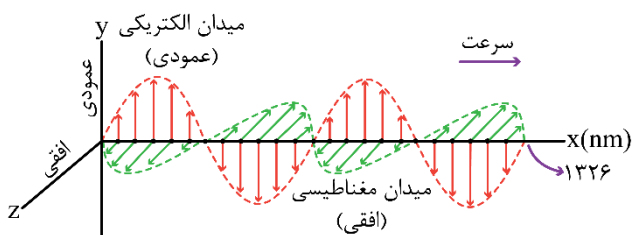
$$\frac{f_A = 5 f_B}{5 f_B} \rightarrow 5 f_B + f_B = 3 \times 10^{15}$$

$$\rightarrow 6 f_B = 3 \times 10^{15} \rightarrow f_B = \frac{3 \times 10^{15}}{6} = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

### گروه آموزشی ماز

۴۸- شکل زیر، تصویر لحظه ای از نوری را نشان می دهد که از یک لامپ رشته ای با توان ورودی ۹۰W منتشر شده است؛ به طوری که این لامپ از فاصله ۳ کیلومتری دیده می شود. فرض کنید نور لامپ به طور یکنواخت در فضای اطراف آن منتشر می شود و بازده لامپ ۴۰ درصد است. در مدت زمان ۳s چه تعداد فوتون وارد هر دو مردمک چشم های ناظری می شود که در فاصله ۳ کیلومتری از لامپ قرار دارد؟  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$  و  $c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$

(۲mm = قطر مردمک)



- (۱)  $10^7$
- (۲)  $4 \times 10^7$
- (۳)  $2 \times 10^7$
- (۴)  $8 \times 10^7$



کمیت کوانتومی (گسسته)



کمیتی است که مضرب درستی از مقدار پایه یا کوانتوم آن کمیت است. یادتان هست که در فیزیک یازدهم، بار الکتریکی ( $q$ ) کمیتی کوانتومی بود و کوانتوم آن (مقدار پایه) برابر با بار الکتریکی یک الکترون ( $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ) بود. در مورد انرژی موج الکترومغناطیسی هم می‌توان گفت که کمیتی کوانتومی است و مضرب درستی از انرژی یک فوتون ( $hf$ ) می‌باشد:

$$E = nhf = nh \frac{c}{\lambda}$$

$hf$ : انرژی هر فوتون

$n$ : تعداد فوتونها

$E$ : انرژی موج الکترومغناطیسی

نکته: توان تابشی یک نور تکفام با بسامد  $f$  را به کمک رابطه زیر به دست می‌آوریم:

$$P = \frac{E}{t} = \frac{nhf}{t} = \frac{nhc}{\lambda t}$$

$t$ : مدت زمان

$E$ : انرژی موج الکترومغناطیسی

$P$ : توان تابشی

حالا که توان تابشی رو بلد شدی، شدت تابشی یک نور تکفام رو هم یاد بگیر:

$$I = \frac{P}{A} = \frac{E}{At} \rightarrow I = \frac{nhf}{At} = \frac{nhc}{\lambda At}$$

گام اول:

بازده لامپ ۴۰ درصد است، اکنون توان خروجی لامپ را به دست می‌آوریم:

$$\frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}} \times 100 \rightarrow 40 = \frac{P_{\text{خروجی}}}{90} \times 100 \rightarrow P_{\text{خروجی}} = 36 \text{ W}$$

گام دوم:

مساحت جبهه موج که در فاصله ۳ km از چشمه موج (لامپ) قرار دارد را به دست می‌آوریم: (در واقع مساحت کره‌ای به شعاع ۳ km را به دست می‌آوریم).

$$A = 4\pi r^2 \quad r = 3 \text{ km} = 3 \times 10^3 \text{ m} \rightarrow A = 4 \times \pi \times (3 \times 10^3)^2 = 36\pi \times 10^6 \text{ m}^2$$

اکنون، شدت نور در فاصله ۳ km از چشمه موج (لامپ) را به دست می‌آوریم:

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P = 36 \text{ W}}{A = 36\pi \times 10^6 \text{ m}^2} \rightarrow I = \frac{36}{36\pi \times 10^6} = \frac{1}{\pi} \times 10^{-6} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

گام سوم:

مساحت هر مردمک چشم ناظر، که همان مساحت یک دایره است، برابر است با:

$$A_{\text{مردمک}} = \pi r^2 \quad r = \frac{D}{2} \quad D = 2 \text{ mm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m} \rightarrow r = \frac{2 \times 10^{-3}}{2} = 10^{-3} \text{ m} \rightarrow A_{\text{مردمک}} = \pi (10^{-3})^2 = \pi \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

شدت نوری که در فاصله ۳ km از چشمه موج (لامپ) وجود دارد، همان شدت نوری است که به هر مردمک چشم ناظر وارد می‌شود.

اکنون مقدار انرژی که به هر مردمک چشم ناظر وارد می‌شود را به دست می‌آوریم:

$$I = \frac{E}{t A_{\text{مردمک}}} \quad I = \frac{1}{\pi} \times 10^{-6} \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \quad t = 3 \text{ s}, A_{\text{مردمک}} = \pi \times 10^{-6} \text{ m}^2 \rightarrow \frac{1}{\pi} \times 10^{-6} = \frac{E}{3 \times \pi \times 10^{-6}}$$

$$\rightarrow E = \frac{1}{\pi} \times 10^{-6} \times 3 \times \pi \times 10^{-6} = 3 \times 10^{-12} \text{ J}$$

روش تستی:

با یک تناسب ساده هم می‌توانستیم انرژی که به هر مردمک وارد می‌شود را محاسبه کنیم.

$$\frac{36 \text{ W}}{P_{\text{مردمک}}} = \frac{4\pi \times (3000)^2}{\pi \times (10^{-3})^2} \Rightarrow P_{\text{مردمک}} = \frac{36 \times \pi \times 10^{-6}}{4\pi \times 9 \times 10^6} = 10^{-12} \text{ W}$$

در هر ثانیه  $10^{-12} \text{ J}$  انرژی به هر مردمک می‌رسد، پس در مدت ۳ s،  $3 \times 10^{-12} \text{ J}$  انرژی به هر مردمک می‌رسد.





با توجه به تصویر لحظه‌ای نور منتشرشده، که در صورت سؤال آمده است،  $\lambda = 1326 \text{ nm}$  است، پس داریم:

$$2\lambda = 1326 \text{ nm} \rightarrow \lambda = \frac{1326}{2} = 663 \text{ nm} = 663 \times 10^{-9} \text{ m}$$

پس طول موج نور منتشر شده  $663 \times 10^{-9} \text{ m}$  است.

اکنون تعداد فوتون‌های ورودی به هر مردمک چشم ناظر را به دست می‌آوریم:

$$E = nhf \xrightarrow{f = \frac{c}{\lambda}} E = nh \frac{c}{\lambda} \quad \begin{matrix} E = 3 \times 10^{-12} \text{ J}, \lambda = 663 \times 10^{-9} \text{ m} \\ h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}, c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{matrix}$$

$$3 \times 10^{-12} = n \times 6.63 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^8}{663 \times 10^{-9}} \rightarrow n = 10^7$$

دقت کنید که به هر مردمک چشم ناظر  $10^7$  فوتون وارد می‌شود پس به هر دو مردمک چشم ناظر  $2 \times 10^7$  فوتون وارد می‌شود.

### گروه آموزشی ماز

۴۹- کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) همه اجسام در هر دمایی که باشند، از خود امواج الکترومغناطیسی گسیل (نشر) می‌کنند.
- (۲) تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد، ناشی از برهم‌کنش قوی بین اتم‌های سازنده آن است.
- (۳) در تابشی که از خورشید گسیل می‌شود و به زمین می‌رسد، بعضی از طول موج‌ها وجود ندارند.
- (۴) طیف گسیلی برخلاف طیف جذبی برای هیچ دو گازی همانند یکدیگر نیست.

(آسان - مفهومی و خطبه خط کتاب درسی - ۱۲۰۴)

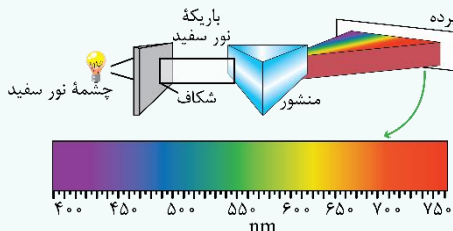
پاسخ: گزینه ۴

#### انواع طیف‌های اتمی

در این قسمت، انواع طیف‌های اتمی را بررسی می‌کنیم.

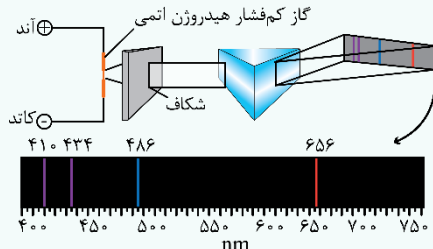
##### ۱- طیف گسیلی پیوسته

همه اجسام در هر دمایی که باشند، از خود امواج الکترومغناطیسی گسیل (نشر) می‌کنند که به آن تابش گرمایی گفته می‌شود. (اجسام در دماهای بالا از سطح خود نور مرئی گسیل می‌کنند. در دماهای معمولی، بیشتر تابش گسیل‌شده از سطح اجسام در ناحیهٔ فروسرخ قرار دارد.) برای یک جسم جامد، نظیر رشتهٔ داغ یک لامپ روشن، این امواج شامل گسترهٔ پیوسته‌ای از طول موج‌هاست. به همین دلیل طیف ایجادشده در این شرایط را طیف گسیلی پیوسته یا به اختصار طیف پیوسته می‌نامند. در شکل زیر، طیف گسیلی پیوستهٔ نور سفید از رشته داغ یک لامپ روشن نشان داده شده است. در این شکل تنها بخش مرئی طیف نشان داده شده است که گسترهٔ طول موج آن از حدود  $400 \text{ nm}$  (نور بنفش) تا حدود  $750 \text{ nm}$  (نور قرمز) است:



##### ۲- طیف گسیلی خطی

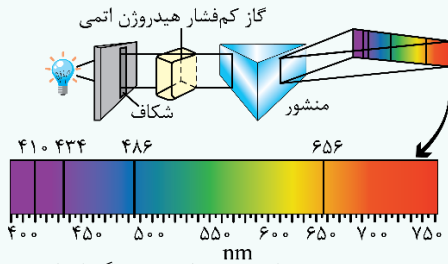
تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد، ناشی از برهم‌کنش قوی بین اتم‌های سازنده آن است. حال آن‌که گازهای کم‌فشار و رقیق، که اتم‌های منفرد آن‌ها از برهم‌کنش‌های قوی موجود در جسم جامد آزادند به جای طیف پیوسته، طیفی گسسته را گسیل می‌کنند که شامل طول موج‌های معینی است. این طیف گسسته را معمولاً طیف گسیلی خطی یا به اختصار طیف خطی می‌نامند و طول موج‌های ایجادشده در آن، برای اتم‌های هر گاز منحصر به فرد هستند و سرخ‌های مهمی را دربارهٔ نوع و ساختار اتم‌های آن گاز به دست می‌دهند. طیف خطی گاز هیدروژن اتمی در ناحیهٔ مرئی، شامل یک رشتهٔ منظم از خط‌هایی است که محل آن‌ها در شکل زیر نشان داده شده است:



##### ۳- طیف جذبی خطی

در سال ۱۸۱۴ میلادی فرانیهوفر، با مشاهدهٔ دقیق طیف خورشید، خط‌های تاریک نازیکی را در آن کشف کرد (خط‌های تاریکی که در طیف خورشید دیده می‌شود، به افتخار کشف‌کنندهٔ آن، خط‌های فرانیهوفر نامیده می‌شوند). این تجربه نشان می‌داد در تابشی که از خورشید گسیل می‌شود و به زمین می‌رسد بعضی از طول موج‌ها وجود ندارند. امروزه می‌دانیم بسیاری از خط‌های تاریکی که فرانیهوفر در طیف خورشید کشف کرد، ناشی از جذب طول موج‌های مربوط به این خط‌ها توسط گازهای جو خورشید است. خط‌های دیگر به سبب جذب نور در گازهای جو زمین پدید می‌آیند.

شکل زیر اسباب آزمایشی را به صورت طرح وار نشان می دهد که در آن باریکه نور سفید قبل از عبور از منشور، از گاز کم فشار هیدروژن می گذرد. با انجام این آزمایش پی می بریم یک طیف پیوسته (مشابه طیف رنگین کمان) با خط هایی تاریک درون آن مشاهده می شود که در آن بعضی از طول موج ها از نور سفید جذب شده اند.



شکل بالا روشی برای مشاهده طیف های جذبی است. یک چشمه نور سفید که گستره ای پیوسته از طول موج ها را تولید می کند، از ظرفی حاوی گاز کم فشار هیدروژن اتمی می گذرد و توسط منشور پاشیده می شود و طیف آن روی پرده تشکیل می شود. خط های تاریک روی طیف، به طول موج هایی از نور سفید مربوط است که توسط اتم های گاز جذب شده اند.

در مورد رابطه طیف گسیلی خطی و طیف جذبی خطی به دو نکته زیر توجه کنید:

**الف:** هم در طیف گسیلی و هم در طیف جذبی اتم های گاز هر عنصر، طول موج های معینی وجود دارد که از مشخصه های آن عنصر است. یعنی طیف گسیلی و طیف جذبی هیچ دو گازی همانند یکدیگر نیست.

**ب:** اتم های هر گاز دقیقاً همان طول موج هایی را از نور سفید جذب می کنند که اگر دمای آن ها به اندازه کافی بالا رود و یا به هر صورت دیگر برانگیخته شوند، آن ها را تابش می کنند.

### بررسی گزینه ها:

۱ همه اجسام در هر دمایی که باشند، از خود امواج الکترومغناطیسی گسیل (نشر) می کنند که به آن تابش گرمایی گفته می شود. (✓)

۲ تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد، ناشی از برهم کنش قوی بین اتم های سازنده آن است. (✓)

۳ در سال ۱۸۱۴ میلادی فرانوفر، با مشاهده دقیق طیف خورشید، خط های تاریک نازکی را در آن کشف کرد. (خط های تاریکی که در طیف خورشید دیده می شود، به افتخار کشف کننده آن، خط های فرانوفر نامیده می شوند) این تجربه نشان می داد در تابشی که از خورشید گسیل می شود و به زمین می رسد بعضی از طول موج ها وجود ندارند. امروزه می دانیم بسیاری از خط های تاریکی که فرانوفر در طیف خورشید کشف کرد، ناشی از جذب طول موج های مربوط به این خط ها توسط گاز های جو خورشید است. خط های دیگر به سبب جذب نور در گاز های جو زمین پدید می آیند. (✓)

۴ هم در طیف گسیلی و هم در طیف جذبی اتم های گاز هر عنصر، طول موج های معینی وجود دارد که از مشخصه های آن عنصر است، یعنی طیف گسیلی و طیف جذبی هیچ دو گازی همانند یکدیگر نیست. (✗)

### گروه آموزشی ماز

۵۰- در اتم هیدروژن، طول موج سومین خط طیفی در رشته لیمان ( $n' = 1$ )، چند نانومتر کوتاه تر از طول موج دومین خط طیفی در رشته بالمر ( $n' = 2$ ) است؟

$$(R = \frac{1}{1.09 \times 10^7} \text{ nm}^{-1})$$

$$\frac{400}{3} \quad (4)$$

$$\frac{1600}{3} \quad (3)$$

$$\frac{1280}{3} \quad (2)$$

$$\frac{1300}{3} \quad (1)$$

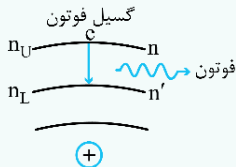
(متوسط - محاسباتی - ۱۲۰۴)

پاسخ: گزینه ۲

### فوتون گسیل شده

مطابق شکل زیر هنگامی که در یک اتم، الکترون از لایه ای به لایه پایین تر منتقل می شود، فوتونی با بسامد  $f$  و طول موج  $\lambda$  گسیل می کند. برای به دست آوردن طول موج فوتون گسیل شده در اتم هیدروژن می توانیم از رابطه زیر استفاده کنیم:

معادله ریذبرگ



$$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad \text{یا} \quad \frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2} \right)$$

$\lambda$  ← طول موج فوتون گسیل شده

$R$  ← ثابت ریذبرگ  $(R = 1.09 \times 10^7 \text{ nm}^{-1})$

$n_L$  یا  $n'$  ← شماره لایه مقصد (لایه پایین تر)

$n$  یا  $n_U$  ← شماره لایه مبدأ (لایه بالاتر)

**نکته:** در رابطه ریذبرگ اگر  $R$  برحسب  $(\text{nm})^{-1}$  جای گذاری شود،  $\lambda$  برحسب  $(\text{nm})$  به دست می آید که معمولاً در سؤالات کنکور طول موج برحسب نانومتر خواسته می شود و نیازی به تبدیل واحد نیست.

بر مبنای لایه مقصد، فوتون‌های گسیلی از اتم هیدروژن گروه‌بندی می‌شوند. به هر گروه در اصطلاح یک رشته اتمی گفته می‌شود و هر رشته را با نام یک دانشمند نام‌گذاری می‌کنند. به طور مثال اگر الکترون‌ها از لایه بالاتر به لایه شماره (۱) منتقل شوند، رشته مورد نظر را رشته لیمان می‌نامند و به الکترون‌ها و فوتون‌های مورد نظر به ترتیب الکترون لیمان و فوتون لیمان می‌گویند. در جدول زیر نام رشته‌های مختلف به همراه پرتو گسیل‌شده، مشخص است.

نام طیف	مقدار $n'$	رابطه ریدبرگ مربوط به رشته	مقدارهای $n$	ناحیه طیف
لیمان	۱	$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	۲, ۳, ۴, ...	فرابنفش
بالمر	۲	$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	۳, ۴, ۵, ...	فرابنفش و مرئی
پاشن	۳	$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	۴, ۵, ۶, ...	فروسرخ
براکت	۴	$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	۵, ۶, ۷, ...	فروسرخ
پفوند	۵	$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	۶, ۷, ۸, ...	فروسرخ

### نکته ۱:

با توجه به جدول بالا، به نکات زیر توجه کنید:

- همه فوتون‌های رشته لیمان ( $n' = 1$ ) در ناحیه فرابنفش قرار دارند، یعنی طول موج آن‌ها کمتر از  $400 \text{ nm}$  است.
- چهار خط طیفی اول رشته بالمر ( $n' = 2$ ) در ناحیه مرئی قرار دارند و خط‌های طیفی بعدی آن در ناحیه فرابنفش قرار دارند.
- همه فوتون‌های رشته‌های پاشن ( $n' = 3$ )، براکت ( $n' = 4$ ) و پفوند ( $n' = 5$ ) در ناحیه فرسرخ قرار دارند، یعنی طول موج آن‌ها از  $700 \text{ nm}$  بیشتر است.
- با توجه به چند نکته بالا می‌توان به نتایج زیر رسید:
- الف: اگر اتم هیدروژن فوتونی فرابنفش تابش کند، این فوتون ممکن است به رشته لیمان ( $n' = 1$ ) یا رشته بالمر ( $n' = 2$ ) تعلق داشته باشد.
- ب: اگر اتم هیدروژن فوتونی مرئی تابش کند، این فوتون قطعاً مربوط به رشته بالمر ( $n' = 2$ ) است.

### نکته ۲:

در رابطه  $\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ ، با داشتن  $n'$ ، مقدار  $n$  از  $n' + 1$  (اولین خط طیفی رشته  $n'$ ) شروع شده و تا بی‌نهایت ادامه پیدا می‌کند. مثلاً اولین خط طیفی رشته براکت ( $n' = 4$ )،  $n = 5$  است. یا مثلاً سومین خط طیفی رشته بالمر ( $n' = 2$ )،  $n = 5$  است. پس وقتی شماره یک خط طیفی از یک رشته را داریم، مقدار  $n$  از رابطه شماره خط طیفی  $n = n' +$  به دست می‌آید.

$$\begin{aligned} n' = 3 &\rightarrow n = 3 + 4 = 7 \quad \text{چهارمین خط طیفی رشته پاشن} \\ n' = 5 &\rightarrow n = 5 + 1 = 6 \quad \text{اولین خط طیفی رشته پفوند} \end{aligned}$$

### گام اول:

طبق نکات مطرح‌شده در این سؤال، در اتم هیدروژن، وقتی شماره یک خط طیفی از یک رشته را داریم، مقدار  $n$  از رابطه شماره خط طیفی  $n = n' +$  به دست می‌آید، پس داریم:

$$n' = 1 \rightarrow n = 1 + 3 = 4 \quad \text{سومین خط طیفی در رشته لیمان } (n' = 1)$$

پس سومین خط طیفی در رشته لیمان ( $n' = 1$ )، مربوط به گذار الکترون از مدار  $n = 4$  به مدار  $n' = 1$  است.

حال، با توجه به رابطه ریدبرگ، طول موج سومین خط طیفی در رشته لیمان ( $n' = 1$ )، که آن را با  $\lambda_1$  نشان می‌دهیم، محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{aligned} \frac{1}{\lambda} &= R \left( \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \xrightarrow{R = \frac{1}{1.097 \times 10^7} (\text{nm})^{-1}} \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{1.097 \times 10^7} \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{4^2} \right) \\ &\rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{1.097 \times 10^7} \left( \frac{1}{1} - \frac{1}{16} \right) \rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{1.097 \times 10^7} \left( \frac{15}{16} \right) \\ &\rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{1.097 \times 10^7} \left( \frac{15}{16} \right) \rightarrow \frac{1}{\lambda} = \left( \frac{1 \times 15}{1.097 \times 16} \right) \rightarrow \frac{1}{\lambda} = \left( \frac{15}{175.52} \right) \\ &\rightarrow \lambda = \frac{175.52}{15} = 11.7 \text{ nm} \end{aligned}$$

گام دوم:

دومین خط طیفی رشته بالمر برابر است با:

$$n' = 2 \rightarrow n = 2 + 2 = 4 \quad \text{دومین خط طیفی در رشته بالمر (} n' = 2 \text{) شماره خط طیفی} = 2$$

پس دومین خط طیفی در رشته بالمر ( $n' = 2$ )، مربوط به گذار الکترون از مدار  $n = 4$  به مدار  $n' = 2$  است.

حال، با توجه به رابطه ریدبرگ، طول موج دومین خط طیفی در رشته بالمر ( $n' = 2$ )، که آن را با  $\lambda_2$  نشان می‌دهیم، محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad R = \frac{1}{1.097 \times 10^7} \text{ (nm)}^{-1} \rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{1.097 \times 10^7} \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2} \right)$$

$$\rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{1.097 \times 10^7} \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{16} \right) \rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{1.097 \times 10^7} \left( \frac{4-1}{16} \right)$$

$$\rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{1.097 \times 10^7} \left( \frac{3}{16} \right) \rightarrow \frac{1}{\lambda} = \left( \frac{1 \times 3}{1.097 \times 16} \right) \rightarrow \frac{1}{\lambda} = \left( \frac{3}{1600} \right)$$

$$\rightarrow \lambda = \frac{1600}{3} \text{ nm}$$

گام سوم:

طول موج سومین خط طیفی در رشته لیمان ( $n' = 1$ )، یعنی  $\lambda_1$  را از طول موج دومین خط طیفی در رشته بالمر ( $n' = 2$ )، یعنی  $\lambda_2$  کم می‌کنیم:

$$\Delta \lambda = \lambda_2 - \lambda_1 = \frac{1600}{3} \text{ nm} - \frac{320}{3} \text{ nm} \rightarrow \Delta \lambda = \frac{1600}{3} - \frac{320}{3} = \frac{1280}{3} \text{ nm}$$

پس طول موج سومین خط طیفی در رشته لیمان ( $n' = 1$ )، یعنی  $\lambda_1$ ، از طول موج دومین خط طیفی در رشته بالمر ( $n' = 2$ )، یعنی  $\lambda_2$ ، کوتاه‌تر است.

گروه آموزشی ماز

۵۱- اگر کوتاه‌ترین طول موج در یک رشته از اتم هیدروژن،  $900 \text{ nm}$  باشد، اختلاف بسامد اولین و سومین خط طیفی در این رشته از اتم هیدروژن، چند هرتز است.

$$\text{است؟ } (R = \frac{1}{1.097 \times 10^7} \text{ (nm)}^{-1}, c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}})$$

$$\frac{1}{96} \times 10^{16} \quad (4)$$

$$\frac{1}{192} \times 10^{15} \quad (3)$$

$$\frac{1}{96} \times 10^{15} \quad (2)$$

$$\frac{1}{192} \times 10^{16} \quad (1)$$

(سخت - محاسباتی - ۱۲۰۴)

پاسخ: گزینه ۴

نکته:

۱- اگر بیشترین بسامد یا انرژی مربوط به یک رشته اتم هیدروژن (مثلاً رشته لیمان) را از ما خواستند، الکترون باید از مدار  $n = \infty$  به مدار مقصد برود.

رشته لیمان:  $n' = 1, n = \infty$

رشته بالمر:  $n' = 2, n = \infty$

رشته پاشن:  $n' = 3, n = \infty$

رشته براکت:  $n' = 4, n = \infty$

رشته پفوند:  $n' = 5, n = \infty$

دقت کنید که بیشترین بسامد یا انرژی، هم‌معنی کوتاه‌ترین طول موج است.

۲- اگر کمترین بسامد یا انرژی مربوط به یک رشته اتم هیدروژن (مثلاً رشته لیمان) را از ما خواستند، الکترون باید از نزدیک‌ترین مدار به مدار مقصد برود.

رشته لیمان:  $n' = 1, n = 2$

رشته بالمر:  $n' = 2, n = 3$

رشته پاشن:  $n' = 3, n = 4$

رشته براکت:  $n' = 4, n = 5$

رشته پفوند:  $n' = 5, n = 6$

دقت کنید که کمترین بسامد یا انرژی، هم‌معنی بلندترین طول موج است.

۳- اختلاف کوتاه‌ترین و بلندترین طول موج در هر رشته از اتم هیدروژن را، گستره طول موج‌های آن رشته می‌گویند.

کنکور سراسری ریاضی ۱۴۰۰:

در اتم هیدروژن در رشته بالمر ( $n' = 2$ )، بلندترین طول موج گسیل شده، چند نانومتر بیشتر از کوتاهترین طول موج گسیل شده در این رشته است؟

$$(R = 0.1 \text{ nm})^{-1}$$

۵۰۰ (۴)

۴۰۰ (۳)

۳۲۰ (۲)

۲۴۰ (۱)

پاسخ: گزینه ۲

بلندترین طول موج برای انتقال از  $n = 3$  به  $n' = 2$  است و کوتاهترین طول موج برای انتقال از  $n = \infty$  و  $n' = 2$  می باشد:

$$\frac{1}{\lambda_{\max}} = \frac{1}{0.1} \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) \rightarrow \lambda_{\max} = \frac{3600}{5} = 720 \text{ nm}$$

$$\frac{1}{\lambda_{\min}} = \frac{1}{0.1} \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) \rightarrow \lambda_{\min} = 400 \text{ nm}$$

$$\lambda_{\max} - \lambda_{\min} = 320 \text{ nm}$$

نکته ۲:

۱- در اتم هیدروژن، هنگامی که الکترون از مدار برانگیخته  $n$  به مدار  $n'$  می آید و  $n' < n$  است، فوتونی تابش می کند که طول موج آن از رابطه زیر به دست می آید:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$R \approx 0.1 \text{ nm}^{-1}$$

۲- با ضرب کردن دو طرف رابطه فوق در سرعت نور ( $c$ )، بسامد فوتون تابش شده به دست می آید.

$$\frac{c}{\lambda} = Rc \left( \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \xrightarrow{f = \frac{c}{\lambda}} f = Rc \left( \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

دقت کنید که در رابطه بالا برای محاسبه بسامد بر حسب هرتز (Hz)، باید بر حسب  $m^{-1}$  جای گذاری شود.

$$R = 0.1 \text{ nm}^{-1} = 0.1 \times 10^9 m^{-1} = 10^8 m^{-1}$$

۳- فرض کنید در اتم هیدروژن، الکترون یک بار از مدار  $n_1$  به مدار  $n'$  می رود و فوتونی با بسامد  $f_1$  تابش می کند و بار دوم از مدار  $n_2$  به مدار  $n'$  می رود و فوتونی با بسامد  $f_2$  تابش می کند. اختلاف این دو بسامد برابر است با:

$$\begin{cases} f_1 = Rc \left( \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n_1^2} \right) \\ f_2 = Rc \left( \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \end{cases} \rightarrow \Delta f = f_2 - f_1 = Rc \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

دقت کنید که در رابطه بالا نیز برای محاسبه اختلاف بسامد بر حسب هرتز (Hz)، باید بر حسب  $m^{-1}$  جای گذاری شود.

کنکور سراسری تجربی دی ۱۴۰۱:

اختلاف بسامد اولین و دومین خط طیف اتم هیدروژن در یک رشته معین  $35 \times 10^{14} \text{ Hz}$  است. این رشته کدام است؟  $c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$ ،  $(R = \frac{1}{0.1} \text{ nm}^{-1})$

(۲) لیمان ( $n' = 1$ )

(۱) براکت ( $n' = 4$ )

(۴) بالمر ( $n' = 2$ )

(۳) پاشن ( $n' = 3$ )

پاسخ: گزینه ۴

فرض کنیم شماره رشته مورد نظر،  $n'$  باشد، پس برای اولین خط طیف  $n = n' + 1$  و برای دومین خط طیف،  $n = n' + 2$  است.

پس اولین خط طیف در این رشته، مربوط به گذار الکترون از مدار  $n_1 = n' + 1$  به مدار  $n'$  است و دومین خط طیف در این رشته، مربوط به گذار الکترون از مدار  $n_2 = n' + 2$  به مدار  $n'$  است.

با استفاده از نکته بالا می توان نوشت:

$$\Delta f = Rc \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \rightarrow \frac{35}{24} \times 10^{14} = \underbrace{\frac{1}{100} \times 10^9}_{R \text{ بر حسب } m^{-1}} \times 3 \times 10^8 \left( \frac{1}{(n'+1)^2} - \frac{1}{(n'+2)^2} \right)$$



$$\rightarrow \frac{7}{144} = \frac{1}{(n'+1)^2} - \frac{1}{(n'+2)^2} \quad \frac{7}{144} = \frac{7}{9 \times 16} = \frac{16-9}{9 \times 16} = \frac{1}{9} - \frac{1}{16}$$

$$\frac{1}{9} - \frac{1}{16} = \frac{1}{(n'+1)^2} - \frac{1}{(n'+2)^2} \rightarrow \frac{1}{(2+1)^2} - \frac{1}{(2+2)^2} = \frac{1}{(n'+1)^2} - \frac{1}{(n'+2)^2}$$

$\rightarrow n' = 2 \rightarrow$  رشته مورد نظر، رشته بالمر است.

گام اول:

طبق نکات مطرح شده در این سؤال، کوتاهترین طول موج ( $\lambda_{\min}$ ) در یک رشته از اتم هیدروژن، زمانی اتفاق می افتد که، الکترون از مدار  $n = \infty$  به مدار مقصد برود. به دلیل اینکه، شماره رشته مورد نظر یا همان شماره مدار مقصد (یعنی همان مقدار  $n'$ ) را نداریم، با استفاده از معادله ریدبرگ، شماره رشته مورد نظر یا همان شماره مدار مقصد (یعنی مقدار  $n'$ ) را محاسبه می کنیم:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad R = \frac{1}{1.097} (nm)^{-1} \rightarrow \frac{1}{900} = \frac{1}{1.097} \left( \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{\infty^2} \right)$$

$$\rightarrow \frac{1}{900} = \frac{1}{1.097} \left( \frac{1}{n'^2} \right) \rightarrow \frac{1}{n'^2} = \frac{900}{1.097} \rightarrow \frac{1}{n'^2} = \frac{100}{900} \rightarrow \frac{1}{n'^2} = \frac{1}{9} \rightarrow n'^2 = 9 \rightarrow n' = 3$$

پس رشته مورد نظر، رشته پاشن ( $n' = 3$ ) است.

گام دوم:

طبق نکات مطرح شده در سؤال قبل دیدیم، در اتم هیدروژن، وقتی شماره یک خط طیفی از یک رشته را داریم، مقدار  $n$  از رابطه شماره خط طیفی  $n = n' + 1$  به دست می آید، پس داریم:

$$(n' = 3) \xrightarrow[\text{شماره خط طیفی} = 1]{n' = 3} n_1 = 3 + 1 = 4$$

$$(n' = 3) \xrightarrow[\text{شماره خط طیفی} = 3]{n' = 3} n_2 = 3 + 3 = 6$$

پس اولین خط طیفی در رشته پاشن ( $n' = 3$ )، مربوط به گذار الکترون از مدار  $n_1 = 4$  به مدار  $n' = 3$  است و سومین خط طیفی در رشته پاشن ( $n' = 3$ )، مربوط به گذار الکترون از مدار  $n_2 = 6$  به مدار  $n' = 3$  است.

با استفاده از نکته ۲ مطرح شده در این سؤال، اختلاف بسامد ( $\Delta f$ ) اولین و سومین خط طیفی در رشته پاشن ( $n' = 3$ ) را به دست می آوریم:

$$\Delta f = Rc \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \quad R = \frac{1}{1.097} (nm)^{-1} = 1.09 \times 10^7 m^{-1}, \quad c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$$

$$\Delta f = 1.09 \times 3 \times 10^8 \left( \frac{1}{(4)^2} - \frac{1}{(6)^2} \right) \rightarrow \Delta f = 3 \times 10^{15} \left( \frac{1}{16} - \frac{1}{36} \right)$$

$$\rightarrow \Delta f = 3 \times 10^{15} \left( \frac{36-16}{16 \times 36} \right) \rightarrow \Delta f = 3 \times 10^{15} \left( \frac{20}{576} \right)$$

$$\rightarrow \Delta f = \frac{1}{96} \times 10^{16} Hz$$

گروه آموزشی ماز

۵۲- در اتم هیدروژن، الکترون در تراز  $n = 6$  قرار دارد. با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، اگر تعداد فوتونهای گسیلی با انرژیهای متفاوت را با  $A$  و تعداد فوتونهای گسیلی با انرژیهای متفاوت که در محدوده فرسرخ قرار دارند را با  $B$  نشان دهیم،  $A - B$  کدام است؟

۶ (۴)

۷ (۳)

۸ (۲)

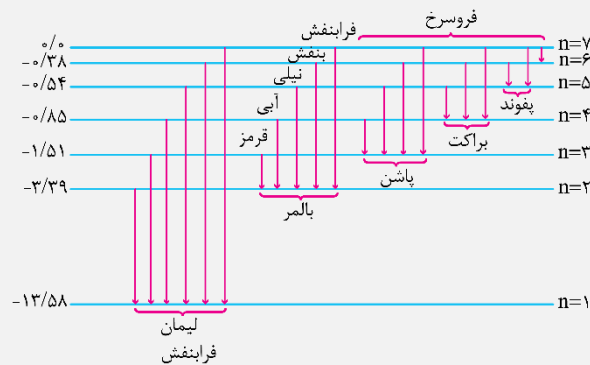
۹ (۱)

(متوسط - مفهومی - ۱۴۰۴)

پاسخ: گزینه ۱

نکته ۱:

با توجه به شکل زیر در گذارهای الکترون در مدل اتمی بور برای اتم هیدروژن داریم:



نکته ۲:

اگر الکترون در تراز  $n$  اتم هیدروژن باشد، با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، تعداد فوتون‌هایی که با انرژی‌های متفاوت می‌تواند گسیل کند از رابطه  $\binom{n}{2} = \frac{n(n-1)}{2}$  به دست می‌آید.

کنکور سراسری ریاضی ۸۲

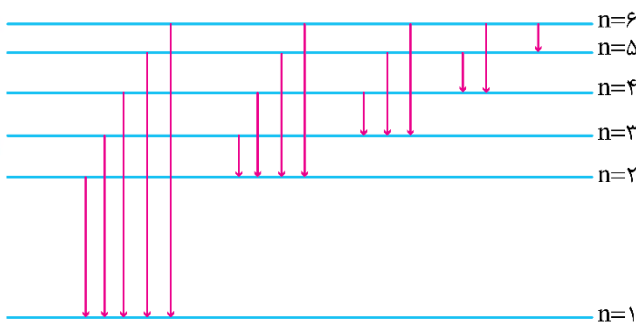
در اتم هیدروژن، الکترون در تراز  $n = 4$  قرار دارد. با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، چند نوع فوتون با انرژی‌های متفاوت ممکن است گسیل شود؟

- ۱) ۳      ۲) ۴      ۳) ۶      ۴) ۸
- پاسخ: گزینه ۳

با توجه به رابطه  $\frac{n(n-1)}{2}$  تعداد فوتون‌ها با انرژی‌های متفاوت را به دست می‌آوریم:

$$\frac{4(3)}{2} = 6$$

گام اول:



در گذارهایی که در شکل مقابل نشان داده شده است، فوتون‌هایی با انرژی‌های متفاوت گسیل می‌شود. طبق شکل، تعداد این فوتون‌ها ۱۵ تا است. پس مقدار  $A$ ، ۱۵ خواهد شد. ( $A = 15$ )

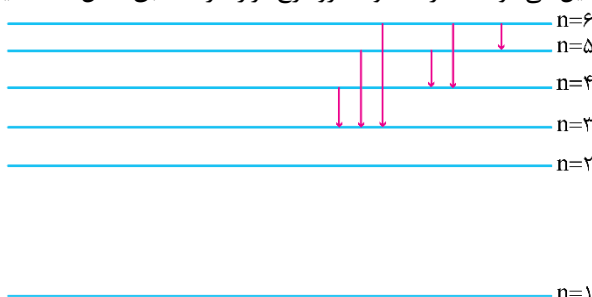
البته تعداد فوتون‌های گسیل شده با انرژی‌های متفاوت را ( $A$ )، می‌توانستیم از

$$\binom{n}{2} = \frac{n(n-1)}{2} \text{ نیز به دست بیاوریم، ببینید:}$$

$$A = \binom{n}{2} = \frac{n(n-1)}{2} \xrightarrow{n=6} A = \binom{6}{2} = \frac{6(6-1)}{2} = \frac{6(5)}{2} = 15$$

گام دوم:

در گذارهایی که در شکل زیر نشان داده شده است، فوتون‌هایی با انرژی‌های متفاوت گسیل می‌شود که در محدوده فروسرخ قرار دارند. طبق شکل، تعداد این فوتون‌ها ۶ تا است، پس مقدار  $B$ ، ۶ خواهد شد. ( $B = 6$ )



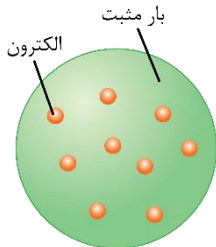
دقت کنید که در تمام گذارهای مربوط به رشته‌های پاشن ( $n' = 3$ )، براکت ( $n' = 4$ ) و پفوند ( $n' = 5$ )، فوتون‌هایی با انرژی‌های متفاوت گسیل می‌شود که در محدودهٔ فروسرخ قرار دارند.

گام سوم:

$$A - B \xrightarrow[B=6]{A=15} 15 - 6 = 9$$

### گروه آموزشی ماز

۵۳- به ترتیب از راست به چپ، شکل زیر نشان‌دهندهٔ مدل اتمی ..... است و یکی از نارسایی‌های این مدل اتمی این بود که .....



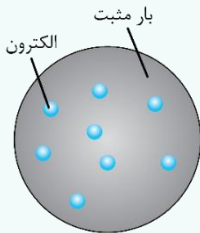
- (۱) تامسون - بسامدهای تابش گسیل شده از اتم، که این مدل پیش‌بینی می‌کرد با نتایج تجربی سازگار نبود.
- (۲) تامسون - بار الکتریکی اتم خنثی نبود.
- (۳) رادرفورد - بار الکتریکی اتم خنثی نبود.
- (۴) رادرفورد - بسامدهای تابش گسیل شده از اتم، که این مدل پیش‌بینی می‌کرد با نتایج تجربی سازگار نبود.

(آسان - مفهومی و خطبه خط کتاب درسی - ۱۴۰۴)

پاسخ: گزینه ۱

### مدل اتمی تامسون

تامسون اولین شخصی بود که موفق به کشف الکترون و اندازه‌گیری نسبت بار به جرم آن  $\frac{e}{m}$  شد. طبق مدل اتمی تامسون، اتم همچون کره‌ای است که بار مثبت به طور همگن در سرتاسر آن گسترده شده است و الکترون‌ها که سهم ناچیزی در جرم اتم دارند، در جاهای مختلف آن پراکنده شده‌اند. این مدل را گاهی یک کشمش‌ی هم می‌گویند، زیرا الکترون‌ها مانند دانه‌های کشمش در آن پخش شده‌اند.

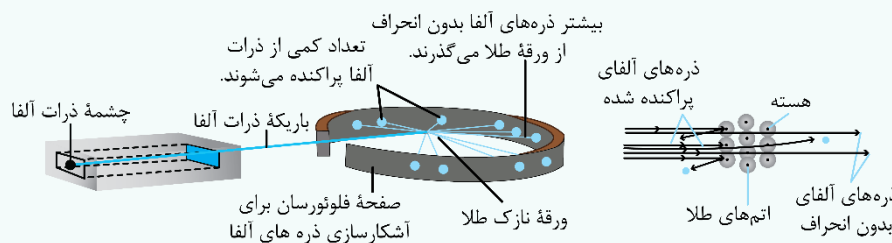


### نارسایی مدل تامسون:

در مدل تامسون، الکترون‌ها با بسامدهای معینی حول وضع تعادلشان نوسان می‌کنند و این نوسان سبب تابش امواج الکترومغناطیسی از اتم می‌شود، یکی از ناکامی‌های مدل تامسون این بود که بسامدهای تابش شده از اتم که این مدل پیش‌بینی می‌کرد با نتایج تجربی سازگار نبود. نارسایی دیگر مدل تامسون این بود که نمی‌توانست نتایج حاصل از آزمایش ورقهٔ طلای رادرفورد را توجیه کند.

### مدل اتمی رادرفورد:

رادرفورد برای بررسی مدل اتمی تامسون آزمایشی را انجام داد. در این آزمایش، باریکه‌ای از ذرات آلفا (هسته اتم هلیم) به سطح ورقهٔ بسیار نازکی از طلا تابانده می‌شود. همان‌طور که در شکل زیر می‌بینید تعداد زیادی از ذره‌ها بدون انحراف و یا با انحراف کم از ورقهٔ طلا عبور می‌کنند و در برخورد با صفحهٔ فلونورسان، در پشت ورقهٔ نازک طلا جرقه‌های نورانی تولید می‌کنند. اما برخی از ذره‌های آلفا در هنگام خروج از ورقهٔ طلا در زاویه‌های بزرگ منحرف و پراکنده می‌شوند و حتی تعدادی از آن‌ها به عقب برمی‌گردند. رادرفورد از این آزمایش نتیجه گرفت که اتم دارای یک هستهٔ بسیار چگال و کوچک ( $m \approx 10^{-15}$  شعاع) با بار مثبت است که با تعدادی الکترون در فاصله‌هایی به نسبت دور احاطه شده است. مدل اتمی را در فورده را مدل اتم هسته‌ای یا مدل هسته‌ای اتم می‌نامند.



### نارسایی مدل رادرفورد:

۱- عدم توجیه پایداری اتم: اگر الکترون نسبت به هسته ساکن باشد، باید تحت اثر نیروی ربایشی الکتریکی بین هسته و الکترون، روی هسته سقوط کند و در نتیجه اتم باید ناپایدار باشد که با واقعیت مطابقت ندارد و اگر الکترون مانند سیاره‌های منظومه خورشیدی که به دور خورشید می‌چرخند، به دور هسته بچرخد باز هم حرکت الکترون ناپایدار خواهد بود. زیرا در این حالت حرکت الکترون شتابدار است و بنابر فیزیک کلاسیک، حرکت شتابدار الکترون باعث تابش امواج الکترومغناطیسی می‌شود که بسامد آن با بسامد حرکت مداری الکترون برابر است. با تابش امواج الکترومغناطیسی، انرژی الکترون به تدریج کاهش یافته و شعاع چرخش آن نیز به تدریج کم شده و باز هم الکترون بر روی هسته سقوط می‌کند.

۲- عدم توجیه طیف گسسته اتم: همان طور که گفتیم طبق مدل رادرفورد اگر الکترون به صورت شتابدار به دور هسته بچرخد، امواج الکترومغناطیسی گسیل می‌کند، با کاهش انرژی الکترون، شعاع چرخش آن به تدریج کمتر شده و بسامد امواج الکترومغناطیسی گسیل‌شده به تدریج افزایش می‌یابد و به این ترتیب باید طیف امواج الکترومغناطیسی گسیل‌شده، پیوسته باشد که با واقعیت ناسازگار است. به شکل زیر دقت کنید:



پاسخ شش‌پایه

شکل صورت سؤال، نشان‌دهنده مدل اتمی تامسون است. طبق مدل اتمی تامسون، اتم همچون کره‌ای است که بار مثبت به طور همگن در سرتاسر آن گسترده شده است و الکترون‌ها که سهم‌ناپذیری در جرم اتم دارند، در جاهای مختلف آن پراکنده شده‌اند. این مدل را گاهی مدل کیک کشمش هم می‌گویند، زیرا الکترون‌ها مانند دانه‌های کشمش در آن پخش شده‌اند.

در مدل اتمی تامسون، وقتی الکترون‌ها با بسامدهای معینی حول وضع تعادلشان نوسان می‌کنند، این نوسان سبب تابش امواج الکترومغناطیسی از اتم می‌شود. یکی از ناکامی‌های (نارسایی‌های) مدل تامسون این بود که بسامدهای تابش گسیل‌شده از اتم، که این مدل پیش‌بینی می‌کرد، با نتایج تجربی سازگار نبود.

### گروه آموزشی ماز

۵۴- در اتم هیدروژن، الکترون در چهارمین حالت برانگیخته قرار دارد. اگر در طی انتقال این الکترون، فوتونی با کمترین انرژی تابش شود، به ترتیب از راست

به چپ، شعاع مدار حرکت الکترون چند برابر می‌شود و بسامد فوتون تابش‌شده، چند هرتر است؟ ( $E_R = 13/6 \text{ eV}$  ,  $h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$ )

$$\begin{aligned} (1) \quad & \frac{9}{16}, \frac{13}{65} \times 10^{-13} \text{ m} \\ (2) \quad & \frac{16}{25}, \frac{13}{65} \times 10^{-14} \text{ m} \\ (3) \quad & \frac{16}{25}, \frac{13}{65} \times 10^{-13} \text{ m} \\ (4) \quad & \frac{9}{16}, \frac{13}{65} \times 10^{-14} \text{ m} \end{aligned}$$

(متوسط - محاسباتی - ۱۲۰۴)

پاسخ: گزینه ۳

مدل بور

بور مدل اتمی خود را بر مبنای سه اصل زیر مطرح کرد:

اصل ۱: مدارها و انرژی‌های الکترون‌ها در هر اتم کوانتیده‌اند؛ یعنی فقط مدارها و انرژی‌های گسسته معینی مجاز هستند. طبق مدل بور، شعاع مدارها در اتم هیدروژن به کمک رابطه مقابل به دست می‌آید:

$$r_n = n^2 a_0$$

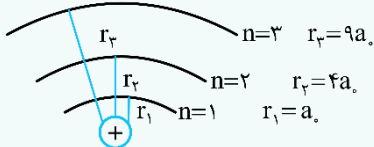
$r_n$  ← شعاع مدارهای الکترون برای اتم هیدروژن

$$(a_0 = 5/29 \times 10^{-11} \text{ m})$$

$a_0$  ← شعاع کوچک‌ترین مدار در اتم هیدروژن (به ازای  $n = 1$ ) که به آن شعاع بور نیز می‌گویند.

$n$  ← شماره مداری که الکترون روی آن قرار دارد.

نکته: با توجه به مدل بور، شعاع لایه‌های مختلف اتم هیدروژن به صورت شکل زیر است، همان طور که می‌بینید با افزایش  $n$  فاصله شعاع لایه‌ها افزایش می‌یابد.



نکته: طبق مدل بور، انرژی الکترون در مدارهای اتم هیدروژن به کمک رابطه زیر به دست می‌آید:

$$E_n = \frac{-E_R}{n^2}$$

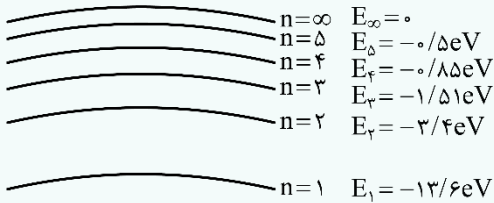
$E_n$  ← انرژی الکترون در هر لایه از اتم هیدروژن

$E_R$  ← انرژی الکترون در اولین مدار اتم هیدروژن (انرژی الکترون در  $n = 1$  برابر  $E_1 = -13/6 \text{ eV}$  است که اندازه آن را معمولاً یک ری‌دبرگ می‌نامند و با نماد

$E_R = 13/6 \text{ eV}$  نشان می‌دهند)

$n$  ← شماره مداری که الکترون روی آن قرار دارد.

نکته: با توجه به مدل بور انرژی الکترون در لایه های مختلف اتم هیدروژن به صورت شکل زیر است. همان طور که می بینید با افزایش  $n$  فاصله انرژی لایه ها کاهش می یابد.

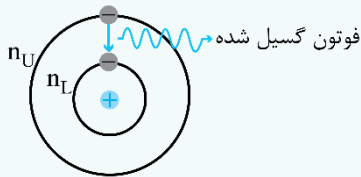


نکته: توصیه می کنیم برای سرعت در پاسخ گویی به سؤالات این قسمت، انرژی الکترون در پنج لایه اول را به خاطر بسپارید.

اصل ۲: وقتی یک الکترون در یکی از مدارهای مجاز است، هیچ نوع تابش الکترومغناطیسی گسیل نمی شود. از این رو گفته می شود الکترون در مدار مانا یا حالت مانا قرار دارد.

اصل ۳: الکترون می تواند از یک حالت مانا به حالت مانای دیگر برود. هنگام گذار الکترون از یک حالت مانا با انرژی بیشتر  $E_U$  به یک حالت مانا با انرژی کمتر  $E_L$ ، یک فوتون تابش می شود. در این صورت انرژی فوتون تابش شده برابر اختلاف انرژی بین دو مدار اولیه و مدار نهایی است و داریم:

$$E_U - E_L = hf \quad (\text{معادله گسیل فوتون از اتم})$$



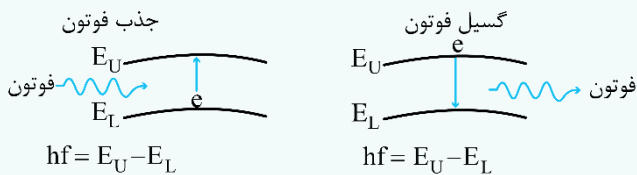
$E_U$  ← انرژی الکترون در لایه بالاتر

$E_L$  ← انرژی الکترون در لایه پایین تر

$hf$  ← انرژی فوتون گسیل شده

هنگامی که الکترون در پایین ترین تراز انرژی ( $n=1$ ) قرار گرفته است، در اصطلاح می گویند الکترون در حالت پایه قرار دارد و هنگامی که الکترون در ترازهای انرژی بالاتر ( $n=2, 3, \dots$ ) قرار می گیرد، در اصطلاح می گویند الکترون برانگیخته شده است.

هنگامی که الکترون از یک لایه با انرژی بیشتر ( $E_U$ ) به لایه ای با انرژی کمتر ( $E_L$ ) منتقل می شود، فوتون گسیل می کند و برای این که الکترون از لایه ای با انرژی کمتر ( $E_L$ ) به لایه ای با انرژی بیشتر ( $E_U$ ) منتقل شود باید فوتون جذب کند. به عبارت دیگر داریم:



در اتم هیدروژن انرژی مورد نیاز برای انتقال الکترون از حالت پایه ( $n=1$ ) به بالاترین حالت برانگیخته ( $n=\infty$ ) برابر  $13.6 \text{ eV}$  است. صرف این مقدار انرژی باعث جدا شدن الکترون از اتم می شود و یون مثبت هیدروژن ( $H^+$ ) تشکیل می شود. این کمترین انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از حالت پایه، انرژی یونش الکترون نامیده می شود. برای به دست آوردن انرژی یونش الکترون هایی که در لایه های مختلف اتم هیدروژن قرار می گیرند می توانیم به صورت زیر عمل کنیم:

$$\begin{cases} E_n = \frac{-E_R}{n^2} \rightarrow \Delta E = E_\infty - E_n = \frac{E_R}{n^2} \\ E_\infty = 0 \end{cases}$$

نکته: مقدار پیش بینی شده توسط مدل بور برای انرژی یونش اتم هیدروژن، توافق بسیار خوبی با مقدار تجربی دارد.

### کنکور سراسری ریاضی ۱۴۰۰

الکترون در اتم هیدروژن در حالت پایه قرار دارد. انرژی لازم برای اینکه الکترون از حالت پایه به اولین حالت برانگیخته جهش کند، چند ژول است؟

$$(e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}, E_R = 13.6 \text{ eV})$$

$$(1) \quad 1.632 \times 10^{-18} \quad (2) \quad 3.176 \times 10^{-18}$$

$$(3) \quad 4.72 \times 10^{-19} \quad (4) \quad 5.44 \times 10^{-19}$$

پاسخ: گزینه ۱

اولین حالت برانگیخته همان لایه  $n=2$  می باشد، بنابراین:

$$\Delta E = -E_R \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{n^2} \right) = -13.6 \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{1^2} \right)$$

$$\rightarrow \Delta E = -13.6 \times \frac{3}{4} = 10.2 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \times 10.2 = 1.632 \times 10^{-18} \text{ J}$$



### گام اول:

در اتم هیدروژن، اولین حالت برانگیخته، مدار  $n = 2$  است. در این سؤال، الکترون در چهارمین حالت برانگیخته قرار دارد. منظور از چهارمین حالت برانگیخته، مدار  $n = 5$  است. حال برای اینکه فوتونی با کمترین انرژی تابش شود، الکترون باید به مدار  $n = 4$  منتقل شود.

### گام دوم:

می‌دانیم شعاع مدارهای الکترون برای اتم هیدروژن از رابطه  $r_n = n^2 a_0$  به دست می‌آید، حال شعاع مدارهای  $n = 4$  و  $n = 5$  را به دست می‌آوریم و سپس شعاع مدار  $n = 4$  را تقسیم بر شعاع مدار  $n = 5$  می‌کنیم، تا ببینیم شعاع مدار حرکت الکترون در طی انتقال الکترون از مدار  $n = 5$  به مدار  $n = 4$  چند برابر شده است:

$$r_n = n^2 a_0 \xrightarrow{n=4} r_4 = (4)^2 a_0 \rightarrow r_4 = 16a_0 \quad \rightarrow \frac{r_4}{r_5} = \frac{16a_0}{25a_0} \rightarrow \frac{r_4}{r_5} = \frac{16}{25}$$

$$r_n = n^2 a_0 \xrightarrow{n=5} r_5 = (5)^2 a_0 \rightarrow r_5 = 25a_0$$

پس شعاع مدار حرکت الکترون در طی انتقال الکترون از مدار  $n = 5$  به مدار  $n = 4$  برابر شده است.

### گام سوم:

در اتم هیدروژن، انرژی الکترون در مدارهای  $n = 4$  و  $n = 5$ ، برابر است با: (البته ممکن است بعضی‌ها، انرژی الکترون در مدارهای اتمی هیدروژن را حفظ باشند).

$$E_n = \frac{-E_R}{n^2} \quad \frac{E_R = 13.6 \text{ eV}}{n=4} \rightarrow E_4 = \frac{-13.6}{(4)^2} = \frac{-13.6}{16} = -0.85 \text{ eV}$$

$$E_n = \frac{-E_R}{n^2} \quad \frac{E_R = 13.6 \text{ eV}}{n=5} \rightarrow E_5 = \frac{-13.6}{(5)^2} = \frac{-13.6}{25} = -0.544 \text{ eV}$$

الکترون از مدار  $n = 5$  به مدار  $n = 4$  رفته است، در این صورت، انرژی فوتون تابش شده برابر اختلاف انرژی مدار  $n = 4$  و مدار  $n = 5$  است. پس با استفاده از رابطه (معادله گسیل فوتون از اتم)  $E_U - E_L = hf$ ، که در آن،  $E_U$ ، انرژی الکترون در مدار  $n = 5$  ( $E_U = E_5$ ) و  $E_L$ ، انرژی الکترون در مدار  $n = 4$  ( $E_L = E_4$ )، بسامد فوتون تابش شده را به دست می‌آوریم:

$$E_U - E_L = hf \quad \frac{E_U = E_5}{E_L = E_4} \rightarrow E_5 - E_4 = hf \quad \frac{E_5 = -0.544 \text{ eV}, E_4 = -0.85 \text{ eV}}{h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV.s}} \rightarrow$$

$$-0.544 - (-0.85) = 4 \times 10^{-15} \times f$$

$$\rightarrow -0.544 + 0.85 = 4 \times 10^{-15} \times f \rightarrow 0.306 = 4 \times 10^{-15} \times f$$

$$\rightarrow f = \frac{0.306}{4 \times 10^{-15}} = 7.65 \times 10^{13} \text{ Hz}$$

### گروه آموزشی ماز

۵۵- در اتم هیدروژن، الکترونی در حالت پایه قرار دارد. چه تعداد از فوتون‌های جدول زیر توسط این الکترون در حالت پایه می‌توانند جذب شوند؟

فوتون نور مرئی قرمز	A
فوتون موج فرسرخ	B
فوتون با بسامد $3.187/5 \text{ THz}$	C
فوتون فرابنفش با انرژی $10/2 \text{ eV}$	D

$$(E_R = 13.6 \text{ eV}, h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV.s})$$

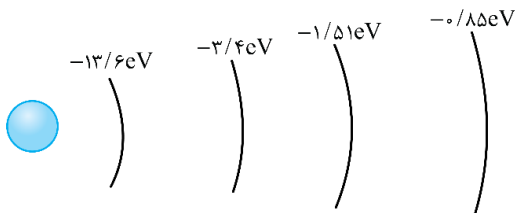
- ۱ (۱)
- ۲ (۲)
- ۳ (۳)
- ۴ (۴)

(متوسط - مفهومی و محاسباتی - ۱۲۰۴)

پاسخ: گزینه ۲

### پاسخ تشریحی:

برای آن که الکترون بتواند فوتون را جذب کند، انرژی فوتون باید برابر اختلاف انرژی الکترون در تراز پایه با ترازهای بالایی باشد. شکل زیر ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می‌دهد.



همان طور که می بینید، اختلاف انرژی ترازهای اول و دوم برابر  $10/2\text{eV}$  است، پس فوتون D می تواند جذب شود. از طرفی کمترین انرژی مورد نیاز برابر  $10/2\text{eV}$  است که در محدوده فرابنفش قرار دارد، پس فوتون های مرئی و فروسرخ به اندازه کافی بزرگ نیستند تا الکترون بتواند آن ها را جذب کند و به مدار دوم برود، بنابراین فوتون های A و B جذب نمی شوند. برای بررسی فوتون C، کافی است انرژی آن را محاسبه کنیم.

$$E_C = hf = 4 \times 10^{-15} \times 3187 / 5 \times 10^{12} = 12 / 75 \text{eV}$$

این انرژی برابر اختلاف انرژی تراز اول و چهارم است، بنابراین فوتون C نیز می تواند جذب شود.

### گروه آموزشی ماز

۵۶- کدام یک از گزینه های زیر، در ارتباط با موفقیت ها و نارسایی های مدل اتمی بور درست است؟

- (۱) مدل اتمی بور در محاسبه انرژی یونش همه اتم ها با موفقیت همراه است.
- (۲) مدل اتمی بور نمی تواند چگونگی ایجاد طیف های گسیلی و جذبی هیدروژن اتمی را توصیف کند.
- (۳) مدل اتمی بور نمی تواند توضیح دهد که چرا شدت خط قرمز با شدت خط آبی در طیف گسیلی هیدروژن اتمی متفاوت است.
- (۴) مدل اتمی بور در تبیین پایداری اتم، با موفقیت همراه نیست.



پاسخ: گزینه ۳

(آسان - مفهومی و خطبه خط کتاب درسی - ۱۲۰۴)

#### موفقیت های مدل بور



- ۱- توضیح چگونگی حرکت الکترون ها در اتم
- ۲- توضیح پایداری اتم و توضیح چگونگی ایجاد طیف های گسیلی و جذبی اتم هیدروژن
- ۳- محاسبه انرژی یونش اتم هیدروژن که توافق بسیار خوبی با مقدار تجربی دارد.
- ۴- مدل اتمی بور علاوه بر هیدروژن برای اتم هایی که تنها یک الکترون دارند نیز صادق است، مانند  $\text{Li}^{2+}$ . به این اتم ها در اصطلاح اتم های هیدروژن گونه می گویند.

#### نارسایی های مدل بور:

- ۱- مدل بور برای اتم هایی با بیش از یک الکترون کاربرد ندارد.
- ۲- مدل بور نمی تواند متفاوت بودن شدت خط های طیف گسیلی را توضیح دهد.

#### کنکور سراسری ریاضی ۱۴۰۰:

- کدام یک از موارد زیر را نمی توان برای اتم های هیدروژن گونه، با استفاده از مدل اتمی بور توجیه کرد؟
- (۱) تبیین پایداری اتم
  - (۲) طول موج های گسیلی طیف اتم
  - (۳) گسسته بودن ترازهای انرژی الکترون در اتم
  - (۴) متفاوت بودن شدت خط های طیف گسیلی اتم
- پاسخ: گزینه ۴  
با توجه به توضیحات بالا، گزینه ۴ صحیح است.

#### بررسی گزینه ها:

- ۱- مدل اتمی بور فقط در محاسبه انرژی یونش اتم های هیدروژن گونه با موفقیت همراه است. (X)
- ۲- مدل اتمی بور می تواند چگونگی ایجاد طیف های گسیلی و جذبی هیدروژن اتمی را توصیف کند. (X)
- ۳- مدل اتمی بور نمی تواند متفاوت بودن شدت خط های طیف گسیلی را توضیح دهد. برای مثال مدل اتمی بور نمی تواند توضیح دهد که چرا شدت خط قرمز با شدت خط آبی در طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی متفاوت است. (✓)
- ۴- مدل اتمی بور در تبیین پایداری اتم، با موفقیت همراه است. (X)

### گروه آموزشی ماز

۵۷- در اتم هیدروژن، اگر الکترون از مداری که شعاع آن  $16a_0$  است به مداری با شعاع  $4a_0$  برود، فوتونی با بسامد  $f$  تابش می کند و اگر الکترون از مداری با شعاع  $25a_0$  به مداری با شعاع  $9a_0$  برود، فوتونی با بسامد  $f'$  تابش می کند. نسبت  $\frac{f'}{f}$  کدام است؟ (a, شعاع بور است).

$$\frac{16}{7} \quad (4)$$

$$\frac{256}{525} \quad (3)$$

$$\frac{16}{25} \quad (2)$$

$$\frac{256}{675} \quad (1)$$



با توجه به رابطه  $r_n = n^2 a$ ، در حالت اول، الکترون از مدار  $n = 4$  به مدار  $n = 2$  رفته و در حالت دوم از مدار  $n = 5$  به  $n = 3$  رفته است. انرژی فوتون تابش شده در هر حالت برابر است با:

$$\begin{cases} n=3 \rightarrow E_3 = \frac{-E_R}{3^2} = \frac{-E_R}{9} \\ n=5 \rightarrow E_5 = \frac{-E_R}{5^2} = \frac{-E_R}{25} \end{cases} \rightarrow hf' = E_R \left( \frac{1}{9} - \frac{1}{25} \right) \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$\begin{cases} n=2 \rightarrow E_2 = \frac{-E_R}{2^2} = \frac{-E_R}{4} \\ n=4 \rightarrow E_4 = \frac{-E_R}{4^2} = \frac{-E_R}{16} \end{cases} \rightarrow hf = E_R \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{16} \right) \quad \text{رابطه (۲)}$$

با تقسیم رابطه (۱) بر رابطه (۲) داریم:

$$\frac{f'}{f} = \frac{\frac{1}{9} - \frac{1}{25}}{\frac{1}{4} - \frac{1}{16}} = \frac{\frac{225}{2250}}{\frac{3}{640}} = \frac{256}{675}$$

### گروه آموزشی ماز

۵۸- کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) در گسیل القایی، یک چشمه انرژی خارجی باید وجود داشته باشد تا الکترون‌ها را به ترازهای انرژی بالاتر برانگیخته کند.
- (۲) در گسیل القایی، فوتون گسیل شده در جهت فوتون ورودی حرکت می‌کند.
- (۳) مدت زمانی که الکترون‌ها در ترازهای شبه پایدار باقی می‌مانند، کوتاه‌تر از مدت زمانی است که الکترون‌ها در حالت برانگیخته معمولی باقی می‌مانند.
- (۴) وارونی جمعیت الکترون‌ها در یک محیط لیزری مربوط به وضعیتی است که تعداد الکترون‌ها در ترازهای شبه پایدار نسبت به تراز پایین‌تر بسیار بیشتر باشند.

### درسنامه

لیزر یکی از مهم‌ترین اختراعات قرن بیستم است، که کاربردهای زیادی در صنعت و پزشکی دارد. از جمله مهم‌ترین این کاربردها عبارتند از:

۱- استفاده در چاپگرها (پرینتر لیزری) در کپی اطلاعات روی CD و DVD و خواندن اطلاعات

۲- شبکه‌های کابل نوری

۳- اندازه‌گیری دقیق طول

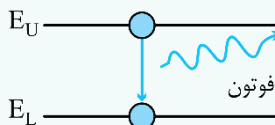
۴- در جوشکاری و برشکاری فلزات

۵- در پزشکی برای جراحی، برداشتن لکه‌های پوستی، اصلاح دید چشم و دندانپزشکی

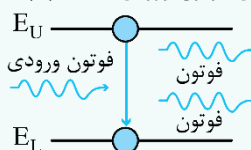
### چگونگی ایجاد لیزر

همان‌طور که می‌دانید هنگامی که الکترون از تراز انرژی بالاتر ( $E_U$ ) به تراز انرژی پایین‌تر ( $E_L$ ) می‌آید، فوتون گسیل می‌کند. به طور کلی انتقال الکترون به دو صورت می‌تواند باعث گسیل فوتون شود:

**الف:** گسیل خودبه‌خودی: هنگامی که الکترون به صورت خودبه‌خودی از تراز انرژی بالاتر به تراز انرژی پایین‌تر می‌آید، گسیل خودبه‌خودی صورت می‌گیرد. در گسیل خودبه‌خودی، فوتون در جهتی کاتوره‌ای گسیل می‌شود.



**ب:** گسیل القایی: اگر به الکترونی که در حالت برانگیخته قرار دارد، فوتونی با انرژی مناسب بتابد، الکترون تحریک شده و به مدار انرژی پایین‌تر می‌رود و فوتونی گسیل می‌کند که به آن گسیل القایی می‌گویند. برای روی دادن گسیل القایی باید انرژی فوتون ورودی دقیقاً برابر اختلاف انرژی دو تراز باشد.

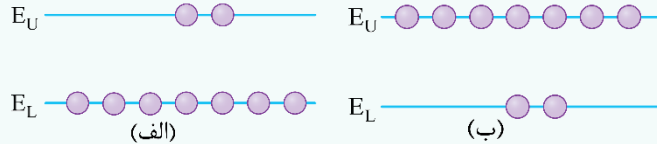


در گسیل القایی سه ویژگی اصلی وجود دارد:

۱- یک فوتون جذب و دو فوتون خارج می‌شود. به این ترتیب تعداد فوتون‌ها افزایش یافته و نور تقویت می‌شود.



**نکته:** در گسیل القایی یک چشمه انرژی خارجی مناسب باید وجود داشته باشد تا الکترون‌ها را به ترازهای انرژی بالاتر برانگیخته کند. این انرژی می‌تواند به روش‌های متعددی از جمله درخش‌های شدید نور معمولی و یا تخلیه‌های ولتاژ بالا فراهم شود. اگر انرژی کافی به اتم‌ها داده شود، الکترون‌های بیشتری به تراز انرژی بالاتر برانگیخته خواهند شد که به آن وارونی جمعیت گفته می‌شود. وارونی جمعیت الکترون‌ها در یک محیط لیزری مربوط به وضعیتی است که تعداد الکترون‌ها در ترازهایی موسوم به ترازهای شبه پایدار نسبت به تراز پایین‌تر بسیار بیشتر باشند. در این ترازها الکترون‌ها مدت‌زمان بسیار طولانی‌تری ( $10^{-3}$  s) نسبت به حالت برانگیخته معمولی ( $10^{-8}$  s) باقی می‌مانند. این زمان طولانی‌تر، فرصت بیشتری برای افزایش وارونی جمعیت و در نتیجه تقویت نور لیزر فراهم می‌کند. به شکل‌های زیر دقت کنید.



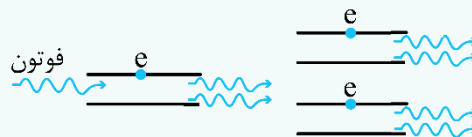
**الف:** به طور معمول و در دمای اتاق، بیشتر الکترون‌ها در تراز انرژی پایین‌تر قرار دارند.

**ب:** در وضعیتی که وارونی جمعیت به وجود آید بیشتر الکترون‌ها در تراز بالاتری (در مقایسه با تراز پایین‌تر) قرار دارند.

۲- فوتون گسیل‌شده در همان جهت فوتون ورودی حرکت می‌کند.

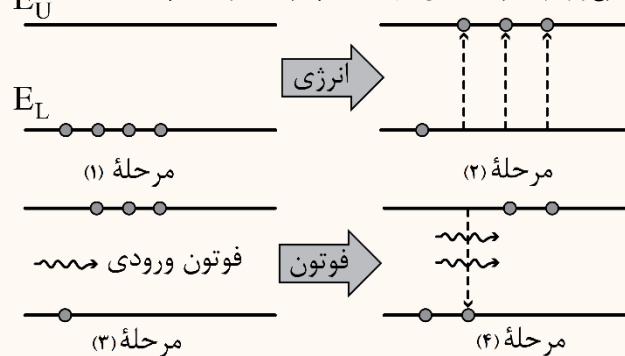
۳- فوتون گسیل‌شده با فوتون ورودی هم‌گام یا هم‌فاز است.

اساس کار لیزرها گسیل القایی است. فرض کنید مطابق شکل زیر، به یک اتم برانگیخته فوتونی با انرژی مناسب بتابانیم، همان‌طور که گفتیم در این فرایند دو فوتون مشابه به وجود می‌آید. حال اگر هر یک از این فوتون‌ها به دو اتم برانگیخته دیگر بتابند، ۴ فوتون مشابه ایجاد می‌شود و اگر این فرایند ادامه پیدا کند، مجموعه‌ای از فوتون‌هایی هم‌بسامد، هم‌فاز و هم‌جهت به وجود می‌آیند که باریکه لیزر را تشکیل می‌دهند.



### کنکمر سراسری تجربی ۱۴۰۲

شکل زیر، فرایند ایجاد باریکه لیزری را به طور طرح‌وار در ۴ مرحله نشان می‌دهد. نام مرحله ۲ و ۴ کدام است؟



(۱) وارونی جمعیت و فرایند گسیل القایی  
(۲) برانگیخته معمولی و فرایند گسیل القایی  
(۳) وارونی جمعیت و فرایند گسیل خودبه‌خود  
(۴) برانگیخته معمولی و فرایند گسیل خودبه‌خود

پاسخ: گزینه ۱

مرحله (۲) وارونی جمعیت را نشان می‌دهد که در آن بیشتر الکترون‌ها در حالت برانگیخته قرار دارند.

مرحله (۴) گسیل القایی را نشان می‌دهد که در آن، تابش یک فوتون ورودی باعث گسیل فوتون جدیدی می‌شود و در نهایت دو فوتون خارج می‌شوند.

### بررسی گزینه‌ها:

۱- در گسیل القایی، یک چشمه انرژی خارجی باید وجود داشته باشد تا الکترون‌ها را به ترازهای انرژی بالاتر برانگیخته کند. این انرژی می‌تواند به روش‌های متعددی از جمله درخش‌های شدید نور معمولی و یا تخلیه‌های ولتاژ بالا فراهم شود. اگر انرژی کافی به اتم‌ها داده شود، الکترون‌های بیشتری به تراز انرژی بالاتر برانگیخته خواهند شد که به آن وارونی جمعیت گفته می‌شود. (✓)

۲- در گسیل القایی، سه ویژگی اصلی وجود دارد، یکی از این ویژگی‌ها، این است که، فوتون گسیل‌شده در همان جهت فوتون ورودی حرکت می‌کند. (✓)

۳- مدت زمانی که الکترون‌ها در ترازهای شبه پایدار باقی می‌مانند ( $10^{-3}$  s)، بسیار طولانی‌تر از مدت زمانی است که الکترون‌ها در حالت برانگیخته معمولی باقی می‌مانند ( $10^{-8}$  s). (✗)

۴- وارونی جمعیت الکترون‌ها در یک محیط لیزری، مربوط به وضعیتی است که تعداد الکترون‌ها در ترازهایی موسوم به ترازهای شبه پایدار نسبت به تراز پایین‌تر بسیار بیشتر باشند. (✓)

۵۹- چه تعداد از عبارت های زیر، درست است؟ ( $e = 1/6 \times 10^{-19} C$ )

الف: نوترون بار الکتریکی ندارد و جرمش اندکی بیشتر از جرم پروتون است.

ب: در هسته  $^{103}_{Rh}$ ، اگر عدد نوترونی برابر ۵۸ باشد، بار الکتریکی خالص هسته،  $14/8 \times 10^{-18} C$  است.

ج: ویژگی های هسته یک اتم را، فقط تعداد پروتون های هسته تعیین می کند.

د: ایزوتوپ  $^{47}_{X}$  را با روش شیمیایی، می توان از ایزوتوپ  $^{49}_{X}$  جدا کرد.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

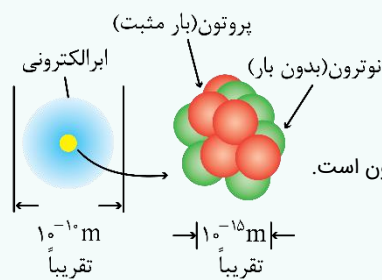
۱ (۱)

(متوسط - مفهومی و خط به خط کتاب درسی - ۱۲۰۴)

پاسخ: گزینه ۱

### ساختار هسته

با ساختار هسته در درس شیمی آشنا شدین، ما اینجا بیشتر از جنبه درس فیزیک بررسیش می کنیم ولی خب اگر شیمیتون خوب باشه، حسابی بهتون کمک می کنه. یادتان هست که گفتیم در فیزیک هسته ای با ساختار، برهم کنش ها و واپاشی هسته های اتمی سروکار داریم. با توجه به شکل زیر، اتم از دو قسمت هسته و ابر الکترونی تشکیل شده است که هسته اتم در مرکز آن واقع شده است. ابعاد اتم تقریباً از مرتبه  $10^{-10} m$  ابعاد هسته اتم تقریباً از مرتبه  $10^{-15} m$  است. پس شعاع هسته اتم، تقریباً  $\frac{1}{100000}$  شعاع اتم است.



با دقت در شکل مقابل می توان فهمید که حجم کل هسته بسیار کوچک تر از حجم کل اتم است. نوترون: هسته اتم از نوترون ها و پروتون ها تشکیل شده است که به طور کلی نوترون نامیده می شوند. نوترون که توسط جیمز چادویک، فیزیکدان انگلیسی کشف شد، بار الکتریکی ندارد و جرمش اندکی بیشتر از جرم پروتون است. جرم اتم ها و همچنین اجزای تشکیل دهنده اتم را، افزون بر یکای کیلوگرم با یکای جرم اتمی نیز بیان می کنند.

یکای جرم اتمی را با  $u$  یا  $amu$  نشان می دهند که برابر با  $\frac{1}{12}$  جرم اتم کربن ۱۲ است.

برخی از ویژگی های فیزیکی ذرات تشکیل دهنده اتم:

ذره	بار الکتریکی (C)	جرم	
		کیلوگرم (kg)	یکای جرم اتمی (u)
الکترون	$-1/6 \times 10^{-19}$	$9/10389 \times 10^{-31}$	$5/4858 \times 10^{-4}$
پروتون	$+1/6 \times 10^{-19}$	$1/672622 \times 10^{-27}$	$1/007276$
نوترون	۰	$1/674929 \times 10^{-27}$	$1/008664$

اندکی اختلاف

$$1 amu = 1/66 \times 10^{-27} kg$$

تعداد پروتون های هسته را عدد اتمی ( $Z$ ) می نامند و در عنصرهای مختلف متفاوت است. در یک اتم خنثی، تعداد پروتون های هسته با تعداد الکترون های دور هسته برابر است. تعداد نوترون های هسته، عدد نوترونی ( $N$ ) نامیده می شود. همچنین مجموع تعداد کل پروتون ها و نوترون ها را عدد جرمی ( $A$ ) می نامند.

$$\underbrace{A}_{\text{تعداد پروتون ها و نوترون ها (عدد جرمی)}} = \underbrace{Z}_{\text{تعداد پروتون ها (عدد اتمی)}} + \underbrace{N}_{\text{تعداد نوترون ها (عدد نوترونی)}}$$

برای یک عنصر با نماد شیمیایی  $X$ ، نماد هسته به صورت زیر نشان داده می شود:

$$\text{نماد عنصر} \leftarrow A X \leftarrow \text{عدد جرمی}$$

$$\text{عدد نوترونی} \leftarrow Z X \leftarrow \text{عدد اتمی}$$

**ایزوتوپ ها:** ویژگی های هسته را تعداد پروتون ها و نوترون های آن (عدد جرمی ( $A$ )) تعیین می کند. خواص شیمیایی هر اتم را تعداد پروتون های هسته (عدد اتمی ( $Z$ )) تعیین می کند. به همین سبب هسته هایی که تعداد پروتون مساوی ولی تعداد نوترون متفاوت دارند خواص شیمیایی یکسانی دارند، در نتیجه این هسته ها در جدول تناوبی عناصر هم مکان هستند و بنابراین ایزوتوپ (هم مکان) نامیده می شوند. به طور مثال، کربن به دو صورت پایدار و با درصدهای فراوانی بسیار متفاوتی در طبیعت یافت می شود که یکی از ۶ پروتون و ۶ نوترون ( $^{12}_6C$ )، و دیگری از آن ها از ۶ پروتون و ۷ نوترون ( $^{13}_6C$ ) تشکیل شده است. این دو هسته، ایزوتوپ های کربن هستند. جرم های اتمی درج شده در جدول تناوبی عناصر، میانگین جرم های اتمی ایزوتوپ های مختلف هر عنصر است که با توجه به درصد فراوانی آن ها حساب شده اند. به جز هیدروژن، ایزوتوپ های مختلف یک هسته را با نام همان هسته مشخص می کنند. حواستان باشد که ایزوتوپ ها با روش های شیمیایی قابل جداسازی نیستند.

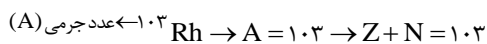


ایزوتوپ های مختلف چند عنصر و درصد فراوانی آن ها در طبیعت

نام عنصر	نماد	Z	N	درصد فراوانی در طبیعت	نام عنصر	نماد	Z	N	درصد فراوانی در طبیعت
هیدروژن ۱	H	۱	۰	۹۹/۹۸۸۵	کربن ۱۳	$^{13}\text{C}$	۶	۷	۱/۰۷
دوتریم (هیدروژن ۲، $^2\text{H}$ )	D	۱	۱	۰/۰۱۱۵	کربن ۱۴	$^{14}\text{C}$	۶	۸	یافت نمی شود
تریتیم (هیدروژن ۳، $^3\text{H}$ )	T	۱	۲	بسیار نادر	اورانیم ۲۳۵	$^{235}\text{U}$	۹۲	۱۴۳	۰/۷۱۶
کربن ۱۲	$^{12}\text{C}$	۶	۶	۹۸/۹۳	اورانیم ۲۳۸	$^{238}\text{U}$	۹۲	۱۴۶	۹۹/۲۸۴

بررسی موارد:

الف: نوترون بدون بار الکتریکی است و جرمش اندکی بیشتر از جرم پروتون است. (✓)  
ب:



عدد نوترونی اتم، که همان تعداد نوترون های (N) هسته اتم است، برابر با ۵۸ است، با جایگذاری در رابطه  $Z + N = 103$ ، تعداد پروتون های (Z) هسته اتم (عدد اتمی) را به دست می آوریم:

$$Z + N = 103 \xrightarrow{N=58} Z + 58 = 103 \rightarrow Z = 103 - 58 = 45$$

هسته اتم از نوترون ها و پروتون ها تشکیل شده است، نوترون بدون بار الکتریکی است اما پروتون دارای بار الکتریکی است و بار الکتریکی هر پروتون برابر با  $+1.6 \times 10^{-19} \text{C}$  است. پس بار الکتریکی خالص هسته از رابطه  $q = +Ze$ ، به دست می آید:

$$q = +Ze \xrightarrow{Z=45} q = +45 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{C} = 7.2 \times 10^{-18} \text{C} = 7.2 \times 10^{-18} \text{C} \quad (*)$$

ج: (\*)

این دو جمله را با هم اشتباه نگیرید:

۱- ویژگی های هسته یک اتم را تعداد پروتون ها و نوترون های اتم (عدد جرمی (A)) تعیین می کند.

۲- خواص شیمیایی هر اتم را تعداد پروتون های هسته (عدد اتمی (Z)) تعیین می کند.

د: تنها عناصری را می توان با روش شیمیایی از یکدیگر جدا کرد که عدد اتمی (Z) متفاوتی از یکدیگر داشته باشند و در واقع خواص شیمیایی شان متفاوت از یکدیگر باشد. ایزوتوپ ها (مانند  $^{47}\text{X}$  و  $^{49}\text{X}$ ) به دلیل اینکه عدد اتمی (Z) برابر دارند، پس خواص شیمیایی شان یکسان است و نمی توان به روش شیمیایی، آن ها را از یکدیگر جدا کرد. (\*)  
پس ۱ مورد از مطالب داده شده، درست است.

### گروه آموزشی ماز

۶۰- کدام گزینه نادرست است؟

- بیشتر جرم یک اتم در هسته آن متمرکز شده است.
- نیروی هسته ای، کوتاه برد است و تنها در فاصله ای کوچک تر از ابعاد هسته اثر می کند.
- جرم هسته از مجموع جرم نوکلئون های تشکیل دهنده اش اندکی بیشتر است.
- هسته ها در واکنش شیمیایی برانگیخته نمی شوند.

(آسان - مفهومی و خط به خط کتاب درسی - ۱۲۰۴)

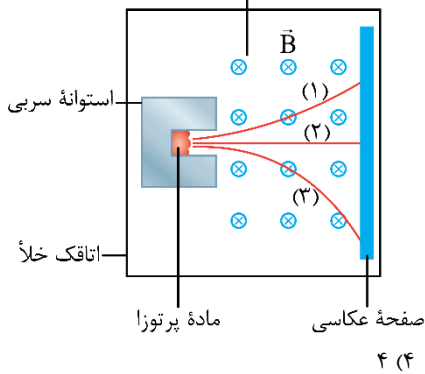
پاسخ: گزینه ۳

بررسی گزینه ها:

- بیشتر جرم یک اتم (بیش از ۹۹/۹ درصد آن) در هسته اتم متمرکز شده است. (✓)
- نیروی هسته ای، کوتاه برد است و تنها در فاصله ای کوچک تر از ابعاد هسته اثر می کند. (✓)
- جرم هسته از مجموع جرم نوکلئون های تشکیل دهنده اش (پروتون ها و نوترون ها) اندکی کمتر است. (\*)
- هسته ها در واکنش شیمیایی برانگیخته نمی شوند. (✓)

### گروه آموزشی ماز

میدان مغناطیسی (عمود بر صفحه کاغذ به طرف درون)



- ۶۱- شکل مقابل، طرح آزمایش ساده‌ای را نشان می‌دهد، که در آن مسیر پرتوهای گسیل شده (پرتوهای آلفا، بتای منفی و گاما) از یک ماده پرتوزای طبیعی مشخص شده، و این پرتوها از یک میدان مغناطیسی عبور می‌کنند. چه تعداد از عبارتهای زیر نادرست است؟
- الف: میزان نفوذ پرتوی شماره (۲) در یک ورقه سربی، بیشتر از میزان نفوذ پرتوی شماره (۱) در همان ورقه سربی است.
- ب: جرم ذرات پرتوی شماره (۳)، از جرم ذرات پرتوی شماره (۱)، بیشتر است.
- ج: واپاشی ذرات پرتوی شماره (۱)، متداول‌ترین نوع واپاشی در هسته‌ها است.
- د: در واپاشی ذرات پرتوی شماره (۳)، یک نوترون درون هسته به یک پروتون و یک الکترون تبدیل می‌شود.

۱ (۱)

۲ (۲)

۳ (۳)

۴ (۴)

(متوسط - مفهومی و خطبه خط کتاب درسی - ۱۲۰۴)

پاسخ: گزینه ۲

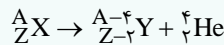
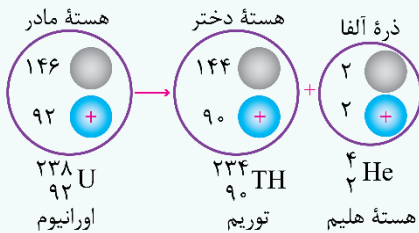
### واپاشی آلفا

۱- این واپاشی در هسته‌های سنگین روی می‌دهد.

۲- پرتوهای  $\alpha$  ذرات باردار مثبت از جنس هسته اتم هلیوم ( ${}^4_2\text{He}$ ) هستند و از دو پروتون و دو نوترون تشکیل شده‌اند.

۳- برد پرتوهای  $\alpha$  کوتاه است. این ذرات پس از طی مسافتی کوتاه در حدود ۱cm تا ۲cm در هوا یا هنگام عبور از لایه‌ای نازک از مواد جذب می‌شوند. پرتوهای  $\alpha$  کمترین نفوذ را دارند و با ورقه نازک سربی با ضخامت ناچیز (۰/۰۱mm) متوقف می‌شوند.

۴- اگر ذره‌های  $\alpha$  از راه تنفس یا دستگاه گوارش وارد بدن شوند، باعث آسیب‌های شدید به بدن خواهند شد. به معادله این واپاشی و مثالی که مطرح شده است توجه کنید:



(واپاشی  $\alpha$ )

### واپاشی $\beta^-$

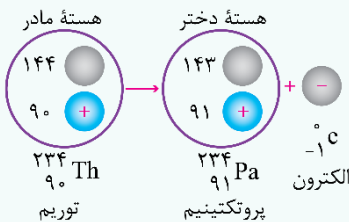
۱- این واپاشی، متداول‌ترین نوع واپاشی در هسته‌ها است.

۲- پرتوهای  $\beta^-$  در واقع همان الکترون‌ها هستند.

۳- پرتوهای  $\beta^-$  مسافت خیلی بیشتری را نسبت به پرتوهای  $\alpha$  در سرب نفوذ می‌کنند. تقریباً پرتوهای  $\beta^-$  می‌توانند مسافتی در حدود (۰/۱mm) در سرب نفوذ کنند.

۴- الکترون گسیل شده در این واپاشی یکی از الکترون‌های مداری اتم نیست؛ این الکترون وقتی به وجود می‌آید که نوترونی درون هسته، به یک پروتون و یک الکترون تبدیل شود.

به معادله این واپاشی و مثالی که مطرح شده است، توجه کنید:



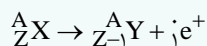
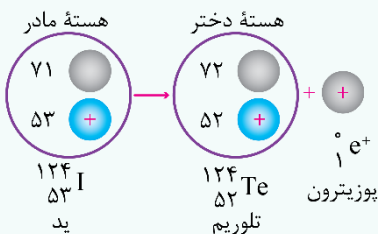
(واپاشی  $\beta^-$ )

### واپاشی $\beta^+$

۱- در این واپاشی ذره گسیل شده توسط هسته، جرم یکسانی با الکترون دارد ولی به جای بار  $-e$  دارای بار الکتریکی  $+e$  است. به این الکترون مثبت، پوزیترون می‌گویند و با نماد  $\beta^+$  یا  $e^+$  نمایش داده می‌شود.

۲- مسافتی که پرتوهای  $\beta^+$  در سرب نفوذ می‌کنند مانند  $\beta^-$  در حدود (۰/۱mm) است.

۳- هنگام واپاشی  $\beta^+$  یکی از پروتون‌های درون هسته به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود. به معادله این واپاشی و مثالی که مطرح شده است، توجه کنید:



(واپاشی  $\beta^+$ )

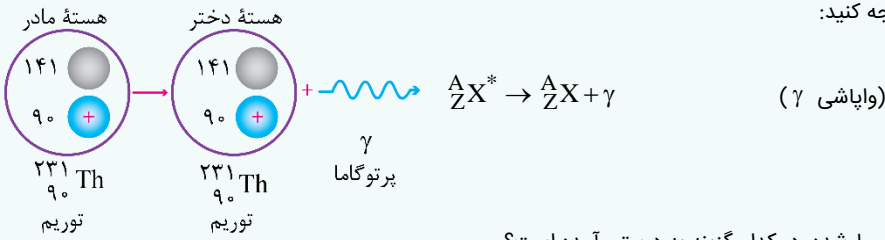
### واپاشی $\gamma$

۱- اغلب هسته‌ها پس از واپاشی آلفا یا بتا، در حالت برانگیخته قرار می‌گیرند و با گسیل پرتوی گاما به حالت پایه می‌رسند.

۲- پرتوهای گاما از جنس امواج الکترومغناطیسی هستند و دارای بار الکتریکی و جرم نمی‌باشند و از فوتون‌های پرانرژی تشکیل شده‌اند.

۳- پرتوهای گاما بیشترین نفوذ را دارند و می‌توانند از ورقه سربی با ضخامت (۱۰۰mm) عبور کنند.

به معادله این واپاشی و مثالی که مطرح شده است، توجه کنید:

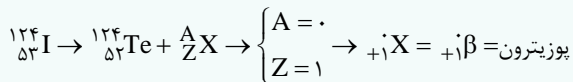


مثال:

شکل مقابل، واپاشی  $\gamma$  را نشان می‌دهد. نام ذره گسیل‌شده، در کدام گزینه به درستی آمده است؟

- (۱) آلفا
  - (۲) گاما
  - (۳) پوزیترون
  - (۴) الکترون
- پاسخ: ۳

با توجه به واپاشی انجام‌شده می‌توان نوشت:



### نکته:

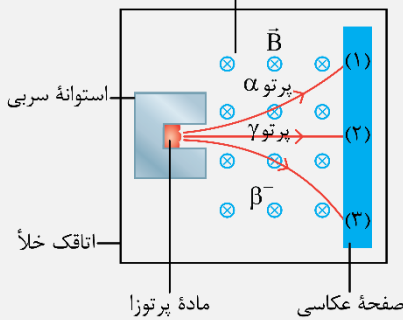
در شکل مقابل یک ماده پرتوزا در محفظه‌ای قرار گرفته است و سه پرتوی آلفا ( $\alpha$ )، بتای منفی ( $\beta^-$ ) و گاما ( $\gamma$ ) را تابش می‌کند. به نکات زیر توجه کنید.

۱- پرتو  $\gamma$  از جنس امواج الکترومغناطیسی است و بار الکتریکی ندارد، بنابراین در میدان مغناطیسی منحرف نمی‌شود و در مسیر مستقیم حرکت می‌کند.

۲- پرتوی  $\alpha$  از جنس هسته اتم هلیوم است و دارای بار مثبت می‌باشد، بنابراین طبق قاعده دست راست، در میدان مغناطیسی نشان داده‌شده به طرف بالا منحرف می‌شود.

۳- پرتوی  $\beta^-$  از جنس الکترون است و دارای بار منفی می‌باشد، بنابراین در میدان مغناطیسی نشان داده‌شده به سمت پایین منحرف می‌شود.

۴- جرم ذرات  $\alpha$  بسیار بیشتر از جرم ذرات  $\beta^-$  است، به همین دلیل میزان انحراف  $\alpha$  کمتر از انحراف  $\beta^-$  می‌باشد.



### بررسی موارد:

طبق نکات درسنامه، پرتوهای شماره (۱)، (۲) و (۳) به ترتیب، پرتوهای آلفا ( $\alpha$ )، بتای منفی ( $\beta^-$ ) و گاما ( $\gamma$ ) هستند.

**الف:** میزان نفوذ پرتوی گاما ( $\gamma$ ) (پرتوی شماره ۲) در یک ورقه سربی، بیشتر از میزان نفوذ پرتوی آلفا ( $\alpha$ ) (پرتوی شماره ۱) در همان ورقه سربی است. (✓)

**ب:** جرم ذرات آلفا ( $\alpha$ ) (ذرات پرتوی شماره ۱)، بسیار بیشتر از جرم ذرات بتای منفی ( $\beta^-$ ) (ذرات پرتوی شماره ۳) است. (✗)

**ج:** واپاشی بتای منفی ( $\beta^-$ ) (ذرات پرتوی شماره ۳) متداول‌ترین نوع واپاشی در هسته‌ها است. (✗)

**د:** در واپاشی بتای منفی ( $\beta^-$ ) (ذرات پرتوی شماره ۳)، یک نوترون درون هسته، به یک پروتون و یک الکترون تبدیل می‌شود و الکترون از هسته خارج می‌شود. (گسیل می‌شود) (✓)

### گروه آموزشی ماز

۶۲- حاصل واپاشی هسته مادر  ${}_{90}^{232}\text{Th}$ ، یک هسته دختر  $A$ ،  $n$  ذره آلفا و ۴ ذره الکترون است و حاصل واپاشی هسته مادر  ${}_{48}^{99}\text{Cd}$ ، یک هسته دختر  $m$ ،  $B$  ذره آلفا و ۱ ذره پوزیترون است. اگر تعداد نوترون‌های هسته دختر  $A$  و هسته دختر  $B$ ، به ترتیب ۱۲۶ و ۵۰ تا باشد،  $m+n$  کدام است؟

(۴) ۸

(۳) ۷

(۲) ۶

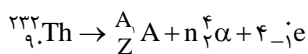
(۱) ۵

(سخت - محاسباتی - ۱۲۰۴)

پاسخ: گزینه ۳

گام اول:

معادله واپاشی هسته مادر  ${}_{90}^{232}\text{Th}$  را می‌نویسیم:



پایستگی عدد جرمی:  $232 = A_1 + n(4) + 4(0) \rightarrow 232 = A_1 + 4n$

پایستگی عدد اتمی:  $90 = Z_1 + n(2) + 4(-1) \rightarrow 90 = Z_1 + 2n - 4 \rightarrow 94 = Z_1 + 2n$

سؤال گفته تعداد نوترون‌های هسته دختر A، ۱۲۶ تا است، پس  $N_1 = 126$  است. حال داریم:

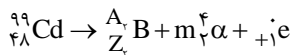
$$A_1 = N_1 + Z_1 \rightarrow N_1 = A_1 - Z_1 \rightarrow A_1 - Z_1 = 126$$

$$\begin{cases} 232 = A_1 + 4n \\ 94 = Z_1 + 2n \end{cases} \xrightarrow[\text{پایین کم می‌کنیم}]{\text{معادله بالا را از معادله}} 138 = (A_1 - Z_1) + (4n - 2n)$$

$$\xrightarrow{A_1 - Z_1 = 126} 138 = 126 + 2n \rightarrow 12 = 2n \rightarrow n = 6$$

گام دوم:

معادله واپاشی  $^{99}_{48}\text{Cd}$  را می‌نویسیم:



پایستگی عدد جرمی :  $99 = A_2 + m(4) + 0 \rightarrow 99 = A_2 + 4m$

پایستگی عدد اتمی :  $48 = Z_2 + m(2) + 1 \rightarrow 48 = Z_2 + 2m + 1 \rightarrow 47 = Z_2 + 2m$

سؤال گفته تعداد نوترون‌های هسته دختر B، ۵۰ تا است، پس  $N_2 = 50$  است. حال داریم:

$$A_2 = Z_2 + N_2 \rightarrow N_2 = A_2 - Z_2 \rightarrow A_2 - Z_2 = 50$$

$$\begin{cases} 99 = A_2 + 4m \\ 47 = Z_2 + 2m \end{cases} \xrightarrow[\text{پایین کم می‌کنیم}]{\text{معادله بالا را از معادله}} 52 = (A_2 - Z_2) + (4m - 2m)$$

$$\xrightarrow{A_2 - Z_2 = 50} 52 = 50 + 2m \rightarrow 2 = 2m \rightarrow m = 1$$

گام سوم:

خواسته سؤال برابر است با:

$$m + n = 1 + 6 = 7$$

### گروه آموزشی ماز

- ۶۳- تعداد هسته‌های مادر اولیه در یک نمونه ماده پرتوزا، برابر ۲۵۶ است. اگر پس از گذشت ۱۸۰ دقیقه، تعداد هسته‌های اولیه،  $93/75$  درصد کاهش یابد، پس از چند دقیقه از ابتدای واپاشی ماده پرتوزا، تعداد هسته‌های واپاشی‌شده ماده پرتوزا برابر ۲۲۴ می‌شود؟
- (۱) ۴۵ (۲) ۱۳۵ (۳) ۹۰ (۴) ۲۷۰

(سخت - محاسباتی - ۱۲۰۴)

پاسخ: گزینه ۲

#### پرتوزایی و نیمه‌عمر

۱- مدت زمانی که طول می‌کشد تا نیمی از یک ماده پرتوزا واپاشیده شود را «نیمه‌عمر» آن ماده می‌گویند و آن را با T نشان می‌دهند.

۲- اگر تعداد هسته‌های اولیه برابر  $N_0$  باشد، پس از گذشت هر نیمه‌عمر، تعداد هسته‌های باقی‌مانده نصف می‌شود.

$$N_0 \xrightarrow{T_1/2} \frac{N_0}{2} \xrightarrow{T_1/2} \frac{N_0}{4} \xrightarrow{T_1/2} \frac{N_0}{8} \dots$$

۳- تعداد هسته‌های پرتوزای باقی‌مانده ( $N$ ) از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n, \quad n = \frac{t}{T_1/2}$$

$n$ : تعداد نیمه‌عمرها

$N_0$ : تعداد هسته‌های مادر اولیه در نمونه پرتوزا

$T_1/2$ : نیمه‌عمر

$t$ : زمان

۴- اختلاف تعداد هسته‌های مادر اولیه در نمونه پرتوزا و هسته‌های پرتوزای باقی‌مانده برابر تعداد هسته‌های واپاشی شده است.

$$N_{\text{واپاشیده}} = N_0 - N_{\text{باقی‌مانده}}$$

$$\rightarrow N_{\text{واپاشیده}} = N_0 - \frac{N_0}{2^n} = N_0 \left(1 - \frac{1}{2^n}\right)$$

### گام اول:

تعداد هسته‌های اولیه یک نمونه ماده پرتوزا ( $N_0$ ) پس از گذشت  $t_1 = 180 \text{ min}$ ،  $93/75$  درصد کاهش یافته است. پس تعداد هسته‌های فعال باقی مانده برابر است با:

$$N = N_0 - \frac{93}{100} N_0 \rightarrow N = \frac{6}{100} N_0$$

### گام دوم:

نیمه عمر ( $T$ ) ماده پرتوزا را بر حسب دقیقه ( $\text{min}$ ) به دست می آوریم:

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \xrightarrow{n=\frac{t}{T}} N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} \xrightarrow[N=t_1=180 \text{ min}]{N=\frac{6}{100} N_0}$$

$$\frac{6}{100} N_0 = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{180}{T}} \rightarrow \frac{6}{100} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{180}{T}} \rightarrow$$

$$\frac{625}{100} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{180}{T}} \rightarrow \frac{1}{16} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{180}{T}}$$

$$\rightarrow \left(\frac{1}{2}\right)^4 = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{180}{T}} \rightarrow 4 = \frac{180}{T} \rightarrow T = \frac{180}{4} = 45 \text{ min}$$

### گام سوم:

با توجه به اینکه پس از گذشت مدت زمان  $t_2$ ، تعداد هسته‌های واپاشی شده ماده پرتوزا ( $N_{\text{واپاشیده}}$ )،  $224$  تا است، تعداد هسته‌های پرتوزای باقی مانده ( $N_{\text{پرتوزای باقی مانده}}$ ) را پس از گذشت مدت زمان  $t_2$ ، به دست می آوریم:

$$N_{\text{پرتوزای باقی مانده}} = 256 - 224 = 32 \rightarrow N_{\text{پرتوزای باقی مانده}} = 256 - N_{\text{واپاشیده}} \xrightarrow[N_0=256]{N_{\text{واپاشیده}}=224} 224 = 256 - N_{\text{پرتوزای باقی مانده}} \rightarrow N_{\text{پرتوزای باقی مانده}} = 256 - 224 = 32$$

### گام چهارم:

پس از گذشت مدت زمان  $t_2$ ، تعداد هسته‌های پرتوزای باقی مانده ( $N_{\text{پرتوزای باقی مانده}}$ )، برابر  $32$  است، بنابراین:

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \xrightarrow{n=\frac{t}{T}} N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$$

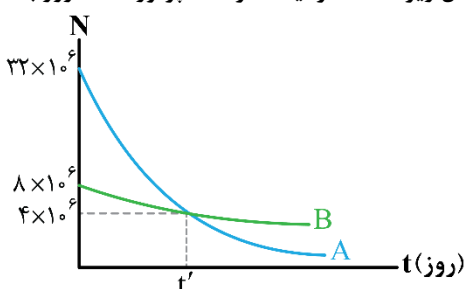
$$\xrightarrow[N_0=256, t=t_2, T=45 \text{ min}]{N=32} 32 = 256 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t_2}{45}} \rightarrow$$

$$\frac{32}{256} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t_2}{45}} \xrightarrow[\text{مخرج کسر را تقسیم بر ۳۲ می کنیم}]{\text{در سمت چپ تساوی صورت و}} \frac{1}{8} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t_2}{45}}$$

$$\rightarrow \left(\frac{1}{2}\right)^3 = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t_2}{45}} \rightarrow 3 = \frac{t_2}{45} \rightarrow t = 3 \times 45 = 135 \text{ min}$$

### گروه آموزشی ماز

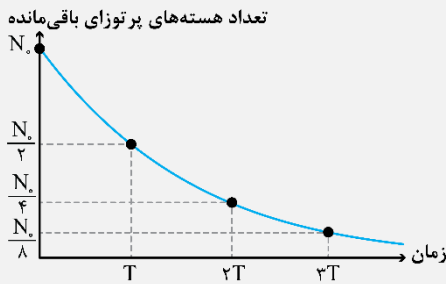
۶۴- نمودار تعداد هسته‌های پرتوزای باقی مانده، برای دو ماده پرتوزا A و B، بر حسب زمان مطابق شکل زیر است. اگر نیمه عمر ماده پرتوزا A، ۲ روز باشد، در ۶ روز سوم از ابتدای واپاشی ماده B، چند هسته آن دچار واپاشی می شوند؟



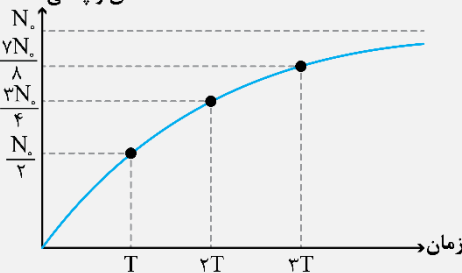
- (۱)  $2 \times 10^6$
- (۲)  $2/5 \times 10^6$
- (۳)  $5 \times 10^6$
- (۴)  $10^6$

نکته:

۱- نمودار تعداد هسته‌های پرتوزای باقی‌مانده یک ماده پرتوزا برحسب زمان مطابق شکل مقابل است.



۲- نمودار تعداد هسته‌های واپاشی‌شده برحسب زمان مطابق شکل زیر است. دقت کنید که در هر لحظه مجموع تعداد هسته‌های واپاشی‌شده و هسته‌های پرتوزای باقی‌مانده برابر تعداد هسته‌های مادر اولیه است.



گام اول:

در زمان  $t'$ ، تعداد هسته‌های پرتوزای باقی‌مانده ( $N$ ) در ماده پرتوزای A،  $4 \times 10^6$  تا است. با توجه به اینکه، تعداد هسته‌های مادر اولیه ( $N_0$ ) در ماده پرتوزای A،  $32 \times 10^6$  تا است و همچنین، نیمه‌عمر ماده پرتوزا A ( $T_A$ ) برابر ۲ روز است، زمان  $t'$  را برحسب روز به دست می‌آوریم:

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \xrightarrow{n=\frac{t}{T}} N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} \xrightarrow{N=4 \times 10^6, N_0=32 \times 10^6, t=t', T_A=2 \text{ روز}} \rightarrow$$

$$4 \times 10^6 = 32 \times 10^6 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t'}{2}} \rightarrow \frac{4 \times 10^6}{32 \times 10^6} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t'}{2}} \rightarrow \frac{1}{8} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t'}{2}}$$

$$\rightarrow \frac{1}{8} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t'}{2}} \rightarrow \left(\frac{1}{2}\right)^3 = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t'}{2}} \rightarrow 3 = \frac{t'}{2} \rightarrow t' = 6 \text{ روز}$$

گام دوم:

در زمان  $t' = 6$  روز، تعداد هسته‌های پرتوزای باقی‌مانده ( $N$ ) در ماده پرتوزای B،  $4 \times 10^6$  تا است. با توجه به اینکه تعداد هسته‌های مادر اولیه ( $N_0$ ) در ماده پرتوزای B،  $8 \times 10^6$  تا است، می‌توان فهمید در مدت ۶ روز، تعداد هسته‌های ماده B نصف شده است، بنابراین نیمه‌عمر ماده پرتوزای B ( $T_B$ ) برابر روز  $T_B = 6$  است.

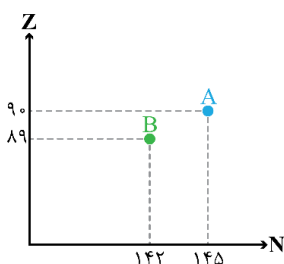
گام سوم:

با توجه به شکل زیر، تعداد هسته‌های باقی‌مانده B در ۶ روز سوم، از  $2 \times 10^6$  به  $10^6$  رسیده است و به اندازه  $10^6$  هسته آن دچار واپاشی می‌شوند.

$8 \times 10^6 \xrightarrow{6 \text{ روز اول}} 4 \times 10^6 \xrightarrow{6 \text{ روز دوم}} 2 \times 10^6 \xrightarrow{6 \text{ روز سوم}} 10^6$   
 در این بازه ۱۰ هسته دچار واپاشی شده‌اند

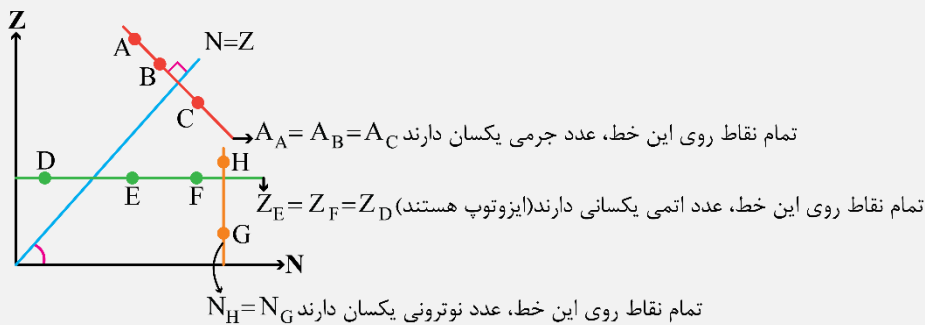
### گروه آموزشی ماز

۶۵- هسته A با انجام کدام یک از واپاشی‌های زیر به هسته B تبدیل می‌شود؟



- (۱) یک واپاشی  $\beta^+$  و یک واپاشی  $\alpha$
- (۲) یک واپاشی  $\beta^-$  و یک واپاشی  $\alpha$
- (۳) یک واپاشی  $\beta^+$  و دو واپاشی  $\alpha$
- (۴) یک واپاشی  $\beta^-$  و دو واپاشی  $\alpha$





نام واپاشی	ذره یا پرتوی تابش شده	هسته مادر	هسته دختر	تغییر مکان در جدول تناوبی عناصرها	معادله واکنش	انحراف در میدان مغناطیسی	نفوذپذیری در سرب	اتفاقات واکنش
آلفا	${}^4_2\text{He}$	${}_Z^AX$	${}_{Z-2}^{A-4}Y$	دو خانه به عقب	${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}Y + \alpha$	$\alpha$	$0.1 \text{ mm}$	هسته دو پروتون و دو نوترون از دست می‌دهد
بتای منفی	${}_{-1}^0e^-$	${}_Z^AX$	${}_{Z+1}^AY$	یک خانه به جلو	${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z+1}^AY + \beta^-$	$\beta^-$	$0.1 \text{ mm}$	یک نوترون به یک پروتون و یک الکترون تبدیل می‌شود و عدد اتمی هسته یک واحد افزایش می‌یابد.
بتای مثبت	${}_{+1}^0e^+$	${}_Z^AX$	${}_{Z-1}^AY$	یک خانه به عقب	${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-1}^AY + \beta^+$	$\beta^+$	$0.1 \text{ mm}$	یک پروتون به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود و عدد اتمی هسته یک واحد کاهش می‌یابد.

پاسخ سریعی:

هسته A باید واپاشی انجام دهد که سه نوترون آن کم شود و یک پروتون آن نیز کاهش یابد. فرض کنیم n ذره  $\alpha$  و m ذره  $\beta^-$  تابش شده باشد، بنابراین می‌توان نوشت:

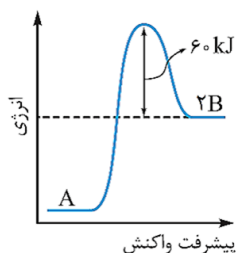
$${}_{90}^{235}\text{A} \rightarrow {}_{89}^{231}\text{B} + n {}_2^4\alpha + m {}_{-1}^0e^-$$

$$235 = 231 + 4n \rightarrow n = 1$$

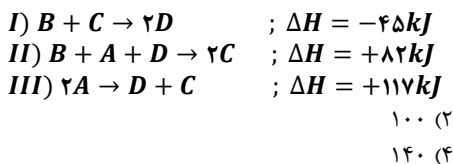
$$90 = 89 + 2n - m \xrightarrow{n=1} m = 1$$

بنابراین با تابش یک ذره  $\alpha$  و یک ذره  $\beta^-$ ، هسته A به هسته B تبدیل می‌شود.

گروه آموزشی ماز



۶۶- نمودار مقابل، روند تغییر انرژی در یک واکنش را نشان می‌دهد. با توجه به معادله واکنش‌های زیر، مقدار انرژی فعال‌سازی واکنش انجام شده برابر با چند کیلوژول خواهد بود؟



۱۰۰ (۲)

۱۴۰ (۴)

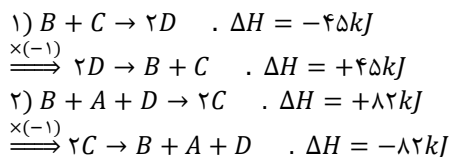
۱۲۰ (۱)

۱۶۰ (۳)

پاسخ: گزینه ۴ (سخت - مساله - ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

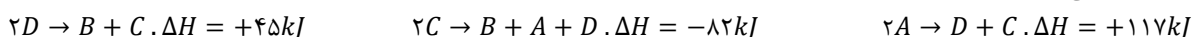
با استفاده از قانون هس، می‌توانیم مقدار  $\Delta H$  برخی از واکنش‌ها را به طور دقیق محاسبه کنیم. بر اساس این قانون، اگر معادله واکنشی را بتوان از جمع معادله دو یا چند واکنش دیگر به دست آورد، مقدار  $\Delta H$  آن واکنش نیز از جمع جبری  $\Delta H$  همان واکنش‌ها بدست می‌آید. ابتدا با استفاده از قانون هس، آنتالپی واکنش شیمیایی  $A \rightarrow 2B$  را بدست می‌آوریم. در واکنش موردنظر، گونه  $B$  در سمت راست با ضریب دو است. پس واکنش اول و دوم را در  $(-1)$  ضرب می‌کنیم. بر این اساس، داریم:



گونه  $A$  در واکنش اصلی، در سمت چپ با ضریب ۱ وجود دارد، پس معادله واکنش سوم را تغییر نمی‌دهیم. در این حالت، با جمع واکنش سوم با دو واکنش قبلی، معادله واکنش کلی بدست می‌آید. در این حالت، معادله واکنش سوم به صورت زیر باقی می‌ماند:



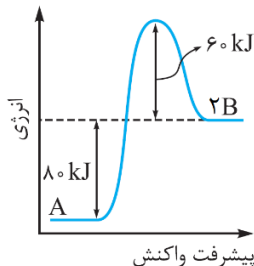
معادله واکنش‌های نهایی ایجاد شده به صورت زیر خواهد بود:



بنابراین آنتالپی واکنش  $A \rightarrow 2B$  برابر است با:

$\Delta H = 45 + (-82) + 117 = 80 kJ$

پس مقدار  $\Delta H$  واکنش مورد نظر برابر با ۸۰ کیلوژول خواهد بود. همانطور که می‌دانیم، انرژی فعال‌سازی معادل با حداقل انرژی موردنیاز برای شروع شدن یک واکنش شیمیایی است. در نمودار انرژی-پیشرفت واکنش، تفاوت سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها با قله نمودار، انرژی فعال‌سازی واکنش رفت را نشان می‌دهد. همچنین تفاوت سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها، معادل با مقدار  $\Delta H$  است. بنابراین نمودار انرژی-پیشرفت واکنش به صورت زیر خواهد بود:



با توجه به توضیحات ذکرشده، انرژی فعال‌سازی واکنش (تفاوت سطح انرژی واکنش‌دهنده با قله نمودار) را محاسبه می‌کنیم:

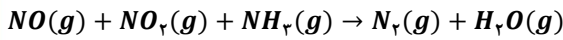
$E_a = 80 + 60 = 140 kJ$

بنابراین انرژی فعال‌سازی واکنش  $A \rightarrow 2B$  برابر با ۱۴۰ کیلوژول است.

به حداقل مقدار انرژی مورد نیاز برای شروع شدن یک واکنش شیمیایی، انرژی فعال‌سازی گفته می‌شود. به عبارت دیگر، برای آغاز شدن یک واکنش شیمیایی، واکنش‌دهنده‌ها باید مقدار معینی انرژی داشته باشند. بر این اساس، می‌توان گفت واکنش‌ها صرف نظر از علامت  $\Delta H$  خود، برای آغاز شدن به مقداری انرژی نیاز دارند که با نماد  $E_a$  مشخص می‌شود. کاتالیزورها باید در شرایط انجام واکنش، پایداری شیمیایی و گرمایی مناسبی داشته باشند. توجه داریم که استفاده از کاتالیزورها در صنایع گوناگون می‌تواند سبب کاهش آلودگی محیط زیست شود. برای مثال، با استفاده از کاتالیزورها می‌توان واکنش‌ها را در دماهای پایین‌تر و با سرعت مناسب انجام داد و در نتیجه میزان مصرف سوخت‌های فسیلی را کاهش داد. همانطور که می‌دانیم، کاتالیزورها هیچ تأثیری بر روی مقدار نهایی فراورده‌های واکنش، مقدار  $\Delta H$  واکنش و سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها ندارند و فقط با کاهش مقدار انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها، سرعت انجام شدن آن‌ها را افزایش می‌دهند.

۶۷- یک خودروی دیزلی به ازای طی هر کیلومتر مسافت، مخلوط ۳/۸ گرمی از گازهای NO و NO<sub>۲</sub> با نسبت مولی برابر را وارد هوا می‌کند. برای حذف ۸۰٪ از اکسیدهای نیتروژن تولید شده در طول مسافت ۲۵۰۰ کیلومتر توسط این خودرو، به چند کیلوگرم آمونیاک نیاز بوده و طی این فرایند، درصد جرمی فراورده قطبی در میان مواد تولید شده به تقریب چقدر می‌شود؟

(O = ۱۶ و N = ۱۴ و H = ۱ : g.mol<sup>-1</sup>)



(معادله واکنش را موازنه کنید.)

۵۸ - ۳/۸ (۴)

۴۹ - ۳/۸ (۳)

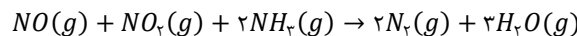
۵۸ - ۳/۴ (۲)

۴۹ - ۳/۴ (۱)

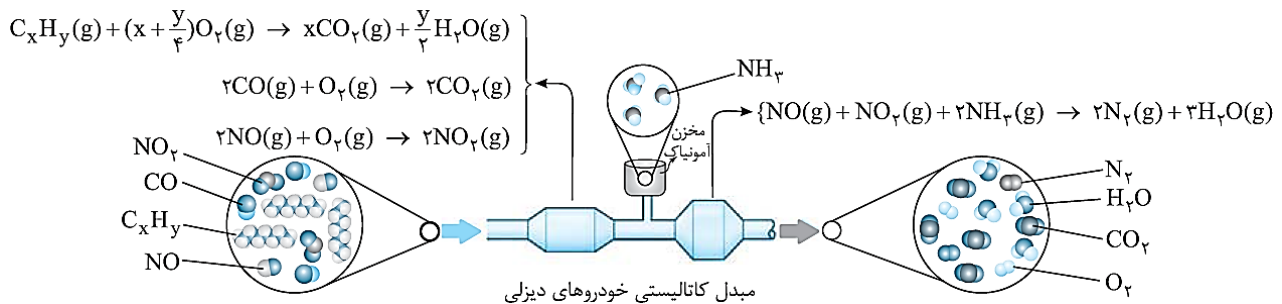
پاسخ: گزینه ۱ (سخت - مساله - ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

مبدل کاتالیستی موجود در ساختار خودروهای بنزینی، توانایی حذف اکسیدهای نیتروژن تولید شده در خودروهای دیزلی را ندارند. واکنش انجام شده در مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی به منظور حذف اکسیدهای نیتروژن، به صورت زیر است:



در این مبدل‌های کاتالیستی، اکسیدهای نیتروژن (گازهای نیتروژن مونوکسید و نیتروژن دی‌اکسید) با آمونیاک واکنش داده و به مواد کم‌خطرتر مثل نیتروژن و بخار آب تبدیل می‌شوند. توجه داریم که آمونیاک، از یک منبع خارجی وارد ساختار این مبدل شده و چون در ساختار آمونیاک اتم نیتروژن وجود دارد، پس می‌توان گفت طی این فرایند شمار اتم‌های نیتروژن موجود در مخلوط گازی افزایش پیدا کرده است. معادله واکنش‌های شیمیایی انجام شده در این مبدل‌ها به صورت زیر است:



با توجه به معادله بالا، به ازای مصرف هر ۲ مول آمونیاک، از ورود ۲ مول گاز آلاینده (مجموعی از اکسیدهای نیتروژن که ۷۶ گرم جرم دارند) به هوا جلوگیری می‌شود. در قدم اول، حساب می‌کنیم به ازای طی هر کیلومتر، چند مول آلاینده تولید می‌شود:

$$? \text{ mol آلاینده} = 1 \text{ km} \times \frac{3/8 \text{ g آلاینده}}{1 \text{ km}} \times \frac{2 \text{ mol آلاینده}}{76 \text{ g آلاینده}} = 0.1 \text{ mol}$$

بنابراین به ازای طی هر کیلومتر مسافت، مقدار ۰/۰۵ مول از هر یک از گازهای NO و NO<sub>۲</sub> آزاد می‌شود. حالا حساب می‌کنیم گازهای آلاینده آزاد شده حین طی کردن مسافت ۲۵۰۰ کیلومتری با چند کیلوگرم آمونیاک واکنش می‌دهند:

$$? \text{ kg } NH_3 = 2500 \text{ km} \times \frac{0.05 \text{ mol NO}}{1 \text{ km}} \times \frac{2 \text{ mol } NH_3}{1 \text{ mol NO}} \times \frac{17 \text{ g } NH_3}{1 \text{ mol } NH_3} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 4/25 \text{ kg}$$

می‌خواهیم ۸۰٪ از اکسیدهای نیتروژن تولید شده در موتور این خودرو را حذف کنیم، پس مقدار آمونیاک مورد نیاز معادل با ۰/۸ برابر مقدار آمونیاک بدست آمده از محاسبات بالا می‌شود. بر این اساس، داریم:

$$\text{جرم آمونیاک لازم} = 4/25 \text{ kg } NH_3 \times 0.8 = 3/4 \text{ kg}$$

در ادامه، جرم آب (فراورده با  $\mu > 0$ ) و جرم N<sub>۲</sub> (فراورده با  $\mu = 0$ ) را حساب می‌کنیم:

$$? \text{ g } H_2O = 3/4 \text{ kg } NH_3 \times \frac{1000 \text{ g } NH_3}{1 \text{ kg } NH_3} \times \frac{1 \text{ mol } NH_3}{17 \text{ g } NH_3} \times \frac{3 \text{ mol } H_2O}{2 \text{ mol } NH_3} \times \frac{18 \text{ g } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 5400 \text{ g}$$

$$? \text{ g } N_2 = 3/4 \text{ kg } NH_3 \times \frac{1000 \text{ g } NH_3}{1 \text{ kg } NH_3} \times \frac{1 \text{ mol } NH_3}{17 \text{ g } NH_3} \times \frac{2 \text{ mol } N_2}{2 \text{ mol } NH_3} \times \frac{28 \text{ g } N_2}{1 \text{ mol } N_2} = 5600 \text{ g}$$

در نهایت، درصد جرمی H<sub>۲</sub>O را در میان فراورده‌های تولید شده حساب می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی } H_2O = \frac{\text{جرم } H_2O}{\text{جرم } H_2O + \text{جرم } N_2} \times 100 = \frac{5400}{5400 + 5600} \times 100 \approx 49 \text{ درصد}$$

۶۸- کدام یک از مطالب زیر نادرست است؟

- (۱) انرژی فعال سازی واکنش تولید متانول از  $H_2$  و  $CO$  در دماهای  $300^\circ C$  و  $500^\circ C$  برابر با هم است.
- (۲) انرژی فعال سازی واکنش سوختن فسفر سفید، کمتر از انرژی فعال سازی واکنش سوختن هیدروژن است.
- (۳) کاتالیزگر موجود در سلول سوختی هیدروژن-اکسیژن،  $\Delta H$  واکنش انجام شده در این سلول را کاهش می دهد.
- (۴) در دمای اتاق، واکنش بین گازهای هیدروژن و اکسیژن در حضور توری پلاتینی، به صورت انفجاری انجام می شود.

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

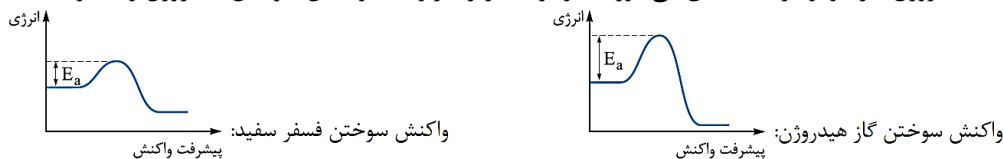
کاتالیزگر موجود در آند و کاتد سلول سوختی هیدروژن-اکسیژن، همانند کاتالیزگر استفاده شده در سایر واکنش ها، انرژی فعال سازی واکنش انجام شده در این سلول را کاهش داده و موجب افزایش سرعت انجام شدن واکنش می شود، اما تاثیری در  $\Delta H$  واکنش ندارد. توجه داریم که کاتالیزگرها هم در آند و هم در کاتد سلول های سوختی وجود دارند.

سلول سوختی، نوعی سلول گالوانی است که توسط شیمی دان ها و برای گذر از تنگنای تولید انرژی و کاهش آلودگی محیط زیست پیشنهاد می شود. این سلول ها رد پای گاز کربن دی اکسید را کاهش می دهند. رایج ترین سلول سوختی، سلول هیدروژن-اکسیژن است که در آن گاز هیدروژن به آرامی و تحت یک شرایط کنترل شده با گاز اکسیژن وارد واکنش شده و اکسید می شود. طی این فرایند، بخش زیادی از انرژی شیمیایی ذخیره شده در مولکول های هیدروژن به انرژی الکتریکی تبدیل می شود.

بررسی سایر گزینه ها:

۱) انرژی فعال سازی واکنش ها به دمای محیط واکنش ربطی ندارد و در دماهای مختلف یکسان است. افزایش دما از  $300^\circ C$  به  $500^\circ C$ ، تنها باعث تامین انرژی فعال سازی شده و مقدار آن را تغییر نمی دهد. توجه داریم که تنها کاتالیزگر می تواند مقدار انرژی فعال سازی واکنش را با استفاده از تغییر مسیر انجام شدن آن واکنش کاهش دهد.

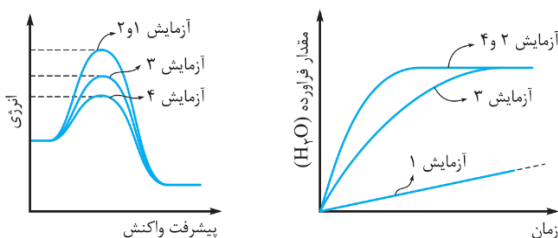
۲) فسفر سفید برخلاف هیدروژن، در هوا و در دمای اتاق می سوزد. نمودارهای زیر، مربوط به واکنش سوختن هیدروژن و فسفر سفید هستند:



چون مقدار انرژی فعال سازی واکنش سوختن فسفر سفید کمتر است، این واکنش با سرعت بیشتری انجام می شود. به همین خاطر است که برای نگهداری فسفر سفید، یک نمونه از آن را در زیر آب نگه می دارند. تصویر زیر، نمونه ای از فسفر سفید در زیر آب را نشان می دهد:



۴) گازهای هیدروژن و اکسیژن در دمای اتاق با هم واکنش نمی دهند؛ اما در حضور توری پلاتینی به عنوان کاتالیزگر، واکنش این گازها به صورت انفجاری انجام می شود. جدول زیر، شرایط واکنش این گازها با یکدیگر در دمای اتاق را نشان می دهد:



آزمایش	شرایط آزمایش	سرعت واکنش	$\Delta H$ واکنش
۱	بدون حضور کاتالیزگر	ناچیز	$-572 \text{ kJ}$
۲	ایجاد جرقه در مخلوط	انفجاری	$-572 \text{ kJ}$
۳	در حضور پودر روی	سریع	$-572 \text{ kJ}$
۴	در حضور توری پلاتینی	انفجاری	$-572 \text{ kJ}$

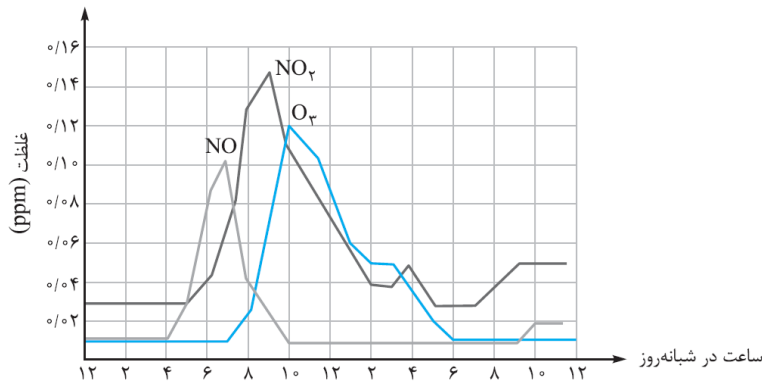
با توجه به تصویر فوق، فلز روی در مقایسه با فلز پلاتین، انرژی فعال سازی واکنش سوختن  $H_2$  را به مقدار کمتری کاهش می دهد. به همین خاطر، واکنش مورد نظر در حضور فلز روی، با سرعت کمتری انجام می شود.

### گروه آموزشی ماز

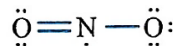
۶۹- از میان گازهای اوزون، نیتروژن مونوکسید و نیتروژن دی اکسید، گازی که حداکثر غلظت آن در هوای شهرهای آلوده بیشتر از سایر گازها است، همانند مولکول ..... ساختار ..... داشته و عدد اکسایش اتم مرکزی در آن، مشابه عدد اکسایش اتم مرکزی در مولکول ..... است.

- (۱) هیدروژن سولفید - خمیده - گوگرد دی اکسید
- (۲) کربنیل سولفید - خطی - کربن دی اکسید
- (۳) کربن دی اکسید - خطی - گوگرد تری اکسید
- (۴) گوگرد دی اکسید - خمیده - اکسیژن دی فلوئورید

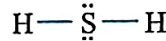
نمودار زیر، روند تغییر غلظت سه مورد از گازهای آلاینده موجود در هواکره را نشان می‌دهد:



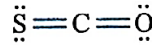
همانطور که مشخص است، حداکثر غلظت گاز  $NO_2$  در هوای شهرهای بزرگ بیشتر از حداکثر غلظت گاز اوزون در هوای این شهرها بوده و حداکثر غلظت گاز اوزون نیز بیشتر از حداکثر غلظت گاز  $NO$  است. گازهای  $NO_2$  و  $NO$ ، از جمله گونه‌های رادیکال آزاد موجود در هوای آلوده هستند که باعث ایجاد بیماری‌های تنفسی می‌شوند. ساختار مولکولی گاز  $NO_2$  به صورت زیر است:



چون روی اتم مرکزی این مولکول یک عدد الکترون ناپیوندی وجود دارد، این مولکول ساختار خمیده پیدا کرده و اتم‌های سازنده آن روی یک خط راست قرار نمی‌گیرند. ساختار مولکول گوگرد دی‌اکسید و هیدروژن سولفید نیز به صورت زیر است:



چون روی اتم مرکزی این دو مولکول نیز تعدادی الکترون ناپیوندی وجود دارد، این مولکول‌ها هم ساختار خمیده پیدا کرده و اتم‌های سازنده آن‌ها نیز روی یک خط راست قرار نمی‌گیرند. ساختار مولکولی کربن دی‌اکسید و کربنیل سولفید ( $SCO$ ) نیز به صورت زیر است:



چون روی اتم مرکزی این دو مولکول هیچ الکترون ناپیوندی وجود ندارد، این مولکول‌ها ساختار خطی پیدا کرده و اتم‌های سازنده آن‌ها روی یک خط راست قرار می‌گیرند. در قدم بعد، عدد اکسایش اتم نیتروژن در مولکول  $NO_2$  را محاسبه می‌کنیم:

$$NO_2: N \text{ عدد اکسایش اتم } N = +4 \implies (-2) \times 2 + x = 0 \implies x = +4$$

در نهایت، عدد اکسایش اتم مرکزی را گوگرد دی‌اکسید و اکسیژن دی‌فلوئورید محاسبه می‌کنیم.

$$SO_2: S \text{ عدد اکسایش اتم } S = +4 \implies (-2) \times 2 + x = 0 \implies x = +4$$

$$OF_2: O \text{ عدد اکسایش اتم } O = +2 \implies (-1) \times 2 + x = 0 \implies x = +2$$

### گروه آموزشی ماز

۷۰- چه تعداد از عبارتهای داده شده درست است؟

آ: در سطح سرامیک به کاررفته در ساختار مبدل کاتالیستی، توده‌هایی با قطر چند میکرومتر از سه فلز دسته  $d$  وجود دارد.

ب: اغلب واکنش‌های مربوط به حذف انواع آلاینده‌ها در مبدل‌های کاتالیستی خودروها، از نوع اکسایش-کاهش نیستند.

پ: کاتالیزورها در واکنش‌های شیمیایی شرکت نکرده و در طول انجام شدن واکنش نیز جرم آن‌ها ثابت باقی می‌ماند.

ت: پس از استفاده از مبدل کاتالیستی، مقدار گاز  $NO$  خارج شده از اگزوز خودرو کمتر از  $C_xH_y$  خارج شده می‌شود.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

فقط عبارت (ت) درست است.

آ: شیمی‌دان‌ها با قراردادن کاتالیزگرهای مناسب بر سر راه گازهای خروجی از موتور خودروها، توانستند واکنش‌های مربوط به حذف آلاینده‌های تولیدشده در موتور خودروها را با سرعت بالاتری به انجام برسانند و با این روش، مقدار زیادی (نه همه!) از گازهای آلاینده را به فراورده‌های بی‌خطر یا کم‌خطرتر مثل گاز

کربن دی اکسید و ... تبدیل کنند. در سطح سرامیک‌های به کار رفته در ساختار مبدل کاتالیستی، توده‌هایی از سه فلز دسته  $d$  یعنی عناصر  $Pd$  و  $Rh$  و  $Pt$  با قطر ۲ تا ۱۰ نانومتر به کار می‌روند.

کارایی مبدل‌های کاتالیستی، به نوع کاتالیزگرهای موجود در آن‌ها و شرایط استفاده از کاتالیزگرها بستگی دارد. به عنوان مثال، این مبدل‌ها را می‌توان به شکل یک قطعه سرامیکی ساخت که به شکل توری درآمده و فلزهای رودیم، پالادیم و پلاتین بر روی آن‌ها نشانداده شده است. در نقطه مقابل، سرامیک موجود در این مبدل‌ها را می‌توان به شکل مش (دانه)‌های ریز درآورده و کاتالیزگرهای فلزی را بر روی سطح دانه‌ها پخش کرد. بدیهی است که در حالت دوم (ساختن سرامیک به صورت مش)، سطح تماس کاتالیزگرها با گازهای آلاینده افزایش پیدا کرده و مقدار بیشتری از گازهای آلاینده توسط مبدل کاتالیستی حذف می‌شوند و در نتیجه کارایی مبدل افزایش پیدا می‌کند. کاتالیزگرهای موجود در مبدل‌های کاتالیستی، بارها و بارها در واکنش‌های مربوط به حذف آلاینده‌ها شرکت می‌کنند ولی مصرف نمی‌شوند. توجه داریم که این کاتالیزگرها گاهی با برخی از مواد افزودنی موجود در سوخت‌ها وارد واکنش شده و کارایی خود را از دست می‌دهند. در این شرایط، کارایی مبدل کاتالیستی کاهش پیدا کرده و این مبدل دیگر قابل استفاده نیست.

**ب:** در واکنش‌های مربوط به حذف آلاینده‌های  $CO$ ،  $NO$  و  $C_xH_y$  در خودروهای بنزینی، دست کم یک عنصر آزاد وجود دارد؛ بنابراین همه این واکنش‌ها از نوع اکسایش-کاهش هستند.

**پ:** کاتالیزگرها در واکنش‌های شیمیایی شرکت می‌کنند و مسیر انجام شدن آن واکنش شیمیایی را دچار تغییر می‌کنند، اما چون میزان تولید و مصرف آن‌ها در واکنش مورد نظر با هم برابر است، در طول انجام شدن واکنش جرم آن‌ها ثابت و بدن تغییر باقی می‌ماند. به همین خاطر، از کاتالیزگرها می‌توان بارها و بارها در واکنش‌ها استفاده کرد.

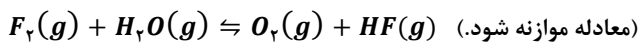
**ت:** گازهای کربن مونوکسید، نیتروژن مونوکسید و هیدروکربن‌های نسوخته ( $C_xH_y$ ) از جمله آلاینده‌های تولیدشده در موتور خودروها هستند که باعث آلودگی هواکرة می‌شوند. با استفاده از مبدل‌های کاتالیستی، می‌توان مقدار این آلاینده‌ها را به طور قابل توجهی کاهش داد. پس از به کار بردن مبدل‌های کاتالیستی، همانند زمان عدم استفاده از این مبدل‌ها، مقدار گاز  $NO$  خارج شده از اگزوز خودروها کمتر از مقدار  $C_xH_y$  خارج شده است. جدول زیر، میزان آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروها را در حضور و غیاب مبدل‌های کاتالیستی نشان می‌دهد:

فرمول شیمیایی آلاینده			
$NO$	$C_xH_y$	$CO$	
۱/۰۴	۱/۶۷	۵/۹۹	در غیاب مبدل کاتالیستی
۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۶۱	در حضور مبدل کاتالیستی

در غیاب مبدل‌های کاتالیستی، مقدار گاز  $CO$  نسبت به سایر آلاینده‌ها بیشتر است. با استفاده از مبدل مناسب، مقدار این گاز نسبت به سایر گازها به مقدار بیشتری کاهش پیدا می‌کند اما در این شرایط نیز مقدار گاز  $CO$  خروجی از اگزوز خودرو، در مقایسه با سایر گازهای آلاینده بیشتر است.

### گروه آموزشی ماز

۷۱- مقدار  $2/2$  مول گاز فلوئور و  $75/6$  گرم بخار آب را در یک ظرف دو لیتری مخلوط کرده و گرما می‌دهیم تا تعادل گازی زیر برقرار شود. اگر در حالت تعادل ۸ گرم هیدروژن فلوئورید در مخلوط تعادلی وجود داشته باشد، ثابت تعادل این واکنش شیمیایی بر حسب  $mol.L^{-1}$  کدام است؟  
( $F = 19$  و  $O = 16$  و  $H = 1 : g.mol^{-1}$ )



$$4 \times 10^{-4} \quad (4)$$

$$4 \times 10^{-5} \quad (3)$$

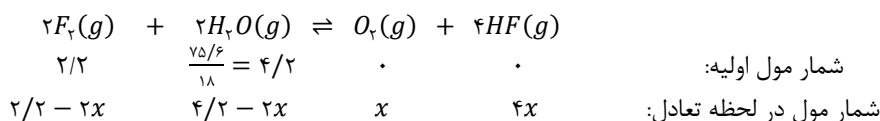
$$2 \times 10^{-4} \quad (2)$$

$$2 \times 10^{-5} \quad (1)$$

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط - مساله - ۱۲۰۴)



ابتدا معادله واکنش را موازنه می‌کنیم:



در حالت تعادل  $\frac{4}{2} = 0/4$  مول هیدروژن فلوئورید در مخلوط گازها وجود دارد، بنابراین داریم:

$$4x = 0/4 \Rightarrow x = 0/1$$

در قدم بعد، غلظت تعادلی گونه‌های شرکت کننده در واکنش را حساب می‌کنیم:

$$[F_2] = \frac{2/2 - (2 \times 0/1)}{2} = 1 mol.L^{-1} \quad \text{و} \quad [H_2O] = \frac{4/2 - (2 \times 0/1)}{2} = 2 mol.L^{-1}$$

$$[HF] = \frac{0/4}{2} = 0/2 mol.L^{-1} \quad \text{و} \quad [O_2] = \frac{0/1}{2} = 0/5 mol.L^{-1}$$

در نهایت ثابت تعادل این واکنش را محاسبه می‌کنیم:

$$K = \frac{[O_2] \times [HF]^4}{[F_2]^2 \times [H_2O]^2} = \frac{(0/5) \times (0/2)^4}{1^2 \times 2^2} = \frac{5 \times 10^{-2} \times 2^4 \times 10^{-4}}{2^2} = 2 \times 10^{-5} mol.L^{-1}$$



هر واکنش تعادلی، در دمای مشخص، بر حسب مقدار پیشرفت خود دارای یک ثابت تعادل است که با نماد  $K$  نشان داده می‌شود. برای محاسبه ثابت تعادل واکنش  $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$  می‌توانیم از رابطه زیر هم استفاده کنیم:

$$K = \frac{n_C^c \times n_D^d}{n_A^a \times n_B^b} \times \left(\frac{1}{V}\right)^{\Delta n} \quad \text{و} \quad \Delta n = (c + d) - (a + b)$$

در رابطه فوق، مولفه  $n$  تعداد مول‌های تعادلی هر ماده را نشان می‌دهد. دقت کنید که در محاسبه  $\Delta n$  صرفاً ضرایب مواد گازی و در حالت محلول را در نظر بگیرید. اگر مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌های گازی یا محلول با مجموع ضرایب فراورده‌های گازی یا محلول برابر باشد،  $\Delta n$  برابر صفر شده و مقدار ثابت تعادل مستقل از حجم ظرف می‌شود:

$$K = \frac{n_C^c \times n_D^d}{n_A^a \times n_B^b}$$

### گروه آموزشی ماز

۷۲- کدام یک از مطالب زیر نادرست است؟

- ۱) پس از افزودن گاز ناپیسی کلر به ظرف تعادل  $Cl_2(g) + PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g)$ ، غلظت گاز  $PCl_3$  کاهش می‌یابد.
- ۲) تغییر حجم، تاثیری بر جابه‌جایی تعادل  $H_2S(g) + I_2(s) \rightleftharpoons 2HI(g) + S(s)$  و سرعت انجام واکنش رفت ندارد.
- ۳) افزودن مقداری سدیم فلوئورید به محلول آبی از  $HF$ ، باعث کاهش درجه یونش اسید و افزایش  $pH$  محلول می‌شود.
- ۴) با کاهش حجم ظرف در تعادل  $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$ ، مخلوط گازی ابتدا پررنگ و سپس کم‌رنگ‌تر می‌شود.

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

تغییر حجم ظرف، بر واکنش‌هایی تأثیر دارد که در آن‌ها حداقل یک جزء گازی وجود داشته باشد و مجموع ضرایب مواد گازی بین فراورده‌ها و واکنش‌دهنده‌ها نیز در آن‌ها برابر نباشد. چون در تعادل  $H_2S(g) + I_2(s) \rightleftharpoons 2HI(g) + S(s)$  تعداد مول‌های گازی در سمت فراورده‌ها بیشتر است، تغییر حجم ظرف موجب جابه‌جایی این تعادل می‌شود. برای مثال، با افزایش حجم ظرف در تعادل مورد نظر، واکنش در جهت رفت جابه‌جا شده و مقدار مول گاز هیدروژن سولفید در ظرف افزایش پیدا می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) کلر، از مولکول‌های دواتمی جورهمسته تشکیل شده است، پس می‌توان گفت ذرات سازنده این ماده ناپیسی هستند. پس از افزودن مقداری گاز ناپیسی کلر به ظرف تعادل  $Cl_2(g) + PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g)$ ، تعادل مورد نظر در جهت مصرف این ماده (در جهت رفت) جابه‌جا شده و بر این اساس، مقداری گاز  $PCl_3$  مصرف می‌شود. با مصرف گاز  $PCl_3$  در ظرف واکنش، غلظت این گاز کاهش می‌یابد.

۳) با انحلال سدیم فلوئورید در محلول، یون‌های سدیم و فلوئورید وارد محلول می‌شوند. بر این اساس، می‌توان گفت با افزودن یون  $F^-$  به سامانه تعادلی هیدروفلوئوریک اسید، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا شده و در نتیجه مقدار درجه یونش اسید در محلول مورد نظر کاهش می‌یابد. از طرفی با انجام این فرایند، غلظت یون  $H^+$  نیز در محلول مورد نظر کاهش یافته و مقدار  $pH$  محلول افزایش می‌یابد.

۴) گاز  $NO_2$  اکسید قهوه‌ای رنگ نیتروژن بوده و عامل اصلی رنگ قهوه‌ای هوای آلوده است. با کاهش حجم ظرف در تعادل  $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$ ، در لحظه اعمال تغییر ابتدا غلظت همه مواد افزایش یافته و به همین خاطر، رنگ مخلوط گازی پررنگ می‌شود. در مرحله بعد، تعادل مورد نظر با توجه به کاهش حجم ظرف، به سمت رفت (به سمتی که دارای تعداد مول‌های گازی کمتری باشد) جابه‌جا شده و گاز  $NO_2$  را مصرف می‌کند. با مصرف گاز  $NO_2$ ، شدت رنگ مخلوط کم‌تر می‌شود.

### گروه آموزشی ماز

۷۳- مقدار ۱/۶ مول گاز گوگرد تری‌اکسید را وارد یک ظرف ۴ لیتری می‌کنیم تا تعادل  $2SO_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g) + O_2(g)$  برقرار شود. اگر تا لحظه برقراری تعادل ۸۰٪ گوگرد تری‌اکسید تجزیه شده باشد، غلظت  $O_2$  در حالت تعادل بر حسب مول بر لیتر و ثابت تعادل (به ترتیب از راست به چپ) کدام است؟

- ۲)  $2/56 \text{ mol} \cdot L^{-1}$  - ۰/۳۲
- ۴)  $5/12 \text{ mol} \cdot L^{-1}$  - ۰/۳۲

- ۱)  $2/56 \text{ mol} \cdot L^{-1}$  - ۰/۱۶
- ۳)  $5/12 \text{ mol} \cdot L^{-1}$  - ۰/۱۶

پاسخ: گزینه ۱ (آسان - مساله - ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

از آنجا که ۸۰ درصد گاز  $SO_3$  اولیه وارد شده به ظرف واکنش تجزیه شده است، بنابراین داریم:

$$1/6 \times \frac{80}{100} = 1/28 \text{ mol}$$

بر این اساس، در طول واکنش  $SO_3$  مول گاز  $SO_3$  تجزیه شده و به ترتیب  $1/28$  مول گاز  $SO_3$  و  $0/64$  مول گاز اکسیژن تولید شده است. بر این اساس، غلظت‌های تعادلی مواد در ظرف واکنش برابر است با:

$$[SO_3] = \frac{\text{مول}}{\text{حجم ظرف}} = \frac{1/6 - 1/28}{4} = 0/08 \text{ mol.L}^{-1} \quad [SO_2] = \frac{\text{مول}}{\text{حجم ظرف}} = \frac{1/28}{4} = 0/32 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[O_2] = \frac{\text{مول}}{\text{حجم ظرف}} = \frac{1/28}{4} = 0/16 \text{ mol.L}^{-1}$$

در نهایت ثابت تعادل واکنش را محاسبه می‌کنیم:

$$K = \frac{[SO_2]^2 [O_2]}{[SO_3]^2} = \frac{(0/32)^2 \times (0/16)}{(0/08)^2} = \frac{(10^{-4} \times 2^1) \times (10^{-2} \times 2^4)}{(10^{-4} \times 2^6)} = 10^{-4+4-6} \times 10^{-2+2+4} = \frac{2^8}{10^2} = 2/56 \text{ mol.L}^{-1}$$

### گروه آموزشی ماز

۷۴- چه تعداد از عبارت‌های داده شده درست است؟

آ: در سامانه  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$  سرعت تولید گاز  $H_2$  از نگاه ذره‌ای با سرعت تولید گاز  $NH_3$  برابر است.

ب: با افزودن  $CaO(s)$  به ظرف واکنش  $CaSO_4(s) \rightleftharpoons CaO(s) + SO_3(g)$  تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود.

پ: در واکنش  $2X(g) \rightleftharpoons Y(g) + Q$  مقدار ثابت تعادل در دمای  $750^\circ C$  کلین نسبت به دمای  $600^\circ C$  بیشتر خواهد بود.

ت: اگر پیشرفت واکنش تجزیه گاز  $NO$  برابر  $80\%$  باشد،  $K$  تعادل  $2NO(g) \rightleftharpoons O_2(g) + N_2(g)$  برابر  $4$  می‌شود.

ث: خارج کردن گاز اوزون از ظرف، همانند کاهش دما، ثابت تعادل واکنش  $2O_3(g) \rightleftharpoons 3O_2(g)$  را کاهش می‌دهد.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط - مفهومی و مساله - ۱۲۰۴)



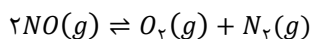
عبارت‌های (پ) و (ت) درست هستند.

### بررسی موارد:

آ: در سامانه تعادلی  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ ، مثل سایر سامانه‌های تعادلی، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت با هم برابر است. از طرفی، می‌دانیم که سرعت تولید یا مصرف هر ماده در یک واکنش شیمیایی، متناسب با ضریب استوکیومتری آن ماده است. با توجه به برابر بودن سرعت واکنش‌های رفت و برگشت و ضریب استوکیومتری مواد در معادله واکنش مورد نظر، می‌توان گفت سرعت تولید گاز  $H_2$  برابر سرعت تولید  $NH_3$  است.

ب: براساس اصل لوشاتلیه، در صورت افزایش غلظت یکی از گونه‌های شرکت‌کننده در یک تعادل شیمیایی، تعادل در جهتی پیش می‌رود که تا حد امکان مقداری از آن ماده را مصرف کند و سامانه مجدداً به حالت تعادل برسد. در نقطه مقابل، در صورت کاهش غلظت یکی از گونه‌های شرکت‌کننده در یک تعادل شیمیایی، تعادل در جهتی پیش می‌رود که تا حد امکان مقداری از آن ماده را تولید کند و سامانه مجدداً به حالت تعادل برسد. توجه داریم که در این جابه‌جایی، مقدار  $K$  ثابت باقی می‌ماند. با توجه به توضیحات داده شده، عبارت ثابت تعادل واکنش مورد نظر به صورت  $K = [SO_3]$  است. چون کلسیم اکسید یک ماده جامد بوده و تغییر مقدار، تأثیری در غلظت آن ندارد، افزودن یا خارج کردن کلسیم اکسید به سامانه واکنش، تعادل را جابه‌جا نمی‌کند.

پ: دمای  $750^\circ C$  کلین معادل با  $477^\circ C$  می‌شود. واکنش  $2X(g) \rightleftharpoons Y(g) + Q$  گرماده است، پس با افزایش دما از  $477^\circ C$  به  $600^\circ C$ ، این تعادل در جهت مصرف گرما (در جهت برگشت) جابه‌جا شده و مقدار ثابت تعادل آن کاهش پیدا می‌کند.



ت: معادله واکنش تعادلی برقرار شده به صورت مقابل است:

اگر در ابتدای کار  $x$  مول گاز  $NO$  وارد ظرف واکنش شده باشد، با توجه به اینکه بازده واکنش انجام شده برابر با  $80\%$  است،  $0/8x$  مول از این گاز مصرف شده و  $0/2x$  مول از این گاز باقی می‌ماند. از طرفی، طی این فرایند  $0/4x$  مول از هر یک از گازهای اکسیژن و نیتروژن نیز تولید می‌شود. توجه داریم که مجموع شمار مول‌های گازی در دو سمت واکنش یکسان بوده و نیاز به تأثیر دادن حجم ظرف نداریم. بر این اساس، ثابت تعادل واکنش را محاسبه می‌کنیم:

$$K = \frac{[N_2][O_2]}{[NO]^2} = \frac{(N_2 \text{ مول}) \times (O_2 \text{ مول})}{(NO \text{ مول})^2} = \frac{0/4 \times 0/4}{(0/2)^2} = 4$$

ث: معادله واکنش تعادلی انجام شده به صورت  $2O_3(g) \rightleftharpoons 3O_2(g) + Q$  است. توجه داریم که گاز اوزون در مقایسه با گاز اکسیژن سطح انرژی بالاتری داشته و به همین خاطر، می‌توان گفت این واکنش شیمیایی گرماده است. با افزایش دما، تعادل مورد نظر در جهت برگشت جابه‌جا شده و مقدار ثابت تعادل واکنش نیز کاهش پیدا می‌کند. این در حالی است که افزودن و یا خارج کردن مواد مختلف به ظرف واکنش، تغییری در ثابت تعادل واکنش ایجاد نکرده و مقدار ثابت تعادل فقط تابع دما است.

### گروه آموزشی ماز

۷۵- تعادل  $Q + MgCO_3(s) \rightleftharpoons MgO(s) + CO_2(g)$ ;  $K = 0.02 \text{ mol} \cdot L^{-1}$  در یک مخزن ۱۵ لیتری برقرار است. اگر حجم ظرف واکنش را به ۶۰ لیتر رسانده و با افزایش دمای محیط، مقدار ثابت تعادل واکنش را به اندازه ۵۰٪ تغییر بدهیم، مجموع جرم مواد جامد موجود در ظرف واکنش به اندازه چند گرم تغییر خواهد کرد؟

$$(Mg = 24 \text{ و } O = 16 \text{ و } C = 12 : g \cdot mol^{-1})$$

۶۶ (۴)

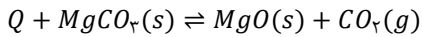
۴۴ (۳)

۸۸ (۲)

۲۲ (۱)

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط - مساله - ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی



معادله موازنه شده واکنش به صورت مقابل است:

در این واکنش، گاز کربن دی اکسید در سمت فرآورده ها وجود دارد و کاهش جرم مواد جامد موجود در ظرف واکنش نیز به علت تولید این گاز است. بنابراین برای محاسبه تغییرات جرم مواد جامد موجود در ظرف، کفایت مقدار گاز کربن دی اکسید را قبل و بعد از افزایش حجم ظرف و تغییر دمای محیط حساب کنیم. برای این منظور، ابتدا باید مقدار گاز کربن دی اکسید را در شرایطی که ثابت تعادل برابر با ۰/۰۲ مول بر لیتر و حجم ظرف برابر با ۱۵ لیتر است، بدست بیاوریم. توجه داریم که ثابت تعادل این واکنش، فقط معادل با غلظت گاز کربن دی اکسید بوده و با استفاده از رابطه کلی  $K = [CO_2]$  قابل محاسبه است. بر این اساس، داریم:

$$K = [CO_2] = 0.02 \text{ mol} \cdot L^{-1} \Rightarrow n_{CO_2} = [CO_2] \times V = 0.02 \times 15 = 0.3 \text{ mol}$$

پس مقدار گاز کربن دی اکسید اولیه برابر با ۰/۳ مول است. با افزایش دما در این واکنش، ثابت تعادل افزایش یافته و تعادل در جهت رفت جابه جا می شود. طبق فرض سوال، مقدار ثابت تعادل به اندازه ۵۰٪ افزایش پیدا کرده است، پس می توان گفت مقدار این مولفه از ۰/۰۲ مول بر لیتر به ۰/۰۳ مول بر لیتر رسیده است. بنابراین مقدار گاز کربن دی اکسید را در شرایطی که ثابت تعادل برابر با ۰/۰۳ مول بر لیتر و حجم ظرف برابر با ۶۰ لیتر است، محاسبه می کنیم.

$$K = [CO_2] = 0.03 \text{ mol} \cdot L^{-1} \Rightarrow n_{CO_2} = [CO_2] \times V = 0.03 \times 60 = 1.8 \text{ mol}$$

در نتیجه مقدار گاز کربن دی اکسید به اندازه ۱/۵ مول افزایش یافته و از ۰/۳ مول اولیه به ۱/۸ مول در تعادل نهایی رسیده است. در نهایت مقدار افزایش جرم این گاز را حساب می کنیم:

$$? g CO_2 = 1.8 \text{ mol } CO_2 \times \frac{44 \text{ g } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} = 66 \text{ g}$$

با توجه به محاسبات بالا، نتیجه می گیریم مجموع جرم مواد جامد موجود در ظرف واکنش به اندازه ۶۶ گرم کاهش می یابد.

### گروه آموزشی ماز

۷۶- تعادل  $PCl_5(g) \rightleftharpoons Cl_2(g) + PCl_3(g)$ ;  $K = 10^{-2}$  با ورود مقداری گاز  $PCl_5$  به یک ظرف ۱۰ لیتری آغاز شده است. اگر در حالت تعادل  $10^{23} \times 1/204$  مولکول کلر در ظرف واکنش وجود داشته باشد، مقدار اولیه گاز  $PCl_5$  وارد شده به ظرف واکنش برابر با چند گرم بوده است؟

$$(Cl = 35/5 \text{ و } P = 31 : g \cdot mol^{-1})$$

۱۲۵/۱ (۴)

۱۰۴/۲۵ (۳)

۸۲/۵ (۲)

۶۸/۷۵ (۱)

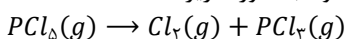
پاسخ: گزینه ۴ (متوسط - مساله - ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی

ابتدا شمار مول های گاز کلر در ظرف واکنش را در لحظه تعادل محاسبه می کنیم. از آنجا که هر مول گاز کلر شامل  $10^{23} \times 6/02$  مولکول از این گاز می شود، مقدار گاز کلر را در نمونه ای که دارای  $10^{23} \times 1/204$  مولکول کلر است، محاسبه می کنیم:

$$? \text{ mol } Cl_2 = 1/204 \times 10^{23} \text{ molecule } Cl_2 \times \frac{1 \text{ mol } Cl_2}{6/02 \times 10^{23} \text{ molecule } Cl_2} = 0.2 \text{ mol}$$

بنابراین مقدار گاز کلر در لحظه تعادل برابر با ۰/۲ مول است. معادله موازنه شده واکنش و روند تغییرات شمار مول های مواد به صورت زیر است:



$x$   $0$   $0$  : در ابتدای واکنش

$x - 0.2$   $0.2$   $0.2$  : در لحظه تعادل

از آنجا که حجم سامانه در حالت تعادل برابر با ۱۰ لیتر است، ثابت تعادل واکنش را می توانیم به صورت زیر بنویسیم:

$$K = \frac{[Cl_2][PCl_3]}{[PCl_5]} = \frac{(0.2)^2}{x - 0.2} \times \left(\frac{1}{10}\right)^{2-1} = 10^{-2} \Rightarrow \frac{0.04}{x - 0.2} = 0.1 \Rightarrow x - 0.2 = 0.4 \Rightarrow x = 0.6 \text{ mol}$$

در نتیجه، شمار مول های اولیه گاز  $PCl_5$  وارد شده به ظرف واکنش برابر با ۰/۶ مول بوده است. در مرحله آخر، جرم اولیه این گاز را حساب می کنیم:

$$? g PCl_5 = 0.6 \text{ mol } PCl_5 \times \frac{208/5 \text{ g } PCl_5}{1 \text{ mol } PCl_5} = 125/1 \text{ g}$$

با توجه به محاسبات بالا، نتیجه می گیریم که مقدار اولیه گاز  $PCl_5$  وارد شده به ظرف واکنش برابر با  $125/1$  گرم بوده است.

### گروه آموزشی ماز

۷۷- کدام موارد از مطالب زیر دربارهٔ تعادل  $2SO_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g) + O_2(g)$  که در ظرفی به حجم ۱ لیتر برقرار است، درست‌اند؟

- آ: بر اثر نصف شدن حجم ظرف واکنش، غلظت مواد گازی شرکت کننده در تعادل، در طول زمان تغییر نخواهد کرد.  
 ب: اگر این واکنش گرماگیر باشد، با افزایش دما در حجم ثابت، غلظت گاز گوگرد دی اکسید افزایش پیدا می کند.  
 پ: اگر مقداری از گاز اکسیژن تولید شده را از ظرف واکنش خارج کنیم، تعادل به سمت راست جابه‌جا می شود.  
 ت: اگر در دمای ثابت، فشار وارد شده به گازها افزایش یابد، سرعت واکنش رفت کاهش پیدا خواهد کرد.

پ و ت (۴)

ب و پ (۳)

آ و ت (۲)

آ و ب (۱)

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

عبارت‌های (ب) و (پ) درست‌اند.

بررسی موارد:

آ: معادله واکنش انجام شده به صورت  $2SO_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g) + O_2(g)$  است. از آنجا که تعداد مول گازها در سمت فرآورده‌ها بیشتر است، با کاهش حجم ظرف واکنش، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا شده و در نتیجه غلظت مواد گازی شرکت کننده در تعادل تغییر می کند. توجه داریم که در لحظه اعمال تغییر (کاهش حجم)، غلظت همه گازها افزایش می یابد ولی در ادامه این فرایند و با جابجایی تعادل، غلظت‌ها تغییر خواهد کرد.  
 ب: با توجه به گرماگیر بودن این واکنش، با افزایش دمای ظرف در حجم ثابت، تعادل به سمت راست (در جهت مصرف گرما) جابه‌جا شده و غلظت فرآورده‌ها از جمله گاز گوگرد دی اکسید افزایش می یابد.

براساس قانون لوشاتلیه، اگر تغییری موجب بر هم زدن حالت تعادل در یک سامانه تعادلی شود، تعادل در جهتی جابه‌جا می شود که تا حد امکان اثر آن تغییر را جبران کند. تغییر دمای سامانه تعادلی، یکی از روش‌های مورد استفاده برای جابه‌جا کردن تعادل‌های شیمیایی است. تغییر دما افزون بر جابه‌جا کردن تعادل، مقدار ثابت تعادل واکنش را نیز تغییر می دهد. اثر تغییر دما بر تعادل‌های گوناگون یکسان نیست و به گرماده یا گرماگیر بودن آن واکنش‌ها بستگی دارد. با افزایش دمای یک سامانه در حال تعادل، واکنش در جهت مصرف گرما پیش می رود تا دمای سامانه را مجدداً کاهش دهد. اگر این واکنش گرماگیر باشد، تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده و مقدار فرآورده‌ها افزایش پیدا می کند. در نقطه مقابل، اگر این واکنش گرماده باشد، با افزایش دما در جهت برگشت پیش رفته و مقدار واکنش دهنده‌ها افزایش می یابد. با کاهش دمای یک سامانه در حال تعادل، واکنش در جهت تولید گرما پیش می رود تا دمای سامانه را دوباره افزایش دهد. اگر این واکنش گرماگیر باشد، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا شده و مقدار واکنش دهنده‌ها افزایش پیدا می کند. در نقطه مقابل، اگر این واکنش گرماده باشد، با کاهش دما در جهت رفت پیش می رود و مقدار فرآورده‌ها افزایش می یابد.

پ: بر اثر خارج کردن مقداری گاز اکسیژن از ظرف واکنش، تعادل به سمت راست و تولید گاز  $O_2$  بیشتر جابه‌جا می شود تا بنا بر اصل لوشاتلیه، تغییر اعمال شده بر تعادل را تا حد امکان جبران کند.

ت: در دمای ثابت، حجم یک سامانه گازی با فشار آن سامانه رابطه عکس دارد. اگر در دمای ثابت، در این واکنش فشار وارد شده به گازها افزایش یابد (حجم مخلوط گازی شرکت کننده در واکنش کاهش پیدا کند)، تعادل به سمت مول‌های گازی کمتر یعنی در جهت برگشت جابه‌جا می شود و از آنجا که برخورد ذرات موجود در ظرف واکنش با هم بیشتر می شود، سرعت واکنش رفت و برگشت هر دو افزایش می یابد. توجه داریم که میزان افزایش سرعت برای واکنش برگشت، بیشتر از واکنش رفت خواهد بود.

از تغییر حجم سامانه واکنش می توان برای تغییر غلظت مواد گازی شرکت کننده در واکنش کمک گرفت. یکی از راه‌های تغییر حجم سامانه‌های گازی، تغییر فشار است. در واقع، با افزایش فشار اعمال شده بر یک تعادل گازی، حجم اشغال شده توسط گازها کاهش پیدا می کند و با کاهش فشار اعمال شده بر یک تعادل گازی نیز حجم اشغال شده توسط گازها افزایش می یابد.

### گروه آموزشی ماز

۷۸- به منظور افزایش درصد پیشرفت واکنش  $\Delta H > 0$ ،  $NH_4HS(s) \rightleftharpoons NH_3(g) + H_2S(g)$ ، از کدام تغییر زیر می توان استفاده کرد؟

(۱) کاهش دمای محیط انجام واکنش

(۲) افزودن مقداری گاز آمونیاک به ظرف واکنش

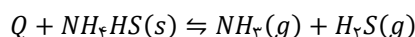
(۳) افزایش حجم ظرف محتوی مواد شرکت کننده

(۴) افزودن کاتالیزگر X به سامانه این واکنش

پاسخ: گزینه ۳ (آسان - مفهومی - ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

معادله واکنش گرماگیر انجام شده به صورت زیر است:



اگر حجم ظرف واکنش در سامانه مورد نظر افزایش پیدا کند، تعادل گازی داده شده به سمت تعداد مول‌های گازی بیشتر (در جهت رفت) جابه‌جا شده و درصد پیشرفت آن افزایش پیدا خواهد کرد. توجه داریم که کاهش دمای محیط و یا افزودن گاز آمونیاک به سامانه واکنش، تعادل را در جهت برگشت جابه‌جا کرده

و منجر به کاهش درصد پیشرفت واکنش می‌شوند. افزودن کاتالیزگر به سامانه واکنش نیز منجر به جابه‌جایی تعادل نشده و صرفاً مدت زمان لازم برای برقراری تعادل را کاهش می‌دهد.

### گروه آموزشی ماز

۷۹- کدام موارد از عبارتهای داده شده درست است؟

- آ: در دمای اتاق، با ایجاد جرقه در مخلوطی از گازهای نیتروژن و هیدروژن، این گازها با یکدیگر واکنش می‌دهند.  
 ب: در فناوری مربوط به فرایند هابر، دمای سردکننده کمتر از نقطه جوش آمونیاک و بیشتر از نقطه جوش  $H_2$  است.  
 پ: در سامانه واکنش مربوط به فرایند هابر، در حالت تعادل، غلظت آمونیاک حتماً ۲ برابر غلظت گاز نیتروژن خواهد بود.  
 ت: شرایط بهینه فرایند هابر شامل کاتالیزگر فلزی حاوی ۶ الکترون با  $n + l = 4$  دمای  $450^\circ C$  و فشار  $200 atm$  است.
- (۱) آ و ب (۲) آ و پ (۳) ب و ت (۴) فقط ب

پاسخ: گزینه ۴ (سخت - مفهومی - ۱۲۰۴)

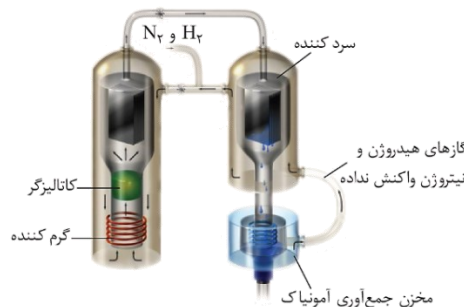
پاسخ تشریحی:

فقط عبارت (ب) درست است.

بررسی موارد:

آ: در دمای اتاق، با ایجاد جرقه در مخلوطی از گازهای نیتروژن و هیدروژن، انرژی فعال‌سازی ( $E_a$ ) واکنش تامین نشده و این گازها با یکدیگر واکنش نمی‌دهند. به عبارت دیگر، می‌توان گفت نیتروژن واکنش‌پذیری ناچیزی دارد و در دمای اتاق با گاز هیدروژن حتی در حضور کاتالیزگر یا جرقه واکنش نمی‌دهد؛ بنابراین از واکنش گازهای هیدروژن و نیتروژن در دما و شرایط اتاق نمی‌توانیم برای تولید آمونیاک استفاده کنیم. از طرف دیگر، واکنش میان این گازها برگشت‌پذیر است و به صورت تعادلی انجام می‌شود، پس کل گازهای هیدروژن و نیتروژن وارد شده به محفظه واکنش، به فراورده تبدیل نمی‌شوند.

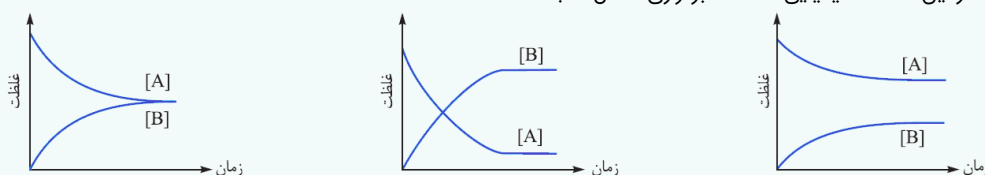
ب: در فرایند تعادلی هابر، گاز آمونیاک با استفاده از گازهای  $H_2$  و  $N_2$  در شرایط ویژه تولید می‌شود. همانطور که می‌دانیم، نقطه جوش گازهای  $H_2$  و  $N_2$  از نقطه جوش آمونیاک بسیار پایین‌تر است؛ بنابراین با تنظیم دمای سردکننده در دمایی کمی پایین‌تر از دمای جوش آمونیاک، می‌توان این گاز را مایع کرده و از مخلوط گازی جدا نمود. تصویر زیر، نمایی از دستگاه استفاده شده برای تولید آمونیاک بر اساس فرایند هابر را نشان می‌دهد:



در این دستگاه، گازهای هیدروژن و نیتروژن از ورودی بالای ظرف به درون دستگاه تزریق شده و پس از افزایش دما، در مجاورت کاتالیزگر با یکدیگر واکنش می‌دهند و مخلوطی از گازهای آمونیاک، هیدروژن و نیتروژن را ایجاد می‌کنند. مخلوط گازی حاصل به سمت سردکننده حرکت می‌کند و پس از کاهش دمای آن تا پایین‌تر از نقطه جوش آمونیاک، مولکول‌های  $NH_3$  به حالت مایع درآمده و از مخلوط خارج می‌شوند. در این شرایط، گازهای هیدروژن و نیتروژن واکنش نداده، مجدداً به سمت گرم‌کننده حرکت می‌کنند تا از آن‌ها برای تولید آمونیاک بیشتر استفاده شود.

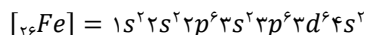
پ: معادله واکنش انجام شده به صورت  $3H_2(g) + N_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$  است. هرچند که ضریب گاز آمونیاک در این واکنش ۲ برابر ضریب گاز نیتروژن است، اما چون یک ماده در سمت فراورده‌ها و یک ماده در سمت واکنش‌دهنده‌ها قرار گرفته است، نمی‌توان گفت در حالت تعادل، غلظت آمونیاک حتماً ۲ برابر غلظت گاز نیتروژن خواهد بود.

در لحظه برقراری تعادل، غلظت واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها ثابت می‌ماند اما هیچ لزومی به یکسان بودن غلظت آن‌ها در لحظه برقراری تعادل وجود ندارد. به عنوان مثال، در واکنش تعادلی  $A \rightleftharpoons B$ ، ممکن است در لحظه تعادل، غلظت ماده  $A$ ، ۱۰ برابر غلظت  $B$  باشد. هر یک از نمودارهای غلظت-زمان زیر را می‌توان به روند تغییر غلظت مواد شرکت‌کننده در این سامانه شیمیایی تا لحظه برقراری تعادل نسبت داد:

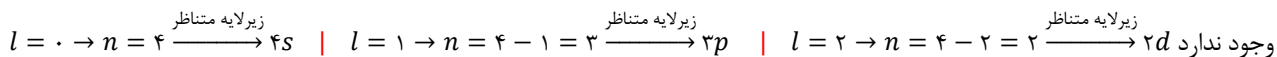




**ت:** شرایط بهینه مورد نیاز برای فرایند هابر (فرایند تعادلی تولید آمونیاک از گازهای نیتروژن و هیدروژن) شامل کاتالیزگر آهن، دمای ۴۵۰ درجه سلسیوس و فشار ۲۰۰ اتمسفر است. در این شرایط، درصد پیشرفت واکنش برابر با ۴۳/۷۵٪ بوده و درصد مولی آمونیاک در مخلوط گازی ایجاد شده برابر با ۲۸٪ می‌شود. آرایش الکترونی فلز آهن به صورت زیر است:



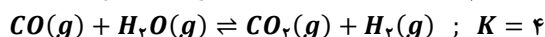
با توجه به معادله  $n + l = 4$ ، مقادیر  $l$  را از صفر تا ۲ تغییر می‌دهیم تا مقدار  $n$  بدست بیاید، سپس زیرلایه متناظر با اعداد کوانتومی  $n$  و  $l$  را می‌نویسیم:



توجه داریم که در آرایش الکترونی  $_{26}Fe$ ، در زیرلایه‌های  $4s$  و  $3p$  به ترتیب ۲ و ۶ الکترون و در مجموع این دو زیرلایه، ۸ الکترون وجود دارد.

### گروه آموزشی ماز

۸۰- مقدار ۵۶ گرم گاز  $CO$  و ۳۶ گرم بخار آب در یک ظرف دو لیتری مخلوط شده‌اند تا واکنش تعادلی زیر انجام شود. درصد پیشرفت واکنش مورد نظر و مجموع شمار مولکول‌های فراورده‌های واکنش پس از برقراری تعادل در ظرف واکنش به تقریب کدام است؟ ( $H = 1$ ،  $C = 12$  و  $O = 16$ )



$$\frac{1}{2} \times 10^{-24} - \frac{66}{7} \quad (2)$$

$$\frac{1}{2} \times 10^{-24} - 75 \quad (1)$$

$$\frac{1}{6} \times 10^{-24} - \frac{66}{7} \quad (4)$$

$$\frac{1}{6} \times 10^{-24} - 75 \quad (3)$$

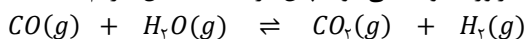
پاسخ: گزینه ۴ (متوسط - مساله - ۱۲۰۴)



تعداد مول واکنش‌دهنده‌های وارد شده به ظرف را در ابتدای واکنش حساب می‌کنیم:

$$CO \text{ تعداد مول} = \frac{56}{28} = 2 \text{ mol} \quad \text{و} \quad H_2O \text{ تعداد مول} = \frac{36}{18} = 2 \text{ mol}$$

برای برقرار شدن تعادل، مقدار از واکنش‌دهنده‌ها مصرف شده و مقداری فراورده تولید می‌شود، پس در حالت تعادل داریم:



$$\text{در حال تعادل:} \quad \begin{matrix} 2-x & 2-x & x & x \end{matrix}$$

برای هر واکنش تعادلی، کمیتی به نام ثابت تعادل تعریف می‌شود که مقدار آن در دمای یکسان همواره ثابت خواهد بود. از آنجا که مجموع مول‌های گازی در دو طرف تعادل یکسان است ( $\Delta n = 0$ )، میزان ثابت تعادل مستقل از حجم ظرف بوده و می‌توانیم بجای غلظت تعادلی هر ماده، شمار مول‌های تعادلی آن را در رابطه ثابت تعادل جایگذاری کنیم، پس داریم:

$$K = \frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]} = \frac{x \times x}{(2-x) \times (2-x)} = \frac{x^2}{(2-x)^2} = 4 \rightarrow \frac{x}{2-x} = 2 \rightarrow x = 4 - 2x \rightarrow 3x = 4 \rightarrow x = \frac{4}{3}$$

ثابت تعادل هر واکنش، معیاری برای سنجش میزان پیشرفت آن واکنش است. در واقع، درصد پیشرفت هر واکنش به ما نشان می‌دهد که از ابتدای واکنش تا لحظه برقراری تعادل، چند درصد از واکنش‌دهنده‌های وارد شده به ظرف، به فراورده تبدیل می‌شوند. برای محاسبه درصد پیشرفت (بازده درصدی) واکنش‌های شیمیایی، از رابطه زیر کمک می‌گیریم:

$$100 \times \frac{\text{تعداد مول واکنش‌دهنده مصرف شده}}{\text{تعداد مول اولیه واکنش‌دهنده}} = \text{درصد پیشرفت واکنش}$$

درصد پیشرفت واکنش برابر است با:

$$\text{درصد پیشرفت واکنش} = \frac{\text{تعداد مول } CO \text{ مصرف شده}}{\text{تعداد مول اولیه } CO} \times 100 = \frac{\frac{4}{3}}{2} \times 100 \approx 66.7\%$$

و مجموع شمار مولکول‌های فراورده‌ها در تعادل برابر خواهد بود با:

$$\text{مولکول} = \left(2 \times \frac{4}{3}\right) \text{ mol} \times \frac{6/0.2 \times 10^{-23}}{1 \text{ mol}} \approx 1/6 \times 10^{-24}$$

### گروه آموزشی ماز

۸۱- کدام یک از مطالب زیر در رابطه با واکنش میان گاز اتن با آب در حضور سولفوریک اسید درست است؟

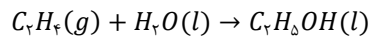
- (۱) برای تولید نوعی الکل، این واکنش نسبت به واکنش تخمیر گلوکز، از دیدگاه اتمی به‌صرفه‌تر است.
- (۲) فراورده این واکنش، نوعی فراورده پتروشیمیایی بوده و در مقایسه با نفت خام قیمت پایین‌تری دارد.
- (۳) از فراورده تولید شده در این واکنش شیمیایی می‌توان در واکنش تولید برخی از پلی‌استرها استفاده کرد.
- (۴) از واکنش فراورده این فرایند با پروپانویک اسید، ترکیبی بدست می‌آید که شمار اتم‌های  $H$  آن با نفتالن برابر است.



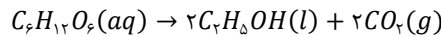
پاسخ: گزینه ۱ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

شیمی سبز به دنبال طراحی واکنش‌هایی با کم‌ترین آسیب به محیط زیست و بیشترین بازده است. برطبق اصول شیمی سبز، یک واکنش شیمیایی هنگامی از دیدگاه اتمی به صرفه‌تر است که شمار بیشتری از اتم‌های موجود در مواد واکنش‌دهنده به فراورده‌های سودمند تبدیل شوند. معادله واکنش انجام شده به صورت زیر است:



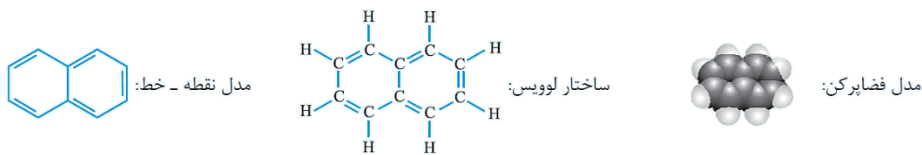
همه اتم‌های وارد شده در این واکنش شیمیایی، در ساختار فراورده هدف (اتانول) قرار گرفته و هیچ‌کدام از اتم‌ها وارد هیچ فراورده فرعی نشده‌اند. این در حالی است که معادله واکنش تخمیر گلوکز به صورت زیر است:



در واکنش تخمیر، برخی از اتم‌ها وارد ساختار گاز کربن دی‌اکسید شده و این ماده به عنوان به فراورده فرعی از محیط واکنش خارج می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۲) آمونیاک، سولفوریک اسید، متانول، بنزین، پلی‌اتن، اتانول و اتیلن‌گلیکول، از جمله فراورده‌های پتروشیمیایی هستند که با استفاده از نفت خام بدست می‌آیند. این مواد، با استفاده از فناوری‌های شیمیایی تولید می‌شوند. با تبدیل نفت خام به فراورده‌های پتروشیمیایی ارزشمندتر مانند آمونیاک، بنزین، اتیلن گلیکول، متانول و سولفوریک اسید، می‌توان از خام‌فروشی این ماده جلوگیری کرده و آن را با قیمت‌های بالاتری به فروش رساند.
- ۳) در واکنش گاز اتن با آب، اتانول تولید می‌شود. اتانول یک الکل تک‌عاملی بوده و از آن نمی‌توان در واکنش تولید پلی‌استرها استفاده کرد. مونومر مصرف شده در واکنش تولید پلی‌استرها، الکل‌های دوعاملی مثل اتیلن گلیکول هستند.
- ۴) از واکنش میان اتانول ( $CH_3CH_2OH$ ) با پروپانویک اسید ( $C_2H_5COOH$ ) در مجاورت سولفوریک اسید، نوعی ترکیب استری به نام اتیل پروپانوات (ترکیبی با فرمول مولکولی  $C_2H_5COOCH_2CH_3$ ) بدست می‌آید که برخلاف نفتالن ( $C_{10}H_8$ )، تعداد ۱۰ اتم  $H$  در ساختار خود دارد. ساختار مولکولی نفتالن به صورت زیر است:



بنزن، سرگروه خانواده مهمی از مواد به نام ترکیب‌های آروماتیک (آروماتیک یعنی خوش بو و معطر) است. در ساختار مولکول‌های سازنده این گروه از مواد، یک یا چند حلقه شش‌ضلعی کربنی دیده می‌شود که پیوندهای کربن-کربن موجود در آن، به صورت یکی در میان، دوگانه هستند. نفتالن با فرمول شیمیایی  $C_{10}H_8$  نیز یک ترکیب آروماتیک به شمار می‌رود. در ساختار هر مولکول نفتالن، ۵ پیوند  $C=C$  و ۸ پیوند  $C-H$  وجود دارد. این ماده، یک ترکیب جامد و سفیدرنگ است که مدت‌ها به عنوان ضدبید برای نگهداری فرش و لباس کاربرد داشته است.

### گروه آموزشی ماز

۸۲- چه تعداد از عبارت‌های داده شده درست است؟ ( $H = 1$ ،  $C = 12$  و  $O = 16$   $g \cdot mol^{-1}$ )

- آ: درصد جرمی کربن در فراورده واکنش ۲-بوتن با آب، از درصد جرمی کربن در اتیلن گلیکول کمتر است.
- ب: چگالی کم، نفوذناپذیری در مقابل هوا، ارزانی و مقاومت در برابر خوردگی، از جمله خواص پلاستیک‌ها هستند.
- پ: نیم مول از دی‌الکل مصرف شده برای سنتز PET، در واکنش با ۲۸ لیتر گاز  $O_2$  در شرایط استاندارد می‌سوزد.
- ت: به کمک فناوری‌های شیمیایی، ترکیب‌های آمینی از جمله متیل آمین را می‌توان مستقیماً به کمک آلکن‌ها تولید کرد.
- ث: با اکسایش پارازایلین توسط محلول پتاسیم پرمنگنات، نوعی اسید دو پروتون‌دار به نام ترفتالیک اسید ایجاد می‌شود.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

عبارت‌های (ب)، (پ) و (ث) درست هستند.

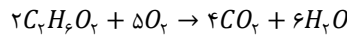
بررسی موارد:

- آ: فراورده واکنش ۲-بوتن با آب در مجاورت کاتالیزگر مناسب، ۲-بوتانول با فرمول مولکولی  $C_4H_{10}O$  است که مشخصاً درصد جرمی کربن در آن از اتیلن گلیکول با فرمول مولکولی  $C_2H_6O_2$  بیشتر است؛ زیرا نسبت شمار اتم‌های  $C$  به شمار اتم‌های  $O$  و یا شمار اتم‌های  $H$  در آن بیشتر است.
- ب: چگالی کم، نفوذناپذیری در مقابل هوا، ارزانی و مقاومت در برابر خوردگی، از جمله خواص مهم پلاستیک‌ها هستند.

استفاده بی‌رویه و بیش از حد از پلاستیک‌ها در صنایع گوناگون و زیست‌تخریب‌ناپذیر بودن آن‌ها سبب شده که این مواد در جای‌جای کره زمین یافت شوند؛ پس باید راهی برای بازیافت این مواد پیدا کرد. یکی از مواد پلاستیکی قابل بازیافت، پلی‌اتیلن ترفتالات است. برای این منظور، مواد و وسایل ساخته شده از این پلیمر را باید به طور جداگانه جمع‌آوری کرده و پس از آن، با انجام فرایندهای فیزیکی و شیمیایی به مواد قابل استفاده تبدیل کرد. برای بازیافت پلی‌اتیلن ترفتالات از روش‌های زیر استفاده می‌شود:

- ۱- مواد ساخته شده از پلی‌اتیلن ترفتالات را می‌توان پس از شست‌وشو و تمیزکردن، ذوب کرده و دوباره از آن‌ها برای تولید وسایل و ابزار استفاده کرد.
  - ۲- این مواد را می‌توان پس از شست‌وشو خرد کرده و به تکه‌های کوچک به نام پرک تبدیل و در تولید مواد پلاستیکی دیگر استفاده کرد.
  - ۳- این مواد و پسماندها را می‌توان به کمک واکنش‌های شیمیایی به مونومرهای سازنده یا مواد اولیه ارزشمند تبدیل کرد.
- توجه داریم که سطح فناوری هر کشور یا گروه صنعتی است که مشخص می‌کند کدام راه را باید برای بازیافت پسماندها انتخاب کرد.

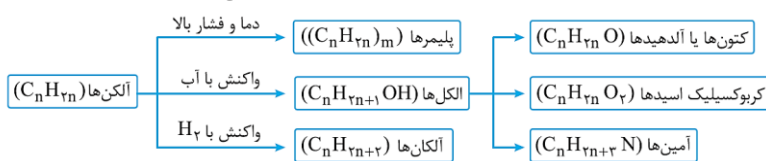
**پ:** دی الکل استفاده شده در سنتز پلی‌اتیلن ترفتالات، اتیلن گلیکول است که واکنش سوختن کامل آن به صورت زیر است:



بنابراین حجم گاز اکسیژن موردنیاز برابر خواهد بود با:

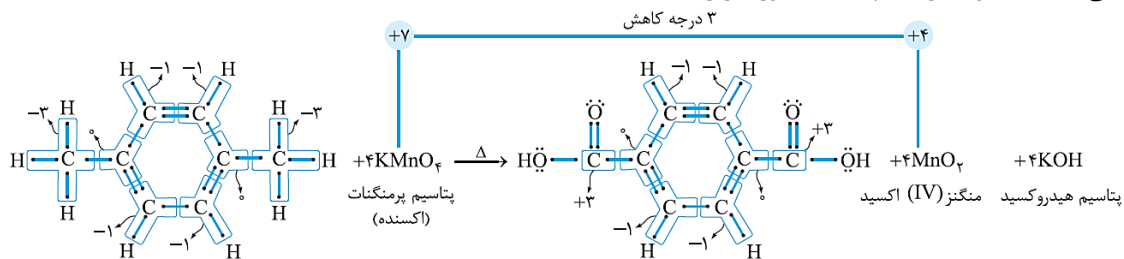
$$? L O_2 = \frac{5 \text{ mol } O_2}{2 \text{ mol } C_2H_6O_2} \times \frac{22.4 \text{ L } O_2}{1 \text{ mol } O_2} = 28 \text{ L}$$

**ت:** روند تولید آمین‌ها، کربوکسیلیک اسیدها، کتون‌ها و آلدهیدها را با استفاده از آلکن‌ها نشان می‌دهد:



با توجه به نمودار، آمین‌ها را با استفاده از الکل‌ها و الکل‌ها را نیز با استفاده از آلکن‌ها تولید می‌کنند؛ اما تبدیل مستقیم آلکن‌ها به آمین‌ها ممکن نیست.

**ث:** ترفتالیک اسید یک اسید دو پروتون‌دار است که بر اثر اکسایش پارازیلن (هیدروکربنی که از نفت گرفته می‌شود) توسط محلول بنفش‌رنگ پرمنگنات پتاسیم، بدست می‌آید. معادله واکنش انجام شده به صورت زیر است:



همانطور که مشخص است، ترکیب تولید شده طی این فرایند ۲ گروه عاملی کربوکسیل در ساختار خود دارد و همانند سولفوریک اسید و کربنیک اسید، از جمله اسیدهای دوپروتون‌دار به شمار می‌رود.

### گروه آموزشی ماز

۸۳- در واکنش ۴۱/۵ گرم ترفتالیک اسید با خلوص ۵۰٪ با مقدار کافی متیل آمین، به شرطی که بازده درصدی واکنش انجام شده برابر با ۸۰٪ باشد، چند

گرم ترکیب آلی تولید می‌شود؟ ( $g \cdot mol^{-1}$ :  $H = 1$  و  $C = 12$  و  $N = 14$  و  $O = 16$ )

۱۹/۲ (۴)

۱۲/۸ (۳)

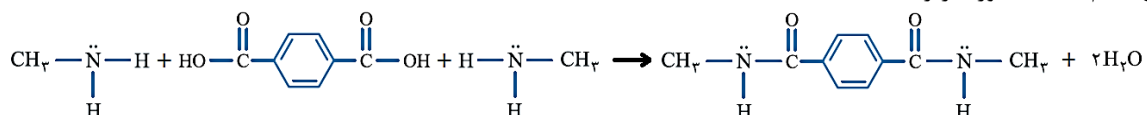
۳۸/۴ (۲)

۱۴/۴ (۱)

پاسخ: گزینه ۴ (آسان - مساله - ۱۲۰۴)

پاسخ شریعی

معادله واکنش انجام شده به صورت زیر است:



با توجه به معادله این واکنش شیمیایی، جرم فراورده تولید شده که یک دی‌آمید با فرمول شیمیایی  $C_{11}H_{12}N_2O_4$  و جرم مولی ۱۹۲ گرم بر مول است را محاسبه می‌کنیم:

$$? g C_{11}H_{12}N_2O_4 = 41.5 g C_8H_6O_4 \times \frac{50}{100} \times \frac{1 \text{ mol } C_8H_6O_4}{166 g C_8H_6O_4} \times \frac{1 \text{ mol } C_{11}H_{12}N_2O_4}{1 \text{ mol } C_8H_6O_4} \times$$

$$\frac{192 g C_{11}H_{12}N_2O_4}{1 \text{ mol } C_{11}H_{12}N_2O_4} \times \frac{\text{مقدار نظری } 80}{\text{مقدار عملی } 100} = 19.2 g$$

برای محاسبه جرم فراورده تولید شده با استفاده از روش تناسب، داریم:

$$\frac{C_8H_6O_4 \times \frac{\text{درصد خلوص}}{100} \times \frac{\text{بازده درصدی}}{100}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{C_{10}H_{12}N_2O_7 \times \text{جرم مولی}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{41/5 g C_8H_6O_4 \times \frac{50}{100} \times \frac{80}{100}}{166 \times 1} = \frac{x g C_{10}H_{12}N_2O_7}{192 \times 1} \Rightarrow x = 19/2 g C_{10}H_{12}N_2O_7$$

### گروه آموزشی ماز

۸۴- در روش تولید غیرمستقیم متانول از گاز متان، مقداری بخار متانول با حجم مولی  $23 L \cdot mol^{-1}$  تولید شده است. اگر هیدروژن اضافی تولید شده در

این واکنش، ۹۶ گرم نفتالن را بطور کامل سیر کند، حجم متانول تولید شده بر حسب میلی لیتر کدام است؟ ( $C = 12$  و  $H = 1 : g \cdot mol^{-1}$ )

۸۶۲۵۰ (۴)

۴۳۱۲۵ (۳)

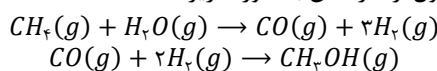
۵۷۵۰۰ (۲)

۲۸۷۵۰ (۱)

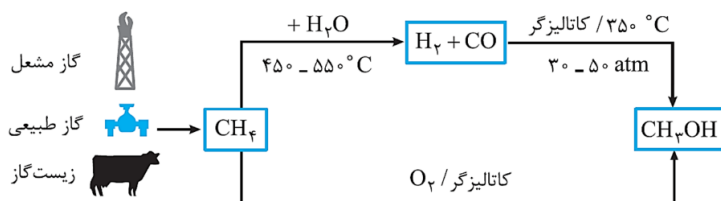
پاسخ: گزینه ۴ (متوسط - مساله - ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

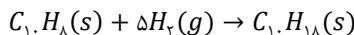
واکنش های انجام شده در روش تولید غیرمستقیم متانول از گاز متان به صورت زیر است:



از ۳ مول هیدروژن تولید شده در واکنش اول، دو مول هیدروژن وارد واکنش دوم می شود. بنابراین به ازای تولید هر مول متانول، یک مول هیدروژن اضافی تولید می شود. توجه داریم که در تولید غیرمستقیم متانول، رد پای کربن دی اکسید افزایش می یابد؛ زیرا برای تأمین دمای بالا، اغلب از سوزاندن سوخت های فسیلی استفاده می شود که گاز کربن دی اکسید تولید می کنند. به همین دلیل، پژوهش های زیادی در حال انجام است تا بتوان گاز متان را به طور مستقیم به متانول تبدیل کرد. به عنوان مثال، می توان گاز متان را در حضور کاتالیزگر و اکسندهای مانند  $O_2$  به طور مستقیم به متانول تبدیل کرد. تصویر زیر، نمایی از فرایند تولید متانول را نشان می دهد:



ابتدا تعداد مول هیدروژن اضافی تولید شده را بدست می آوریم. واکنش سیرشدن کامل نفتالن به صورت زیر است:



در ساختار نفتالن پنج پیوند دوگانه وجود دارد که با پنج مول گاز  $H_2$  به طور کامل سیر می شود؛ بنابراین داریم:

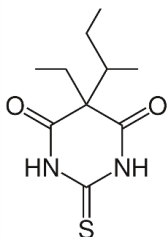
$$? mol H_2 = 96 g C_{10}H_8 \times \frac{1 mol C_{10}H_8}{128 g C_{10}H_8} \times \frac{5 mol H_2}{1 mol C_{10}H_8} = 3/75 mol H_2$$

در نهایت حجم متانول تولید شده را حساب می کنیم:

$$? mL CH_3OH = 3/75 mol H_2 \text{ اضافی} \times \frac{1 mol CH_3OH}{1 mol H_2 \text{ اضافی}} \times \frac{23 L CH_3OH}{1 mol CH_3OH} \times \frac{1000 mL CH_3OH}{1 L CH_3OH} = 86250 mL$$

### گروه آموزشی ماز

۸۵- در رابطه با تصویر مقابل که ساختار نوعی داروی شیمیایی ضدتشنج را نشان می دهد، چه تعداد از عبارات های داده شده درست است؟



آ: عدد اکسایش اتم های نیتروژن در این ترکیب با عدد اکسایش نیتروژن در متیل آمین برابر است.

ب: گروه عاملی موجود در ساختار مولکول پلی اتیلن ترفتالات، در ساختار این ماده یافت می شود.

پ: نیمی از اتم های کربن موجود در ساختار این ماده آلی، به هیچ اتم هیدروژنی متصل نشده اند.

ت: پیوند  $C = S$  موجود در آن نسبت به سایر پیوندهای اشتراکی، آنتالپی پیوند بیشتری دارد.

ث: در ساختار این ماده، همانند ساختار ویتامین کا، حلقه های شش ضلعی کربنی وجود دارد.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

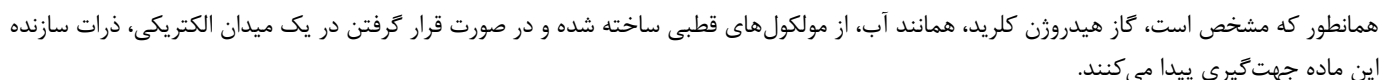
۱ (۱)

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

ساختار نشان داده شده، مربوط به یک ماده دارویی به اسم تیوبوتاباریتال است فرمول شیمیایی این ماده دارویی به صورت  $C_{10}H_{16}N_2SO_4$  است. در ساختار مولکولی این ترکیب ۳ پیوند دوگانه، یک حلقه شش ضلعی و دو اتم نیتروژن وجود دارد. در رابطه با ترکیب داده شده، فقط عبارت (آ) درست است.

**ن:** در ساختار مولکولی ویتامین کا، حلقه شش ضلعی کربنی یافت می شود اما در ساختار مولکولی ترکیب داده شده، یک حلقه شش ضلعی وجود دارد که در ساختار آن اتم های کربن و نیتروژن وجود دارند.



۸۷- کدام یک از مطالب زیر نادرست است؟

- (۱) هریک از اتم‌های کربن موجود در ترفتالیک اسید، توسط یک پیوند دوگانه و دو پیوند یگانه به سایر اتم‌ها متصل شده‌اند.
- (۲) برای افزایش ایمنی در میادین گازی، بخش زیادی از ماده‌ای که جزء اصلی گاز طبیعی به شمار می‌رود را می‌سوزانند.
- (۳) نفت خام، یک مایع غلیظ سیاه‌رنگ بوده و اتن، بنزن و پارازایلن، از جمله هیدروکربن‌های موجود در آن هستند.
- (۴) ساده‌ترین عضو خانواده الکل‌ها، یک ماده زردرنگ بوده و در واکنش با PET، آن را به مواد مفید تبدیل می‌کند.

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۴)

پاسخ شریعی:

متانول (ساده‌ترین عضو خانواده الکل‌ها) در واکنش با پلی‌اتیلن ترفتالات یا PET، این ماده را به مواد مفیدی تبدیل می‌کند. توجه داریم که متانول، همانند اتانول، یک ماده بی‌رنگ است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ ساختار ترفتالیک اسید به صورت مقابل است:



فرمول شیمیایی این ترکیب به صورت  $C_8H_6O_4$  است. هریک از اتم‌های کربن موجود در این ماده، توسط یک پیوند دوگانه و دو پیوند یگانه به ۳ اتم دیگر متصل شده‌اند.

۲ گاز متان، بخش اصلی سازنده گاز طبیعی است که در میدان‌های نفتی به فراوانی یافت می‌شود. در میدان‌های نفتی برای افزایش ایمنی، بخش قابل توجهی از گاز متان استخراج شده را می‌سوزانند. یکی از کاربردهای گاز متان، تبدیل این ماده به متانول است. گاز متان واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد و تبدیل آن به متانول فرایند دشواری است که انجام آن به دانش و فناوری پیشرفته‌ای نیاز دارد. به دلیل ارزان بودن گاز متان و اهمیت بالای متانول در صنایع گوناگون، پژوهش‌های شیمیایی زیادی در حال انجام است تا بتوان روشی برای تبدیل گاز متان به متانول پیدا کرد.

۳ نفت خام، یکی از سوخت‌های فسیلی است که به شکل مایع غلیظ سیاه‌رنگ یا قهوه‌ای متمایل به سبز از دل زمین استخراج می‌شود. بر اساس پژوهش‌ها و یافته‌های تجربی، نفت خام مخلوطی از هزاران ترکیب شیمیایی است که بخش عمده آن‌ها را هیدروکربن‌های گوناگون تشکیل می‌دهند. هیدروکربن‌ها ترکیب‌هایی هستند که از اتصال اتم‌های هیدروژن و کربن به یکدیگر تشکیل شده‌اند. اتن، بنزن، سیکلوگازان و پارازایلن، از جمله هیدروکربن‌های موجود در نفت خام هستند.

در زمان کشف نفت خام، شیمی‌دان‌ها نمی‌دانستند که در این مخلوط سیاه‌رنگ چه موادی وجود دارد، این مواد چه خواصی دارند و هنگام انجام آزمایش و بررسی آن، چه اتفاقاتی ممکن است رخ دهد. پس از آن، شیمی‌دان‌ها با بررسی بیشتر نفت خام، موفق به شناسایی برخی از مواد موجود در آن شده و با ساختار و رفتار این مواد آشنا شدند. ویژگی‌ها و رفتارهای این مواد چنان جذاب و غیرمنتظره بود که سبب افزایش پژوهش‌ها در مورد نفت خام شد. این پژوهش‌ها با یافتن کاربردهای جدید و مناسب برای مواد موجود در نفت خام، خبرهای خوشی از جمله حل مشکل حمل و نقل از شهری به شهر دیگر را نوید می‌داد. بخاطر همین ویژگی‌های جالب است که امروزه نفت خام را طلای سیاه می‌نامند. توجه داریم که روزانه بیش از ۸۰ میلیون بشکه‌ی نفت خام (هر بشکه معادل با ۱۵۹ لیتر است) در دنیا به شکل‌های گوناگون مصرف می‌شود.

### گروه آموزشی ماز

۸۸- برای سنتز دی‌اسید مورد نیاز جهت تولید یک نمونه از پلی‌اتیلن ترفتالات به جرم ۴۸ گرم، به چند گرم پارازایلن با خلوص ۵۳٪ نیاز داریم؟

( $g \cdot mol^{-1}$ :  $H = 1$  و  $C = 12$  و  $O = 16$ )

(۴) ۸۰

(۳) ۴۰

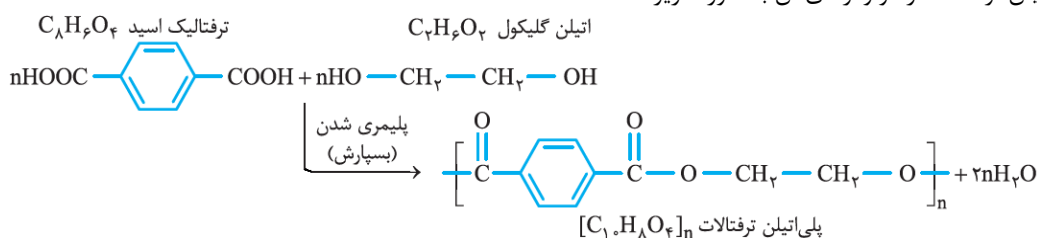
(۲) ۵۰

(۱) ۲۵

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط - مساله - ۱۲۰۴)

پاسخ شریعی:

واکنش تولید پلی‌اتیلن ترفتالات از مونومرهای آن به صورت زیر است:



برای تولید هر مول ترفتالیک اسید ( $C_8H_6O_4$ ) نیز به ۱ مول پارازایلن ( $C_8H_{10}$ ) نیاز داریم، پس می‌توان نوشت:





با توجه به رابطه هم‌ارزی بالا، برای تولید ۱ مول پلی‌اتیلن ترفتالات، به  $n$  مول پارازایلین نیاز داریم. بر این اساس، جرم پارازایلین ناخالص استفاده شده در مراحل مربوط به تولید ۴۸ گرم پلی‌اتیلن ترفتالات را محاسبه می‌کنیم.

$$? g C_8H_8O_2 = 48 g (C_8H_8O_2)_n \times \frac{1 \text{ mol } (C_8H_8O_2)_n}{192n g (C_8H_8O_2)_n} \times \frac{n \text{ mol } C_8H_8O_2}{1 \text{ mol } (C_8H_8O_2)_n} \times \frac{106 g C_8H_8O_2}{1 \text{ mol } C_8H_8O_2} \times \frac{100 g C_8H_8O_2}{53 g C_8H_8O_2} = 50 g$$

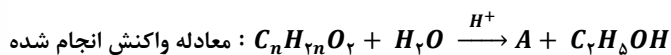
با توجه به محاسبات بالا، برای تولید پلیمر مورد نظر به ۵۰ گرم پارازایلین ناخالص نیاز داریم.

### گروه آموزشی ماز

۸۹- مقدار ۴۸۰ گرم از یک استر با خلوص ۹۰٪، در شرایط مناسب در محیط اسیدی با آب واکنش داده و نوعی اسید به همراه ۱۳۸ گرم اتانول تولید می‌کند.

در ساختار استر اولیه چند پیوند اشتراکی وجود داشته و با استفاده از اسید تولید شده، چند کیلوگرم محلول ۲/۵ درصد جرمی می‌توان تهیه کرد؟

$$(O = 16 \text{ و } C = 12 \text{ و } H = 1 : g \cdot mol^{-1})$$



$$13/92, 23 (4)$$

$$9/28, 23 (3)$$

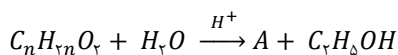
$$13/92, 26 (2)$$

$$9/28, 26 (1)$$

پاسخ: گزینه ۲ (سخت - مساله - ۱۲۰۴)



استرها دسته‌ای از مواد آلی هستند که در ساختار آن‌ها گروه استری ( $-COO-$ ) وجود دارد. فرمول شیمیایی کلی استرها به صورت  $R-COO-R'$  می‌باشد که در آن  $R$  معادل با اتم هیدروژن یا یک زنجیره هیدروکربنی بوده و  $R'$  معادل با یک زنجیره هیدروکربنی است. توجه داریم که استرها را می‌توان از واکنش میان الکل‌ها ( $R'-OH$ ) و کربوکسیلیک اسیدها ( $R-COOH$ ) بدست آورد. در نقطه مقابل، استرها در واکنش با آب، می‌توانند به اسید و الکل سازنده خود تجزیه شوند. این واکنش، اصطلاحاً به واکنش آبکافت معروف است. ابتدا با استفاده از جرم اتانول به دست آمده، مقدار مول ماده آلی (ترکیب استری) مصرف شده را به دست می‌آوریم. معادله واکنش انجام شده به صورت زیر است:



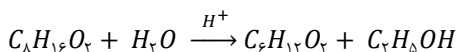
با توجه به معادله واکنش انجام شده، داریم:

$$? \text{ mol } C_nH_{7n}O_2 = 138 g C_7H_8OH \times \frac{1 \text{ mol } C_7H_8OH}{96 g C_7H_8OH} \times \frac{1 \text{ mol } C_nH_{7n}O_2}{1 \text{ mol } C_7H_8OH} = 3 \text{ mol}$$

طبق فرض سوال، ۴۸۰ گرم ترکیب آلی با خلوص ۹۰٪ (معادل با ۴۳۲ گرم ترکیب آلی خالص) در واکنش آبکافت مصرف شده، پس جرم ۳ مول از ماده آلی اولیه برابر با ۴۳۲ گرم بوده است، بنابراین می‌توان گفت جرم مولی این ترکیب برابر با ۱۴۴ گرم است. سپس با استفاده از جرم مولی ترکیب مورد نظر، فرمول مولکولی آن را محاسبه می‌کنیم:

$$C_nH_{7n}O_2 : 12n + 7n + 32 = 144 \rightarrow n = 8 \rightarrow C_8H_{16}O_2$$

از آبکافت این استر ( $C_8H_{16}O_2$ )، اتانول تولید شده است بنابراین ماده  $A$  باید یک ترکیب اسیدی ۶ کربنه باشد که فرمول مولکولی آن به صورت  $C_6H_{12}O_2$  است. با توجه به مراحل انجام شده، معادله این واکنش به صورت زیر خواهد بود:



در ساختار یک استر ۸ کربنه سیرشده، مجموعاً ۲۶ پیوند اشتراکی بین اتم‌ها وجود دارد. در قدم بعد، جرم اسید تولید شده در این فرایند را محاسبه می‌کنیم:

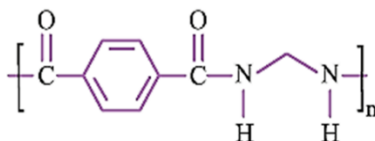
$$? g C_6H_{12}O_2 = 138 g C_7H_8OH \times \frac{1 \text{ mol } C_7H_8OH}{96 g C_7H_8OH} \times \frac{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_2}{1 \text{ mol } C_7H_8OH} \times \frac{116 g C_6H_{12}O_2}{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_2} = 348 g$$

در قدم آخر، جرم محلول ۲/۵ درصد جرمی از اسید تولید شده را محاسبه می‌کنیم:

$$? g \text{ محلول } = 348 g C_6H_{12}O_2 \times \frac{100 g \text{ محلول}}{2/5 g C_6H_{12}O_2} \times \frac{1 kg \text{ محلول}}{1000 g \text{ محلول}} = 13/92 kg$$

### گروه آموزشی ماز

۹۰- با توجه به ساختار پلیمر زیر، کدام عبارت درست است؟ ( $O = 16$  و  $N = 14$  و  $C = 12$  و  $H = 1 : g \cdot mol^{-1}$ )



(۱) همانند پلی‌اتیلن ترفتالات، نیروی بین مولکولی غالب در این پلیمر نیز از نوع پیوند هیدروژنی خواهد بود.

(۲) نسبت شمار اتم‌ها به عناصر در دی‌آمین سازنده این پلیمر، نصف این نسبت در بنزئیک اسید است.

(۳) در ۷۹/۲ گرم از این پلیمر، تقریباً تعداد  $10^{24} \times 1/62$  جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.

(۴) این پلیمر مشابه کولار، یک پلی‌آمید بوده و سرعت آبکافت آن در طبیعت بسیار زیاد است.





در هر واحد تکرارشونده از این پلیمر، تعداد  $(2 \times 2) + (2 \times 1) = 6$  جفت الکترون ناپیوندی ( $n.p.e$ ) وجود دارد. توجه داریم که این جفت الکترون های ناپیوندی روی اتم های نیتروژن و اکسیژن قرار گرفته اند. جرم مولی هر واحد تکرارشونده برابر است با:

$$(9 \times 12) + (2 \times 16) + (2 \times 14) + 8 = 176 \text{ g.mol}^{-1}$$

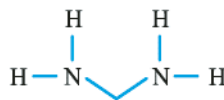
بر این اساس داریم:

$$? n.p.e = 79/2 \text{ g پلیمر} \times \frac{1 \text{ mol پلیمر}}{176 \text{ g پلیمر}} \times \frac{n \text{ mol تکرارشونده}}{1 \text{ mol پلیمر}} \times \frac{6 \text{ mol } n.p.e}{1 \text{ mol تکرارشونده}} \times \frac{6/0.2 \times 10^{23} n.p.e}{1 \text{ mol } n.p.e} = 1/6254 \times 10^{24} n.p.e$$



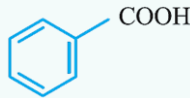
۱ در ساختار پلیمر داده شده، اتم  $H$  متصل به  $N$  وجود دارد، بنابراین نیروی بین مولکولی غالب در این ماده از نوع پیوند هیدروژنی است. توجه داریم که در ساختار پلی اتیلن ترفتالات، اتم  $H$  متصل به  $O$  وجود نداشته و نیروی بین مولکولی غالب در این ماده از نوع وان دروالسی است.

۲ ساختار دی آمین سازنده پلیمر داده شده به صورت زیر است:



نسبت شمار اتم ها به عناصر در آن برابر با  $\frac{9}{4} = 3$  است؛ در حالی که این نسبت در بنزوئیک اسید با فرمول  $C_6H_5O_2$  برابر  $\frac{15}{4} = 5$  است.

بنزوئیک اسید ( $C_6H_5O_2$ ) با ساختار زیر، ساده ترین کربوکسیلیک اسید آروماتیک است که در تمشک و توت فرنگی وجود دارد و همانطور که می دانیم، در صنعت از آن به عنوان نگهدارنده استفاده می شود. توجه داریم که نگهدارنده ها نوعی افزودنی هستند که به مواد خوراکی یا غذاها افزوده شده و سرعت واکنش های شیمیایی که منجر به فساد ماده غذایی می شوند را کاهش می دهند.



۴ این پلیمر همانند کولار، یک پلی آمید است و در ساختار آن، گروه عاملی آمیدی به صورت متوالی تکرار شده است. همانطور که می دانیم، سرعت آبکافت پلی آمیدها و پلی استرها در طبیعت بسیار کند است.



۹۱- از شهر A به شهر B سه جاده و از شهر B به شهر C چهار جاده وجود دارد. به چند طریق می‌توان از A به C رفت و برگشت طوری که از هیچ جاده‌ای بیش از یک بار استفاده نکنیم؟



- (۲) ۱۰۸  
(۴) ۱۴۴

- (۱) ۱۳۲  
(۳) ۷۲

پاسخ: گزینه ۳ (آسان - مفهومی / محاسباتی - ۱۰۰۶)

### دو تعریف زیر در مورد شمارش بسیار مهمند:

**اصل جمع:** اگر کاری را بتوان به دو روش انجام داد، به طوری که در روش اول  $m$  انتخاب و در روش دوم  $n$  انتخاب وجود داشته باشد، برای انجام کار مورد نظر  $m + n$  روش وجود دارد.

**اصل ضرب:** اگر انجام کاری شامل دو مرحله باشد، به طوری که برای انجام مرحله اول  $m$  روش و برای هر کدام از این  $m$  روش، مرحله دوم را بتوان به  $n$  روش انجام داد، در کل کار مورد نظر با  $m \times n$  روش قابل انجام است.

### پاسخ تشریحی:

برای رفتن از A به C تعداد راه‌ها برابر  $۱۲ = ۳ \times ۴$  است.

چون یکی از جاده‌های A به B و یکی از جاده‌های B به C را هنگام رفت استفاده کرده‌ایم، پس از C به B سه جاده و از B به A دو جاده برای استفاده باقی‌مانده است و در نتیجه تعداد راه‌های برگشت از C به A برابر است با:  $۶ = ۳ \times ۲$ .

بنابراین به  $۷۲ = ۱۲ \times ۶$  روش می‌توان از A به C رفت و برگشت.

### گروه آموزشی ماز

۹۲- مجموعه  $A = \{1, 2, 3, \dots, 9\}$  چند زیرمجموعه غیر تهی دارد که حاصل ضرب اعضای آن عددی زوج است؟

- (۴) ۴۸۱

- (۳) ۴۸۰

- (۲) ۲۵۶

- (۱) ۲۵۵

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۰۰۶)

### چند فرمول در مورد مجموعه‌ها باهم ببینیم:

اگر A مجموعه‌ای  $n$  عضوی باشد، آن‌گاه:

A: تعداد زیرمجموعه‌های مجموعه A برابر است با:  $۲^n$

B: تعداد زیرمجموعه‌های غیر تهی مجموعه A برابر است با:  $۲^n - ۱$

### پاسخ تشریحی:

مجموعه A دارای ۹ عضو است و در نتیجه  $۲^9 - ۱ = ۵۱۱$  زیرمجموعه غیر تهی دارد. از طرف دیگر، اگر اعداد ۸، ۶، ۴، ۲ عضو زیرمجموعه‌ای نباشند، حاصل ضرب اعضای آن مجموعه، عددی فرد می‌شود و اگر هر کدام از این اعداد عضو زیرمجموعه‌ای باشند، حاصل ضرب اعضای آن، عددی زوج می‌شود.

پس تعداد زیرمجموعه‌های غیر تهی‌ای که حاصل ضرب اعضای آن‌ها عددی فرد است برابر است با تعداد زیرمجموعه‌های غیر تهی مجموعه  $\{1, 3, 5, 7, 9\}$  که برابر است با:

$$۲^5 - ۱ = ۳۱$$

$$۵۱۱ - ۳۱ = ۴۸۰$$

بنابراین تعداد زیرمجموعه‌هایی که حاصل ضرب اعضای آن‌ها عددی زوج است برابر است با:

### گروه آموزشی ماز

۹۳- چند عدد چهار رقمی با ارقام متمایز وجود دارد که در آن رقم‌های ۷ و ۸ وجود دارند و ۷ در ارزش مکانی بالاتری قرار دارد؟ (مانند ۶۷۳۸)

- (۴) ۳۶۰

- (۳) ۳۳۶

- (۲) ۳۱۵

- (۱) ۳۱۰

پاسخ: گزینه ۲ (سخت - مفهومی / محاسباتی - ۱۰۰۶)

### پاسخ تشریحی:

حالت‌های زیر ممکن است:

(۱) اگر هزارگان برابر ۷ باشد، به سه طریق می‌توان ۸ را در یکان، دهگان یا صدگان قرار داد و پس از آن دو رقم باقی‌مانده یکی ۸ حالت و دیگری ۷ حالت ممکن دارند. پس تعداد این حالت‌ها برابر  $۱۶۸ = ۷ \times ۳ \times ۸ \times ۱$  است.

(۲) اگر صدگان برابر ۷ باشد، به دو طریق می‌توان ۸ را در دهگان یا یکان قرار داد. پس از آن هزارگان ۷ حالت و رقم باقی‌مانده هم ۷ حالت دارد. پس تعداد این حالت‌ها برابر  $۹۸ = ۷ \times ۲ \times ۷ \times ۱$  است.

۳) اگر دهگان برابر ۷ باشد، یکان برابر ۸ خواهد بود. پس از آن هزارگان ۷ حالت و صدگان هم ۷ حالت دارد. پس تعداد این حالت ها برابر  $7 \times 7 \times 1 = 49$  است.

$$168 + 98 + 49 = 315$$

بنابراین تعداد کل حالت های مطلوب برابر است با:

### گروه آموزشی ماز

۹۴- چند عدد چهار رقمی بخش پذیر بر ۵ وجود دارد که حداقل دو رقم آن یکسان است؟

۷۹۲ (۴)

۹۰۴ (۳)

۹۵۲ (۲)

۸۴۸ (۱)

(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۰۰۶)

پاسخ: گزینه ۱



ابتدا تعداد کل اعداد چهار رقمی بخش پذیر بر ۵ را پیدا می کنیم:

$$\frac{9}{\text{هزارگان مخالف صفر}} \times \frac{10}{\text{صدگان}} \times \frac{10}{\text{دهگان}} \times \frac{2}{\text{یکان} = 5 \text{ یا } 0} = 1800$$

اکنون تعداد اعداد چهار رقمی بخش پذیر بر ۵ را که رقم تکراری ندارند، پیدا می کنیم:

$$\frac{8}{\text{هزارگان مخالف}} \times \frac{8}{\text{صدگان مخالف}} \times \frac{7}{\text{هزارگان مخالف دهگان}} \times \frac{1}{\text{یکان} = 5 \text{ دهگان مخالف هزارگان صدگان صدگان و یکان هزارگان و یکان صفر و ۵}} = 448$$

$$\frac{9}{\text{هزارگان مخالف صفر}} \times \frac{8}{\text{صدگان}} \times \frac{7}{\text{هزارگان صدگان صدگان و یکان هزارگان و یکان}} \times \frac{1}{\text{یکان} = 5 \text{ دهگان مخالف هزارگان صدگان صدگان و یکان}} = 504$$

تعداد این اعداد برابر  $448 + 504 = 952$  است.

پس تعداد اعداد مورد نظر مساله برابر است با:

$$1800 - 952 = 848$$

### گروه آموزشی ماز

۹۵- در چند جایگشت از حروف کلمه «logarithm» فقط یکی از عبارت های log یا rithm دیده می شود؟

۵۱۴۰ (۴)

۵۰۴۰ (۳)

۵۱۵۴ (۲)

۵۱۴۸ (۱)

(سخت - مفهومی / محاسباتی - ۱۰۰۶)

پاسخ: گزینه ۱

فرمول های زیر در مورد جبر مجموعه ها است، آن ها را خوب به خاطر بسپارید...

دو مجموعه A و B را در نظر بگیرید:

(۱) اگر حداقل یکی از A یا B رخ دهد:  $A \cup B$

(۲) اگر A رخ دهد و B رخ دهد:  $A \cap B$

(۳) اگر A رخ دهد و B رخ ندهد:  $A - B$

(۴) اگر فقط یکی از A یا B رخ دهد:  $A \cup B - A \cap B$

(۵) اگر A رخ ندهد:  $A'$



تعداد جایگشت هایی که log در آن ها دیده می شود، برابر است با: ۷!

log arithm



تعداد جایگشت هایی که rithm در آن ها دیده می شود، برابر است با: ۵!

log a rithm



تعداد جایگشت هایی که در آن ها log و rithm دیده می شود، برابر است با: ۳!

log a rithm



بنابراین تعداد جایگشت هایی که در آن ها حداقل یکی از دو عبارت دیده می شود برابر است با:

$$7! + 5! - 3!$$



و در نتیجه تعداد جایگشت‌هایی که در آن‌ها فقط log یا فقط rithm دیده می‌شود، برابر است با:

$$7! + 5! - 3! - 3! = 5148 \quad \log \quad \text{rithm}$$

### گروه آموزشی ماز

۹۶- مجموعه‌ای دارای  $m$  زیرمجموعه ۳ عضوی است. اگر دو عضو از اعضای مجموعه را حذف کنیم تعداد زیرمجموعه‌های ۳ عضوی آن برابر  $m - 49$  می‌شود.

مجموعه اولیه چند زیرمجموعه ۲ عضوی دارد؟

۵۵ (۴)

۴۵ (۳)

۳۶ (۲)

۲۸ (۱)

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۰۰۶)

این شما و این هم نکته جذاب زیر!

تعداد زیرمجموعه‌های  $m$  عضوی از یک مجموعه  $n$  عضوی ( $m \leq n$ ) برابر است با:  $\binom{n}{m}$

پاسخ تشریحی:

فرض کنید مجموعه مورد نظر  $n$  عضو دارد، در این صورت،  $m = \binom{n}{3}$ .

اگر دو عضو از مجموعه را حذف کنیم،  $n - 2$  عضو باقی می‌ماند. پس  $m - 49 = \binom{n-2}{3}$ . بنابراین:

$$\binom{n}{3} - 49 = \binom{n-2}{3} \Rightarrow \frac{n(n-1)(n-2)}{6} - 49 = \frac{(n-2)(n-3)(n-4)}{6}$$

$$\Rightarrow 6n^2 - 24n - 270 = 0 \Rightarrow n^2 - 4n - 45 = 0 \Rightarrow (n-9)(n+5) = 0 \Rightarrow n = 9$$

$$\binom{9}{2} = \frac{9 \times 8}{2} = 36$$

بنابراین مجموعه مورد نظر ۹ عضو دارد و تعداد زیرمجموعه‌های ۲ عضوی آن برابر است با:

### گروه آموزشی ماز

۹۷- شش کتاب با موضوع ریاضی و چهار کتاب با موضوع فیزیک را به چند طریق می‌توان در کنار هم قرار داد طوری که هیچ دو کتاب فیزیکی در کنار هم نباشند؟

۴۸ × ۶! (۴)

۷ × ۷! (۳)

۱۵ × ۸! (۲)

۹ × ۸! (۱)

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۰۰۶)

پاسخ تشریحی:

ابتدا شش کتاب ریاضی را در کنار هم قرار می‌دهیم که این کار به ۶! حالت ممکن است.

○ ریاضی ۱ ○ ریاضی ۲ ○ ریاضی ۳ ○ ریاضی ۴ ○ ریاضی ۵ ○ ریاضی ۶

اکنون در هفت جایگاه خالی بین کتاب‌های ریاضی و دو طرف آن‌ها، چهار کتاب فیزیک را قرار می‌دهیم که این کار به  $P(7, 4)$  حالت ممکن است.

بنابراین کل حالت‌های مورد نظر برابر است با:

$$6! \times P(7, 4) = 6! \times \frac{7!}{3!} = \frac{6 \times 5 \times 4 \times 3!}{3!} \times 7! = 15 \times 8 \times 7! = 15 \times 8!$$

### گروه آموزشی ماز

۹۸- از میان ۹ نفر می‌خواهیم یک تیم ۶ نفره انتخاب کنیم و یکی از آن‌ها را کاپیتان و یکی دیگر را دروازه‌بان قرار دهیم. این کار به چند طریق امکان‌پذیر است؟

۲۵۲۰ (۴)

۲۵۰۰ (۳)

۲۷۵۰ (۲)

۲۸۰۰ (۱)

(آسان - مفهومی / محاسباتی - ۱۰۰۶)

پاسخ: گزینه ۴

روش اول:

ابتدا به  $\binom{9}{1}$  طریق کاپیتان را انتخاب می‌کنیم. سپس به  $\binom{8}{1}$  طریق دروازه‌بان را انتخاب می‌کنیم. سپس به  $\binom{7}{4}$  طریق اعضای دیگر تیم را انتخاب می‌کنیم. بنابراین تعداد حالت‌های ممکن برابر است با:

$$\binom{9}{1} \times \binom{8}{1} \times \binom{7}{4} = 9 \times 8 \times 35 = 2520$$

روش دوم:

ابتدا به  $\binom{9}{6}$  طریق اعضای تیم را انتخاب می‌کنیم، سپس به  $P(6, 2)$  طریق کاپیتان و دروازه‌بان را از بین آن‌ها انتخاب می‌کنیم. بنابراین تعداد حالت‌های ممکن برابر است با:

$$\binom{9}{6} \times P(6, 2) = \frac{9!}{6!3!} \times \frac{6!}{4!2!} = \frac{9!}{3!4!} = 2520$$

### گروه آموزشی ماز

۹۹- در یک ساختمان شش خانواده سه نفره زندگی می‌کنند. به چند طریق می‌توانیم چهار نفر از افراد ساختمان را انتخاب کنیم طوری که هیچ دو نفری از یک خانواده نباشند؟

۲۹۱۶۰ (۴)

۹۷۲۰ (۳)

۱۰۸۰ (۲)

۱۲۱۵ (۱)

(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۰۰۶)

پاسخ: گزینه ۱

پاسخ تشریحی:

ابتدا چهار خانواده از بین شش خانواده را به  $\binom{6}{4}$  حالت انتخاب می‌کنیم. اکنون از هر خانواده انتخاب شده به ۳ حالت می‌توان یکی از اعضای خانواده را انتخاب کرد. بنابراین تعداد حالت‌های مطلوب برابر است با:

$$\binom{6}{4} \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 = 1215$$

### گروه آموزشی ماز

۱۰۰- اگر  $P(n, 2) = 5C(n, 2) + 35$  مقدار  $C(n, 4)$  کدام است؟

۷۰ (۴)

۱۵ (۳)

۳۵ (۲)

۲۱ (۱)

(متوسط - محاسباتی - ۱۰۰۶)

پاسخ: گزینه ۲

نوبت رسید به فرمول‌های مهم شمارش...

$$P(n, r) = \frac{n!}{(n-r)!} : A$$

$$C(n, r) = \binom{n}{r} = \frac{n!}{r!(n-r)!} : B$$

پاسخ تشریحی:

تساوی داده شده را ساده می‌کنیم:

$$P(n, 2) = 5C(n, 2) + 35 \Rightarrow \frac{n!}{(n-2)!} = \frac{5n!}{(n-2)!3!} + 35$$

$$\frac{n(n-1)(n-2)(\cancel{n-3})!}{(\cancel{n-3})!} = \frac{5n(n-1)(n-2)(\cancel{n-3})!}{6(\cancel{n-3})!} + 35$$

$$n(n-1)(n-2) = \frac{5n(n-1)(n-2)}{6} + 35 \Rightarrow \frac{n(n-1)(n-2)}{6} = 35$$

$$n^3 - 3n^2 + 2n - 210 = 0 \Rightarrow n^3 - 7n^2 + 4n^2 + 2n - 210 = 0$$

$$n^2(n-7) + (4n+30)(n-7) = 0 \Rightarrow (n-7)(n^2 + 4n + 30) = 0 \Rightarrow n = 7$$

$$C(n, 4) = C(7, 4) = \frac{7!}{4!3!} = \frac{7 \times 6 \times 5 \times 4!}{4! \times 3!} = 35$$

بنابراین:

### گروه آموزشی ماز

۱۰۱- اگر شش نفر که دو برادر میان آنها هستند را در یک صف قرار دهیم، چقدر احتمال دارد که دو برادر کنار هم نباشند؟

$$\frac{2}{3} (4)$$

$$\frac{1}{2} (3)$$

$$\frac{5}{6} (2)$$

$$\frac{3}{4} (1)$$

(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۰۰۷)

پاسخ: گزینه ۴

پاسخ تشریحی:

تعداد کل حالت‌هایی که ۶ نفر می‌توانند در یک صف بایستند برابر ۶! است.

تعداد حالت‌هایی که دو برادر کنار هم می‌ایستند برابر ۵! × ۲ است.

بنابراین احتمال اینکه دو برادر کنار هم بایستند برابر است با:

$$\frac{5! \times 2}{6!} = \frac{2}{6}$$

$$1 - \frac{2}{6} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$$

پس احتمال اینکه دو برادر کنار هم نباشند برابر است با:

### گروه آموزشی ماز

۱۰۲- نقاط  $A_1$  تا  $A_{12}$  رئوس یک دوازده ضلعی منتظم هستند. اگر مثلی رسم کنیم که رئوس آن از رئوس این دوازده ضلعی انتخاب شده باشند، چقدر احتمال دارد که این مثلث متساوی‌الاضلاع باشد؟

$$\frac{1}{55} (4)$$

$$\frac{1}{22} (3)$$

$$\frac{1}{44} (2)$$

$$\frac{3}{110} (1)$$

(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۰۰۷)

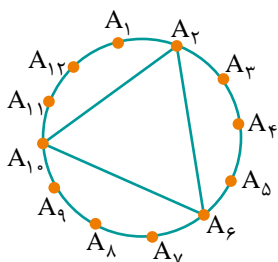
پاسخ: گزینه ۴

پاسخ تشریحی:

تعداد کل مثلث‌هایی که می‌توان رسم کرد برابر تعداد حالت‌های انتخاب ۳ نقطه از ۱۲ نقطه می‌باشد که برابر است با:

$$\binom{12}{3} = \frac{12 \times 11 \times 10 \times 9!}{3! \times 9!} = \frac{12 \times 11 \times 10}{6} = 220$$

تعداد مثلث‌های متساوی‌الاضلاع قابل رسم برابر ۴ است که عبارتند از مثلث‌های  $A_1A_4A_7$ ،  $A_2A_5A_8$ ،  $A_3A_6A_9$  و  $A_{10}A_{11}A_{12}$ .



$$\frac{4}{220} = \frac{1}{55}$$

بنابراین احتمال متساوی‌الاضلاع بودن مثلث برابر است با:

### گروه آموزشی ماز



۱۰۳- یکی از زیر مجموعه‌های غیر تهی مجموعه  $\{1, 2, 3, \dots, 8\}$  را انتخاب می‌کنیم. چقدر احتمال دارد که چهار عضوی و مجموع اعضای آن عددی زوج باشد؟

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

$$\frac{38}{255} \quad (3)$$

$$\frac{19}{128} \quad (2)$$

$$\frac{127}{255} \quad (1)$$

(سخت - مفهومی / محاسباتی - ۱۰۰۷)

پاسخ: گزینه ۳

پاسخ تشریحی:

اعداد مجموعه مورد نظر را به دو مجموعه  $A = \{1, 3, 5, 7\}$  و  $B = \{2, 4, 6, 8\}$  تقسیم می‌کنیم. برای این که در زیرمجموعه انتخاب شده مجموع اعضا زوج باشد، باید اعضای آن به یکی از روش‌های زیر انتخاب شوند.

(الف) هر چهار عدد از مجموعه  $A$  انتخاب شوند که این کار به  $\binom{4}{4}$  حالت امکان‌پذیر است.

(ب) هر چهار عدد از مجموعه  $B$  انتخاب شوند که این کار به  $\binom{4}{4}$  حالت امکان‌پذیر است.

(پ) دو عدد از مجموعه  $A$  و دو عدد از مجموعه  $B$  انتخاب شوند که این کار به  $\binom{4}{2}\binom{4}{2}$  حالت امکان‌پذیر است.

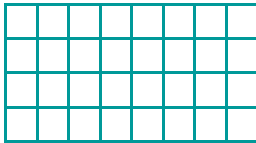
$$\binom{4}{4} + \binom{4}{4} + \binom{4}{2}\binom{4}{2} = 38$$

پس تعداد کل حالت‌های مطلوب برابر است با:

از طرف دیگر، تعداد کل زیرمجموعه‌های غیر تهی مجموعه  $\{1, 2, \dots, 8\}$  برابر  $2^8 - 1 = 255$  است و در نتیجه احتمال پیشامد مورد نظر برابر است با:  $\frac{38}{255}$ .

### گروه آموزشی ماز

۱۰۴- شکل مقابل، از  $32$  مربع کوچک به طول واحد تشکیل شده است. اگر یکی از مستطیل‌های موجود در شکل را به تصادف انتخاب کنیم، چقدر احتمال دارد که ابعاد آن  $3$  و  $4$  واحد باشند؟



$$\frac{3}{8} \quad (2)$$

$$\frac{2}{45} \quad (4)$$

$$\frac{1}{30} \quad (1)$$

$$\frac{5}{49} \quad (3)$$

(سخت - مفهومی / محاسباتی - ۱۰۰۷)

پاسخ: گزینه ۴

یک فرمول تستی برای این سوال رو ببین!

تعداد مستطیل‌های  $m \times n$  از یک صفحه  $A \times B$  برابر است با:  $\binom{m+1}{2}\binom{n+1}{2}$

$$(A+1-m)(B+1-n) + (A+1-n)(B+1-m) = m \times n$$

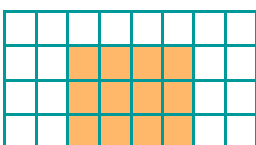
پاسخ تشریحی:

در شکل ۹ خط عمودی و ۵ خط افقی وجود دارد. از تقاطع هر دو خط عمودی با هر دو خط افقی یک مستطیل ایجاد می‌شود.

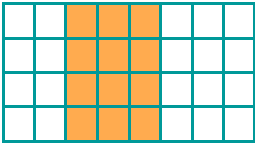
$$\binom{9}{2}\binom{5}{2} = 360$$

بنابراین تعداد مستطیل‌های موجود در شکل برابر است با:

برای رسم مستطیلی با ابعاد ۳ و ۴، کافی است دو ضلع عمود بر هم از مستطیل را انتخاب کنیم. دو ضلع دیگر خود به خود معلوم می‌شوند. برای رسم مستطیل‌هایی به صورت شکل زیر کافی است یکی از ۵ خط عمودی و یکی از دو خط افقی را انتخاب کنیم. پس:  $5 \times 2 = 10$  مستطیل به این شکل وجود دارد.



همچنین برای رسم مستطیل‌هایی به شکل زیر می‌توانیم یکی از ۶ خط عمودی را انتخاب کنیم، ولی برای خطوط افقی فقط یک انتخاب داریم. پس:  $6 \times 1 = 6$  مستطیل به این شکل وجود دارد.



پس کل مستطیل‌های با ابعاد ۳ و ۴ برابر ۱۶ تاست و احتمال انتخاب یکی از آن‌ها برابر  $\frac{16}{36} = \frac{2}{45}$  است.

### گروه آموزشی ماز

۱۰۵- اگر  $S = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8\}$  فضای نمونه‌ای باشد، کدام یک از پیشامدهای زیر مستقل از پیشامد  $A = \{1, 3, 5, 7\}$  است؟

$E = \{2, 4, 5, 6\}$  (۴)

$D = \{1, 3, 4, 5, 6, 8\}$  (۳)

$C = \{1, 2, 5, 6, 7\}$  (۲)

$B = \{2, 4, 6, 8\}$  (۱)

(آسان - محاسباتی - ۱۱۰۷)

پاسخ: گزینه ۳

میدونید که استقلال دو پیشامد چگونه تعریف می‌شود؟

اگر  $A$  و  $B$  دو پیشامد مستقل باشند، آن‌گاه:  $P(A \cap B) = P(A)P(B)$

پاسخ تشریحی:

توجه کنید که:

$$\left. \begin{array}{l} A \cap B = \emptyset \Rightarrow P(A \cap B) = 0 \\ P(A)P(B) = \frac{4}{8} \times \frac{4}{8} = \frac{1}{4} \end{array} \right\} \Rightarrow P(A \cap B) \neq P(A)P(B)$$

$$\left. \begin{array}{l} A \cap C = \{1, 5, 7\} \Rightarrow P(A \cap C) = \frac{3}{8} \\ P(A)P(C) = \frac{4}{8} \times \frac{5}{8} = \frac{5}{16} \end{array} \right\} \Rightarrow P(A \cap C) \neq P(A)P(C)$$

$$\left. \begin{array}{l} A \cap D = \{1, 3, 5\} \Rightarrow P(A \cap D) = \frac{3}{8} \\ P(A)P(D) = \frac{4}{8} \times \frac{6}{8} = \frac{3}{8} \end{array} \right\} \Rightarrow P(A \cap D) = P(A)P(D)$$

$$\left. \begin{array}{l} A \cap E = \{5\} \Rightarrow P(A \cap E) = \frac{1}{8} \\ P(A)P(E) = \frac{4}{8} \times \frac{4}{8} = \frac{1}{4} \end{array} \right\} \Rightarrow P(A \cap E) \neq P(A)P(E)$$

بنابراین  $A$  و  $D$  مستقل از یکدیگرند، بنابراین گزینه ۳ صحیح است.

### گروه آموزشی ماز

۱۰۶- اگر  $A$  و  $B$  مستقل از هم باشند، حاصل عبارت  $\frac{P(A \cup B) + P(A)P(B)}{P(A|B) + P(B|A)}$  کدام است؟

$P(A) + P(B)$  (۴)

$\frac{P(A)}{P(B)}$  (۳)

۱ (۲)

۱ (۱)

(آسان - مفهومی / محاسباتی - ۱۱۰۷)

پاسخ: گزینه ۱

اکنون احتمال شرطی را معرفی می‌کنیم...

منظور از احتمال  $A$  به شرط  $B$  که آن را با  $P(A|B)$  نمایش می‌دهیم، احتمال وقوع پیشامد  $A$  است به شرط آن که بدانیم پیشامد  $B$  رخ داده است:

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$$



پاسخ تشریحی:

چون A و B مستقل از هم هستند، پس:

$$P(A \cap B) = P(A)P(B), P(A|B) = P(A), P(B|A) = P(B)$$

$$\frac{P(A \cup B) + P(A)P(B)}{P(A|B) + P(B|A)} = \frac{P(A) + P(B) - P(A \cap B) + P(A)P(B)}{P(A) + P(B)} = \frac{P(A) + P(B)}{P(A) + P(B)} = 1$$

بنابراین:

## گروه آموزشی ماز

۱۰۷- احتمال این که علی در امتحان ریاضی قبول شود  $\frac{2}{5}$  و احتمال قبولی او در امتحان فیزیک  $\frac{3}{5}$  است. اگر علی در امتحان ریاضی قبول شود، احتمال

قبولی او در امتحان فیزیک ۲۰ درصد افزایش می‌یابد. احتمال این که علی حداقل یکی از دو امتحان را قبول شود، چقدر است؟

$$\frac{9}{25} \text{ (۴)}$$

$$\frac{7}{25} \text{ (۳)}$$

$$\frac{71}{125} \text{ (۲)}$$

$$\frac{89}{125} \text{ (۱)}$$

(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۱۰۷)

پاسخ: گزینه ۱

پاسخ تشریحی:

اگر A پیشامد قبولی علی در امتحان ریاضی و B پیشامد قبولی او در امتحان فیزیک باشد، آن‌گاه:

$$P(A) = \frac{2}{5}, P(B) = \frac{3}{5}, P(B|A) = \frac{3}{5} + \frac{20}{100} \times \frac{3}{5} = \frac{18}{25}$$

$$P(B|A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)} \Rightarrow \frac{18}{25} = \frac{P(A \cap B)}{\frac{2}{5}} \Rightarrow P(A \cap B) = \frac{36}{125}$$

بنابراین:

در نتیجه احتمال پیشامد خواسته شده یعنی اجتماع دو پیشامد A و B برابر است با:

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B) = \frac{2}{5} + \frac{3}{5} - \frac{36}{125} = \frac{89}{125}$$

## گروه آموزشی ماز

۱۰۸- اگر  $P(A|B) = 2P(B|A)$  و  $P(A \cup B) = 2P(A \cap B)$ ، مقدار  $P(A|B) + P(B|A)$  کدام است؟ ( $A \cap B \neq \emptyset$ )

$$\frac{7}{4} \text{ (۴)}$$

$$\frac{5}{4} \text{ (۳)}$$

$$\frac{9}{8} \text{ (۲)}$$

$$\frac{7}{8} \text{ (۱)}$$

(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۱۰۷)

پاسخ: گزینه ۲

پاسخ تشریحی:

$$P(A|B) = 2P(B|A) \Rightarrow \frac{P(A \cap B)}{P(B)} = \frac{2P(A \cap B)}{P(A)} \Rightarrow P(A) = 2P(B)$$

توجه کنید که:

$$P(A \cup B) = 2P(A \cap B) \Rightarrow P(A) + P(B) - P(A \cap B) = 2P(A \cap B) \Rightarrow P(A) + P(B) = 3P(A \cap B)$$

از طرف دیگر:

$$\Rightarrow 2P(B) + P(B) = 3P(A \cap B) \Rightarrow P(B) = \frac{4}{3}P(A \cap B) \Rightarrow P(A) = \frac{8}{3}P(A \cap B)$$

$$P(A|B) + P(B|A) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)} + \frac{P(A \cap B)}{P(A)} = \frac{P(A \cap B)}{\frac{4}{3}P(A \cap B)} + \frac{P(A \cap B)}{\frac{8}{3}P(A \cap B)} = \frac{3}{4} + \frac{3}{8} = \frac{9}{8}$$

بنابراین:

## گروه آموزشی ماز

۱۰۹- در مدرسه‌ای، کلاس A دو برابر کلاس B دانش‌آموز دارد. ۲۰ درصد دانش‌آموزان کلاس A و ۲۵ درصد دانش‌آموزان کلاس B معدل بالای ۱۸ دارند. اگر یک نفر از دانش‌آموزان این دو کلاس را انتخاب کنیم، با چه احتمالی معدل بالای ۱۸ دارد؟

$$\frac{1}{4} \text{ (۴)}$$

$$\frac{7}{30} \text{ (۳)}$$

$$\frac{13}{60} \text{ (۲)}$$

$$\frac{1}{5} \text{ (۱)}$$

نوبتی هم باشد، نوبت قانون احتمال کل است...

اگر فرض کنیم در حالت کلی  $A_1, A_2, \dots, A_n$  پیشامدهایی باشند که بر روی فضای نمونه‌ای  $S$  یک افراز تشکیل داده باشند و  $B$  یک پیشامد دلخواه باشد، رابطه زیر حاصل خواهد شد که به آن قانون احتمال کل می‌گوییم:

$$P(B) = \sum_{i=1}^n P(B \cap A_i) = \sum_{i=1}^n P(A_i)P(B|A_i)$$

پاسخ تشریحی:

چون کلاس  $A$  دو برابر کلاس  $B$  دانش‌آموز دارد، پس  $\frac{2}{3}$  دانش‌آموزان از کلاس  $A$  و  $\frac{1}{3}$  آن‌ها از کلاس  $B$  هستند. بنابراین احتمال اینکه دانش‌آموز انتخاب شده معدل بالای ۱۸ داشته باشد برابر است با:

$$\frac{2}{3} \times \frac{20}{100} + \frac{1}{3} \times \frac{25}{100} = \frac{13}{60}$$

گروه آموزشی ماز

۱۱۰- در ظرف  $A$  سه مهره قرمز و چهار مهره آبی وجود دارد و در ظرف  $B$  چهار مهره قرمز و دو مهره آبی وجود دارد. یک مهره از یکی از ظرف‌ها برمی‌داریم و در ظرف دیگر می‌اندازیم. سپس از ظرفی که مهره در آن انداخته‌ایم، یک مهره خارج می‌کنیم، چقدر احتمال دارد که این مهره آبی باشد؟

$$\frac{1069}{2352} \quad (4)$$

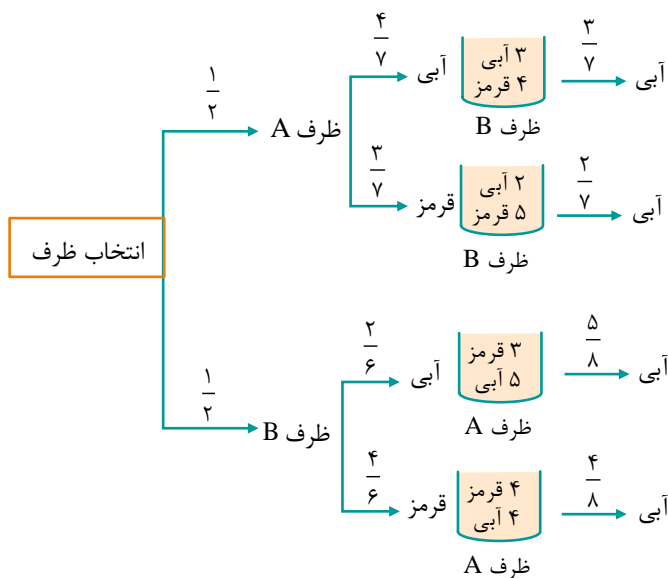
$$\frac{109}{224} \quad (3)$$

$$\frac{3}{8} \quad (2)$$

$$\frac{3}{7} \quad (1)$$

پاسخ تشریحی:

مطابق نمودار درختی پایین، احتمال آبی بودن مهره انتخاب شده برابر است با:



$$\begin{aligned} & \left( \frac{1}{2} \times \frac{4}{7} \times \frac{3}{7} \right) + \left( \frac{1}{2} \times \frac{3}{7} \times \frac{2}{7} \right) + \left( \frac{1}{2} \times \frac{2}{6} \times \frac{5}{8} \right) + \left( \frac{1}{2} \times \frac{4}{6} \times \frac{4}{8} \right) \\ &= \frac{6}{49} + \frac{3}{49} + \frac{5}{48} + \frac{1}{6} = \frac{1069}{2352} \end{aligned}$$

گروه آموزشی ماز





# آموزش کامل برنامه ریزی برای عید نوروز!

اگر کنکوری هستید که باید این بازه را جدی بگیرید و از آن بهترین استفاده را بکنید. حتی اگر کنکوری نیستید باید برای ایام عید برنامه ریزی کنید!

ایام عید بهترین فرصت جبران کم کاری های گذشته و قوی کردن خودتان است. در نتیجه لازم است برنامه ریزی درسی مجزایی ویژه ایام نوروز داشته باشید. هرآنچه برای برنامه ریزی عید نوروز لازم دارید را در ادامه برایتان توضیح می دهیم.

## برنامه ریزی برای عید را از چه زمانی آغاز کنیم؟

مدارس حدوداً یک هفته قبل از عید تعطیل می شوند و بازه نوروز را از ۲۵ اسفند ماه تا ۱۵ فروردین ماه در نظر بگیرید.



## فهرستی از کارهایی که لازم است در ایام نوروز انجام بدهید را دریاورید!

این فهرست به شما کمک می کند بدانید قرار است در بازه طلایی نوروز چه کارهایی را انجام بدهید.

اما این فهرست شامل چه مواردی می شود؟

- ✓ درس و مباحثی که در سال تحصیلی فرصت مطالعه آن را نکردید یا از بودجه بندی آزمون عقب ماندید
- ✓ مطالعه برای امتحانات نهایی ✓ مرور همراه با تست ✓ حل تست های جامع
- ✓ تست های هایلایت شده ✓ مرور خلاصه نویسی و نکات یادداشتی ...



## ساعت مطالعه مناسب در بازه ایام نوروز

داوطلبان کنکوری بهتر است بالای ۱۰ ساعت در روز مطالعه داشته باشند.

داوطلبان دهم و یازدهم بهتر است ساعت مطالعاتشان را بیشتر از ایام معمولی در نظر بگیرند.



## استراحت کنکوری ها در ایام نوروز



پیشنهاد تمام مشاوران به داوطلبان ۲ الی ۳ روز استراحت است. اما نه بصورت پشت سرهم! بهتر است استراحت هایتان با فاصله باشد. مثلاً روز اول فروردین که به دید و بازدید بزرگان فامیل می روید. در نهایت روز ۱۳ فروردین که ممکن است به تفریح دست جمعی به همراه خانواده بروید.

## برنامه ریزی درسی برای عید نوروز

با توجه به لیستی که تهیه کردید برنامه ریزی را شروع کنید. با انجام دادن لیست و تیک زدن کنار هر کدام به خودتان انگیزه بدهید. در برنامه ریزی درسیتان روزهایی را برای جبران در نظر بگیرید، تا اگر نتوانستید یک روز برنامه را اجرا کنید فرصت جبران آن را داشته باشید. یک برنامه قابل اجرا برای خودتان بنویسید نه ایده آل!

برنامه درسیتان به گونه ای باشد که تنوع دروس در آن رعایت شده باشد. زمان استراحت ها به اندازه معقول باشد. در این بازه فرصت دارید تا برای امتحانات نهایی نیز خودتان را آماده کنید. مطالعه برای امتحانات نهایی را در برنامه قرار دهید. برای دروس امتحان نهایی بهتر است از آزمون های سال های اخیر و شبه نهایی های برگزار شده در سال های قبل استفاده کنید. برای دروس کنکور بهترین کار مرور و حل تست است. بهترین منبع حل تست های آزمون های سال های قبل و آزمون های جامع ماز است. می توانید از طریق اپلیکیشن دیجی ماز از آن ها استفاده کنید.

اگر در آزمون دوپینگ ماز ویژه جمع بندی شرکت می کنید مطابق با برنامه پیش بروید. در روزهایی که فرصت بیشتری دارید کارهایی که می خواهید انجام بدهید را در برنامه قرار دهید.

در ادامه شرایط مناسب برای مطالعه خودتان را ایجاد کنید. با توجه به همزمان شدن ایام نوروز و ماه مبارک رمضان بسیاری از دید و بازدیدها کم می شود. اما اگر می بینید ممکن است در فضای خانه درگیر حواشی شوید و فضای مناسبی برای مطالعه ندارید. حتماً با مشورت خانواده در کمپ های مطالعاتی و کتابخانه ها ثبت نام کنید. تا بتوانید بهترین بهره را از این زمان ببرید.



# چرا مارکوپولو؟

- ✓ تنها کتاب موجود در ایران که شامل سوالات شبیه ساز نهایی و پیش بینی کنکور ۱۴۰۳ است.
- ✓ تنها کتاب موجود در ایران که تخمین رتبه شما را براساس کنکور و نمره نهایی انجام می دهد.
- ✓ تنها کتاب موجود در ایران که پاسخنامه فوق تشریحی به علاوه کادر آموزشی و جدول جمع بندی دارد.
- ✓ تنها کتاب موجود در ایران که شامل سوالات نهایی ۱۴۰۲ و راهنمای تصحیح مصححان آموزش و پرورش است.

**بیشترین کیفیت + مناسب ترین قیمت**



**برای اطلاعات بیشتر کلیک کنید**





# زمان برگزاری آزمون های ماز

## در سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳

پایه	برگزاری آزمون	آخرین مهلت ورود به آزمون	نوع آزمون	دانشگاه پاسخنامه	مشاهده کارنامه و اعلام نمرات برتر
دوازدهم	پنجشنبه ۰۷:۰۰ - ۱۷:۰۰	ساعت ۱۴:۳۰	۷:۰۰-۱۳:۰۰ الکترونیکی ۱۳:۰۰-۱۷:۰۰ الکترونیکی و دانلودی	ساعت ۱۷:۰۰	ساعت ۲۱:۰۰
یازدهم	پنجشنبه ۰۷:۰۰ - ۱۷:۰۰	ساعت ۱۴:۳۰	الکترونیکی	ساعت ۱۷:۰۰	ساعت ۲۱:۰۰
دهم	پنجشنبه ۰۷:۰۰ - ۱۷:۰۰	ساعت ۱۴:۳۰	الکترونیکی	ساعت ۱۷:۰۰	ساعت ۲۱:۰۰

نوع آزمون در هر پایه با توجه به اخبار اعلامی در مورد نوع کنکور در سال های ۱۴۰۳، ۱۴۰۴ و ۱۴۰۵ می باشد.

# چرا قرار از آزمون هام پاینه!

این سوال معمولاً بعد از مشاهده نتیجه آزمون به ذهن خیلی از بچه ها میاد! اما چرا این اتفاق رخ داده، چه کارهایی لازم هست انجام بدیم که بتونیم پیشرفت کنیم؟! در این مقاله می خواهیم عللی را که باعث می شوند دانش آموزان در آزمون ها پیشرفت نکنند را به شما آموزش بدهیم.

## ۱ روش صحیح مطالعه

گاهی اوقات شما روش صحیح مطالعه دروس را نمی دانید یا دروس محاسباتی را در زمان هایی قرار می دهید که ذهنتان خسته هست و کارایی بالایی ندارید. بهترین راه یادگیری شیوه صحیح مطالعه هر درس و داشتن یک برنامه ریزی درسی درست است. (در این راستا می توانید از دوره رایگان قطب نما در سایت ماز استفاده کنید.)

## ۲ فضای مطالعه

فضای مطالعاتی شما بسیار مهم است چون ارتباط مستقیمی با کیفیت مطالعتان دارد. دمای اتاق باید مطلوب باشد نه گرم که خوابتان بگیرد و نه سرد که تمرکزتان را بگیرد. از خانواده بخواهید فضای خانه را برایتان به نحوی در نظر بگیرند تا سروصدا به حداقل خود برسد. تلفن همراه و هر چیزی که باعث می شود حواستان پرت شود را باید خارج از فضای مطالعه قرار دهید.

## ۳ افزایش تسلط با تمرین زیاد

در ابتدا لازم است ساعت مطالعه تان را در سطح مطلوبی نگه دارید و به صورت نوسانی مطالعه نداشته باشید. برای افزایش تسلط روی مباحث آزمون لازم است تست های فراوانی را حل کنید. با حل تست های مختلف می توانید متوجه شوید که از نظر طراحان چه نکاتی مهم است و باید در حین مطالعه به چه نکاتی توجه کنید. از حل تست آزمون های سال های گذشته غافل نشوید. ماز برای شما دسترسی آزاد و رایگانی را قرار داده است که با نصب اپلیکیشن دیجی ماز می توانید آرشیو آزمون ها را دانلود و از آن استفاده کنید.

## ۴ منابع متناسب با سطح خودتان

بهترین منبع برای شما، منبعی است که بتوانید از پس سوالاتشان بر بیایید و اعتماد بنفستان را از دست ندهید. شما در مرحله اول بهتر است سوالات یک منبع را حل کنید تا سطح تسلطتان افزایش پیدا کند. در مرحله بعدی می توانید به سراغ تست هایی با سطح بالاتر بروید.

## ۵ استفاده از استراتژی های آزمون

بهتر است زمان حل تست ها در منزل مدیریت زمان را تمرین کنید. در ادامه بهتر است تکنیک های ضربدر و منها را نیز تمرین کنید. به کمک این روش ها می توانید سرعت پاسخگویی خودتان را بالا ببرید و فرصت کنید تست های بیشتری را پاسخ بدهید.

در نظر داشته باشید برای افزایش سرعت پاسخگویی به تست ها فقط این تکنیک ها کمک کننده نیست! این تکنیک ها به همراه حل تست های فراوان به شما کمک می کنند تا سرعت عملتان بالا رود.



# تکنیک‌ها و روش‌های آزمون دادن

آزمون دادن یکی از مهم‌ترین کارهایی است که دانش‌آموزان در سال کنکور انجام می‌دهند که بهتر است اصول درست آن را یاد بگیرند و به درستی پیاده کنند. به کمک **گام ۴** پیش‌رو می‌توانید از پس آزمون‌ها بهتر بر بیایید.

## گام اول : تقسیم زمان

زمان هر درس در ابتدای دفترچه نوشته شده است. شما لازم است آزمون را در ۸۰ درصد از زمان اعلامی تمام کنید.

## گام دوم : تست شناسی

شما ۸۰ درصد زمان را لازم دارید و در مواجهه با هر تست، یکی از ۵ حالت زیر اتفاق می‌افتد:

- ① تست را بلد هستید و می‌توانید در زمان مناسب حل کنید.
- ② تست را بلد هستید و زمان زیادی لازم است تا به جواب برسید.
- ③ در حل تست شک دارید، مبحث را فراموش کرده‌اید یا در رسیدن به جواب شک دارید.
- ④ مبحث آن را مطالعه کرده‌اید ولی نمی‌توانید تست را حل کنید.
- ⑤ آن مبحث را مطالعه نکرده‌اید.

## گام سوم : استفاده از اطلاعات

تست‌های دسته اول را به سرعت حل کنید.  
در دسته دوم و سوم کنار سوال علامت بزنید و اگر وقت اضاف آوردید به آن برگردید.  
سوالات دسته چهارم و پنجم را حل نکنید و به سرعت از آن‌ها رد شوید.

## گام چهارم : بازگشت

در ۸۰ درصد زمان سوالات را حل کنید. در ۲۰ درصد باقی مانده به سراغ سوالات دسته دوم و سوم بروید. در مدت زمانی که دارید هر تعداد از سوالات را که می‌توانید حل کنید.  
در بازگشت به تست‌های دسته دوم و سوم بهتر است ابتدا به سراغ درسی بروید که در آن تسلط بالاتری دارید.

با تمرین و تکرار این روش‌ها می‌توانید تست‌ها را به درستی شناسایی کنید و تمام سوالات ساده و متوسط را حل کنید.

