شبیه‌ساز کنکور (۲)

نام درس	دهم	یازدهم	دوازدهم	ترکیبی	آسان	متوسط	سخت
زیست شناسی	۷	۱۱	۱۶	۱۱	۳	۳۳	۹
فیزیک	۶	۹	۱۵	–	۴	۲۰	۶
شیمی	۷	۱۱	۱۲	۵	۶	۲۱	۸
ریاضی	۵	۱۰	۸	۷	۱	۱۴	۱۵
زمین شناسی	–	۱۵	–	–	۳	۸	۴

زیست‌شناسی

۱- گزینه ۲

دهمین سطح سازمان‌یابی حیات، زیست‌کره است که از کنار هم قرار گرفتن همهٔ زیست‌بوم‌ها تشکیل شده است. زیست‌بوم‌های مختلف از نظر اقلیم متفاوت هستند.

نکته هر زیست‌بوم از چند بوم‌سازگان تشکیل می‌شود که از نظر اقلیم مشابه هستند، اما زیست‌بوم‌های مختلف لزوماً اقلیم مشابه ندارند.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۱ سطح چهارم حیات، دستگاه هست، فرایندهایی مثل جهش، نوترکیبی و حتی پلی‌پلوییدی‌شدن حین تشکیل گامت‌ها می‌تواند منجر به گونه‌زایی شود که این فرایندها می‌توانند در دستگاه تولیدمثلی رخ دهند، پس در دستگاه امکان مشاهدهٔ چنین سازوکارهایی وجود دارد. ۳ در نهمین (نه هشتمین) سطح حیات، بوم‌سازگان‌هایی قرار می‌گیرند که از نظر اقلیم و پراکندگی جانداران مشابه‌اند. ۴ در هفتمین سطح حیات (اجتماع)، گونه‌های **مختلفی** وجود دارند؛ بنابراین لزوماً هر آمیزش بین دو فرد منجر به تولد فرزند زایا و زیستا (آمیزش موفق) نمی‌شود. اگر آمیزش بین گامت‌های طبیعی و سالم دو فرد از یک گونه رخ دهد، احتمال آمیزش موفق وجود دارد.

درس‌نامه سطوح سازمان‌یابی حیات:

۱ پایین‌ترین سطح سازمان‌یابی حیات: یاخته (همهٔ جانداران از یاخته تشکیل شده‌اند؛ پس این سطح در مورد همهٔ جانداران وجود دارد.) ۲ سطحی از حیات که از تعامل چند یاخته با هم ایجاد می‌شود؟ بافت (جانداران پریاخته‌ای می‌توانند بافت داشته باشند اما تک‌یاخته‌ای‌ها نه!) ۳ بزرگ‌ترین سطح سازمان‌یابی حیات: زیست‌کره ۴ سطحی از حیات که انواع آن توسط اقلیم‌های متفاوت از هم جدا می‌شوند؟ زیست‌بوم ۵ اولین سطحی از حیات که از تعامل افراد با هم ایجاد می‌شود؟ جمعیت (بعد از جمعیت، در همهٔ سطوح می‌توان تعامل افراد با هم را دید). ۶ پایین‌ترین سطح از حیات که در آن تأثیرات عوامل زنده و غیرزندهٔ محیط برهم در نظر گرفته می‌شود؟ بوم‌سازگان ۷ اولین سطحی از حیات که می‌تواند از افراد غیرهم‌گونه ایجاد شود؟ اجتماع ۸ سطحی که گسترهٔ حیات به آن ختم می‌شود؟ زیست‌کره ۹ هر سطحی از حیات که از تعامل جمعیت‌های گوناگون ساخته می‌شود؟ اجتماع، بوم‌سازگان، زیست‌بوم و زیست‌کره



۲- گزینه ۳

شفاف‌سازی در گونه‌زایی دگرمیهنی با ایجاد مانع جغرافیایی ابتدا شارش ژنی بین دو جمعیت متوقف می‌شود.

دقت داشته باشید که شارش ژنی با واردکردن افراد جدید به جمعیت مقصد، می‌تواند تفاوت‌های بین فردی در جمعیت مقصد را افزایش دهد.

نکته ۱ شارش ژنی هم می‌تواند موجب افزایش تفاوت بین دو جمعیت شود (در صورت شارش یک‌طرفه از جمعیت مبدأ به مقصد) و هم موجب کاهش تفاوت بین دو جمعیت (در صورت شارش دوطرفه و دوسویه) ۲ طی گونه‌زایی دگرمیهنی، شارش ژنی بین دو گروه جداشده از هم متوقف می‌شود، اما می‌تواند بین جمعیت‌های دیگر با این دو گروه جداشده رخ دهد؛ مثلاً فرض کنید A و B گروه‌های جداشده از هم باشند، بین این دو شارش ژنی رخ نمی‌دهد؛ اما مثلاً A با C و B با D می‌توانند شارش ژنی! داشته باشند.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۱ شارش ژنی با واردکردن دگره‌ها به جمعیت می‌تواند فراوانی نسبی یک نوع دگرهٔ خاص را در جمعیت مقصد افزایش دهد. ۲ شارش ژنی ممکن است با واردکردن افراد جدید به یک جمعیت، ژن‌ها و دگره‌های جدیدی را به جمعیت مقصد وارد نماید که نتیجهٔ آن می‌شود بر هم خوردن تعادل در جمعیت!

۴ شارش ژنی موجب می‌شود تا تعادل یک جمعیت برهم بخورد و فراوانی نسبی دگره‌ها یا ژن‌نمودها از نسلی به نسل دیگر تغییر نماید.

۳- گزینه ۳

یاخته‌های عصبی که در این انعکاس تحریک می‌شوند: نورون حسی که در اثر محرک تحریک می‌شود، هر دو نورون رابط که در اثر ناقل عصبی آزادشده از نورون حسی تحریک می‌شوند و نورون حرکتی مربوط به ماهیچهٔ دوسر بازو که در اثر نورون رابط تحریک می‌شود. نورون‌های رابط، از طریق پایانه آکسونی خود با دندریت نورون‌های حرکتی، سیناپس تشکیل می‌دهند. دقت کنید که نورون حرکتی مربوط به ماهیچهٔ دوسر بازو، با یاختهٔ ماهیچه‌ای (نه نورون دیگر) سیناپس تحریکی تشکیل می‌دهد.

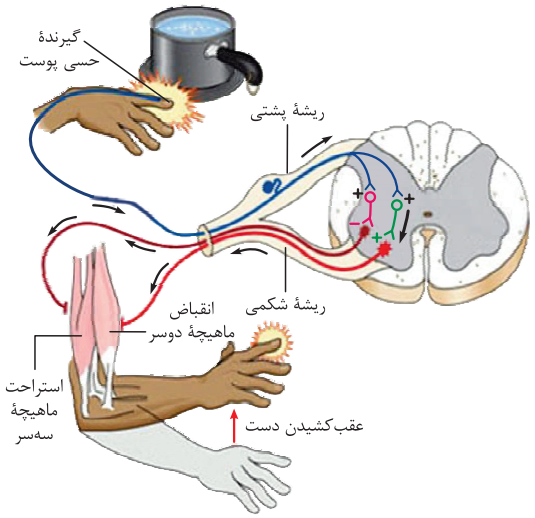
بررسی سایر گزینه‌ها: ۱ یاخته‌های عصبی که **ناقل عصبی تحریکی ترشح می‌کنند**: **نورون حسی ، یکی از نورون‌های رابط و نورون حرکتی مربوط به ماهیچهٔ دوسر بازو** هستند؛ همهٔ یاخته‌های هسته‌دار در بدن انسان، واجد ژن(های) سازنده میلین هستند.

نکته از آن‌جایی که همهٔ یاخته‌های بدن حاصل تقسیم میتوز یاختهٔ تخم هستند از نظر محتوای وراثتی مشابه هستند، تفاوت در بیان ژن‌هاست که سبب تمایز یاخته‌ها از هم می‌شود.

۲ یاخته‌های عصبی که در تشکیل عصب نخاعی نقش دارند: **نورون حسی ، نورون حرکتی مربوط به ماهیچهٔ دوسر بازو و نورون حرکتی مربوط به ماهیچهٔ سه‌سر بازو** هستند. نورون حسی، با نورون‌های رابط، سیناپس تحریکی دارد. بین یکی از نورون‌های رابط و نورون حرکتی مربوط به ماهیچهٔ دوسر بازو، سیناپس تحریکی برقرار است، ولی دقت کنید که سیناپس بین یکی از نورون‌های رابط و نورون حرکتی مربوط به ماهیچهٔ سه‌سر بازو، از نوع مهاری است.

نکته دقت کنید در سیناپس مهاری هم ناقل عصبی آزاد می‌شود و حتی پتانسیل الکتریکی یاخته پس‌سیناپسی هم تغییر می‌کند، اما پتانسیل عمل ایجاد نمی‌شود.

۴ همهٔ نورون‌های شرکت‌کننده در این انعکاس، درون مادهٔ خاکستری سیناپس تشکیل می‌دهند. آکسون در هر دو نورون حرکتی و آکسون و دندریت نورون حسی، می‌توانند دارای غلاف میلین و گره‌های رانویه باشند. نورون‌های رابط در این انعکاس، فاقد گره رانویه و غلاف میلین هستند؛ چراکه مادهٔ خاکستری شامل رشته‌های عصبی بدون میلین است.



۴- گزینه ۴

همهٔ موارد صحیح هستند. دلایل متعددی برای طراحی و تولید جانوران تراژنی وجود دارد، از جمله:

- مطالعهٔ عملکرد ژن‌های خاص در بدن مثل ژن‌های عوامل رشد و نقش آن‌ها در رشد بهتر دام‌ها (مورد الف)
- کاربرد آن‌ها به عنوان مدلی برای مطالعه بیماری‌های انسانی از قبیل انواع سرطان، آلزایمر و بیماری ام.اس (موارد ب و د)
- تولید پروتئین‌های انسانی یا داروهای خاص در بدن آن‌ها (مورد ج)

۵- گزینه ۲

شفاف‌سازی بیماری کم‌خونی داسی‌شکل، نوعی بیماری ژنتیکی با الگوی توارث مستقل از جنس نهفته است. الل عامل بیماری در افراد به شکل Hb^S و الل سالم به شکل Hb^A نشان داده می‌شود. با توجه به اطلاعات صورت سوال، به دلیل این‌که در این خانواده فرزند بیمار متولد شده است یعنی فرزندی که در سنین کم به علت این بیماری از دنیا رفته است (Hb^SHb^S)، بنابراین هر یک از والدین قطعن الل Hb^S را در ژنوتیپ خود دارد و از آن‌جایی که هر دو والد فنوتیپ سالم را بروز می‌دهند، بنابراین ژنوتیپ والدین هر دو Hb^AHb^S است.

گامت‌ها	Hb^A	Hb^S
Hb^A	(Hb^AHb^A) (فرزند کاملاً سالم و خالص) ـ در معرض خطر ابتلا به مالاریا	Hb^AHb^S (فرزند ناخالص) ـ مقاوم در برابر ابتلا به مالاریا
Hb^S	Hb^AHb^S (فرزند ناخالص) ـ مقاوم در برابر ابتلا به مالاریا	Hb^SHb^S (فرزند بیمار و خالص)

موارد (الف) و (د) به درستی بیان شده‌اند.

بررسی همه موارد: (الف) پدر و مادر به دلیل ژنوتیپ ناخالص خود، در برابر بیماری مالاریا مقاوم هستند. (ب) پدر و مادر **ژنوتیپ ناخالص** دارند، بنابراین **نمی‌توانند** در معرض خطر ابتلا به بیماری مالاریا (که مربوط به ژن‌نمود Hb^AHb^A است) باشند. (ج) تولد فرزندی با ژنوتیپ کاملاً سالم با توجه به مربع پانت، ممکن است، اما دقت کنید که پدر و مادر ژنوتیپ ناخالص دارند پس ژن‌نمود این پسر کاملاً شبیه ژن‌نمود پدرش نیست! (د) تولد فرزند بیمار با گویچه‌های قرمز داسی‌شکل (Hb^SHb^S) در این خانواده ممکن است و همان‌طور که مشخص است، ژنوتیپ فرزند بیمار با ژنوتیپ هر یک از والدین (Hb^AHb^S) متفاوت است.

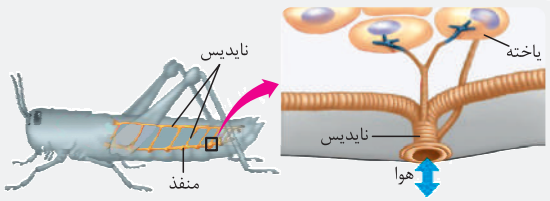
افراد Hb^AHb^A	افراد Hb^AHb^S	افراد Hb^SHb^S
این افراد فنوتیپ سالم دارند (دارای گویچه‌های قرمز کروی و مقعرالطرفین). خالص‌ها در هر شرایط محیطی و ناخالص‌ها در صورت وجود O_2 کافی در محیط!		بیمار هستند (دارای گویچه‌های قرمز داسی‌شکل)
انگل مالاریا می‌تواند وارد گویچه‌های قرمز آن‌ها شود.		
در برابر مالاریا مقاوم نیستند (بیمار می‌شوند).	نسبت به مالاریا مقاومت دارند (انگل وارد گویچه‌های قرمز می‌شود ولی بیمار نمی‌شوند).	—

گویچه‌های قرمز آن‌ها در O_2 کافی و O_2 ناکافی، شکل طبیعی دارد.	گویچه‌های قرمز آن‌ها فقط هنگامی داسی‌شکل می‌شود که اکسیژن محیط کم شود.	گویچه‌های قرمز آن‌ها، همواره داسی‌شکل است.
در مناطق مالاریاخیز، شانس زنده‌ماندن آن‌ها نسبت به سایر مناطق کم‌تر است.	در مناطق مالاریاخیز نسبت به غیرمالاریاخیز، از افراد Hb^AHb^A شانس بیشتری برای زنده‌ماندن دارند.	معمولاً در سنین پایین می‌میرند.

۶- گزینه ۱

شفاف‌سازی مورچه‌ها (نوعی حشره) بر روی درخت آکاسیا زندگی و از آن محافظت می‌کنند. حشرات تنفس نایدیسی دارند که از لوله‌های منشعب و مرتبط به هم تشکیل شده است. انشعابات انتهایی این لوله‌ها در مجاور یاخته‌های بدن قرار دارند و مایع درون آن‌ها تبادلات گازی را ممکن می‌سازد.

درس‌نامه ۱ قطر نایدیس‌ها با میزان انشعابات آن‌ها، رابطهٔ عکس دارد؛ یعنی هر چه‌قدر از بخش‌های ابتدایی به سمت انتهای نایدیس می‌رویم، قطر کاهش می‌یابد. ۲ جهت جریان هوا درون نایدیس‌ها دوطرفه است. ۳ از یک نایدیس می‌تواند انشعاباتی با قطر متفاوت جدا شود. این انشعابات می‌توانند به بخش‌های مختلف بدن بروند، گروهی از آن‌ها به سمت منافذ تنفسی دیگر می‌روند تا با انشعابات آن‌ها یکی شوند، گروهی هم می‌توانند بروند و انشعابات پایانی نایدیس‌ها را بسازند. ۴ در مجاورت یک یاخته، ممکن است بیش از یک انشعاب پایانی وجود داشته باشد.



بررسی سایر گزینه‌ها: ۲ در دستگاه عصبی حشرات، طویل‌ترین اعصاب جداشده از گره عصبی شکمی، مربوط به اعصابی است که به پاهای عقبی جانور ارسال می‌شوند که متأسفانه! از عقب‌ترین گره عصبی جدا نشده‌اند. ۳ با توجه به شکل ۱۲ فصل ۵ زیست دهم، یاخته‌های دیوارهٔ دو لولهٔ مالپیگی مختلف، می‌توانند در محل اتصال این لوله‌ها به رودهٔ جانور، به یکدیگر متصل باشند. ۴ طبق شکل دستگاه عصبی حشرات در فصل اول زیست‌شناسی (۲)، **هر** گره عصبی که به اندام‌های حرکتی عصب می‌فرستد، به اندام‌های داخلی نیز عصب ارسال می‌کند؛ البته توجه دارید که برعکس آن صادق نیست!

۷- گزینه ۳

شفاف‌سازی منظور صورت سؤال جانورانی مانند برخی بی‌مهرگان نفریدی‌دار، ماهیان آب شور (به واسطهٔ داشتن آبشش و غدد راست روده‌ای)، برخی پرندگان و خزندگان (به واسطهٔ داشتن غدد نمکی) است.

۱ برای برخی بی‌مهرگان نفریدی‌دار، ۲ برای پرندگان و خزندگان که اسکلت درونی دارند و ۴ برای ماهی‌ها صادق است. حشرات با کمک چشم مرکب می‌توانند از محیط تصویر موزاییکی ایجاد کنند. حشرات لوله‌های مالپیگی دارند که دفع مواد زائد نیتروژن‌دار را هم انجام می‌دهد.

۸- گزینه ۲

موارد سوم و چهارم نادرست هستند.

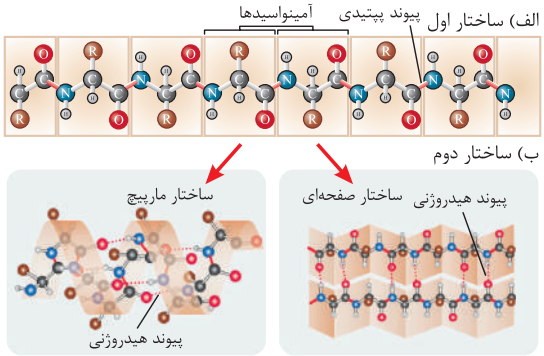
بررسی همه موارد: مورد اول: به شکل نگاه کنید!

مورد دوم: با توجه به شکل، پیوندهای هیدروژنی در ساختار دوم می‌تواند بین برخی اتم‌های گروه کربوکسیل و آمین تشکیل شود و به ازای تعداد آمینواسید یکسان، تعداد این پیوندها در ساختار مارپیچی بیشتر خواهد بود.

نکته تشکیل پیوند پپتیدی بین برخی اتم‌های گروه آمین و کربوکسیل دو آمینواسید رخ می‌دهد (بین N گروه آمین و C گروه کربوکسیل)، پیوند هیدروژنی نیز می‌تواند بین برخی اتم‌های دیگر این دو گروه رخ دهد (بین O و H). دقت کنید که امکان تشکیل پیوند هیدروژنی حین تشکیل ساختار سوم پروتئین‌ها نیز وجود دارد.

مورد سوم: با توجه به شکل می‌توان گفت، در ساختار مارپیچی امکان تشکیل پیوندهای هیدروژنی بین آمینواسیدهای نزدیک هم وجود دارد.

مورد چهارم: ساختارهای صفحه‌ای و مارپیچ متعلق به سطح ساختاری دوم هستند که تشکیل این سطح وابسته به تشکیل پیوندهای هیدروژنی است. هنگام تشکیل سطح سوم ساختاری در پروتئین‌ها، گروه‌های R برخی آمینواسیدها به یکدیگر نزدیک و برخی دیگر از هم دور می‌شوند. تشکیل پیوندهای یونی هم در سطح ساختاری سوم رخ می‌دهد.



۹- گزینه ۳

تنها مورد «ج» به نادرستی بیان شده است.

بررسی همه موارد: (الف) گروهی از ماهیچه‌های اسکلتی بدن مانند بندارهٔ خارجی راست‌روده به استخوان اتصالی ندارند! بنابراین انقباض این ماهیچه‌ها سبب جابه‌جایی استخوان‌ها نمی‌شوند.
(ب) ممکن است انرژی مورد نیاز یاخته‌های ماهیچه‌ای از مصرف کراتین فسفات تأمین شده باشد (نه لزوماً از تنفس یاخته‌ای).

نکته ATP مورد نیاز برای انقباض ماهیچه‌ها از روش‌های مختلفی تأمین می‌شود؛ مثلاً ۱ سوختن گلوکز یا همان تنفس یاخته‌ای هوازی ۲ مصرف اسیدهای چرب ۳ استفاده از کراتین فسفات برای بازتولید سریع ATP و ۴ تخمیر لاکتیکی که در شرایط کمبود O_2، ATP لازم برای فعالیت ماهیچه را تأمین می‌کند.

(ج) فراوان‌ترین پروتئین انقباضی در سارکومرها، اکتین‌ها هستند. در زمان انقباض ماهیچه‌ها همان‌طور که در شکل کتاب درسی مشخص است، سرهای **میوزین** شکل ظاهری خود را تغییر می‌دهند و موجب تشکیل پل‌های اتصالی بین اکتین و میوزین می‌شوند. اکتین، سر ندارد.
(د) به منظور وقوع انقباض، لازم است تا پیش از تشکیل پل‌های اتصالی بین پروتئین‌های انقباضی اکتین و میوزین، کلسیم از شبکهٔ آندوپلاسمی به مادهٔ زمینهٔ سیتوپلاسم آزاد شده باشد. این آزادشدن از طریق انتشار تسهیل‌شده رخ می‌دهد، پس طی آن، با واردشدن کلسیم به مادهٔ زمینهٔ سیتوپلاسم، اختلاف شیب غلظت بین شبکه آندوپلاسمی و مادهٔ زمینهٔ سیتوپلاسم کاهش می‌یابد.

نکته آن‌چه حین انقباض ماهیچه رخ می‌دهد: اتصال ناقل عصبی تحریکی به گیرندهٔ خود در غشای یاخته‌ای ماهیچه‌ای ← ایجاد موج تحریکی در طول غشای این یاخته‌ها ← آزادشدن کلسیم از شبکهٔ آندوپلاسمی ← اتصال سرهای میوزین به اکتین ← لغزیدن اکتین و میوزین در کنار هم با مصرف انرژی ATP (جداشدن پل‌های اتصالی و تشکیل دوبارهٔ آن‌ها و ایجاد حرکتی شبیه پاروزدن) ← کشیده‌شدن خطوط Z به سمت هم ← کاهش طول سارکومر و در نتیجه کاهش طول ماهیچه.

۱۰- گزینه ۱

شفاف‌سازی برای صفت رنگ گلبرگ گیاه میمونی، دو الل R و W در گیاه و سه رنگ سفید، صورتی و قرمز مورد انتظار است، از آن‌جایی که رنگ صورتی حاصل رابطهٔ بارزیت ناقص بین دو الل R و W است، بنابراین می‌توان گفت بیشترین تفاوت رنگ گلبرگ بین گلبرگ‌های سفید و قرمز دیده می‌شود.

با توجه به توضیحات می‌توان گفت، منظور صورت سؤال می‌تواند دو حالت زیر باشد:
حالت (۱): RR (گیاه نر) و WW (گیاه ماده)
حالت (۲): WW (گیاه نر) و RR (گیاه ماده)
با فرض حالت (۱)، ژن‌نمود (ژنوتیپ) یاختهٔ سازندهٔ دانهٔ گردهٔ نارس، RR است و درون‌دانه(آندوسپرم) حاصل ژنوتیپ RWW دارد.
با فرض حالت (۲)، ژن‌نمود (ژنوتیپ) یاختهٔ سازندهٔ دانهٔ گردهٔ نارس، WW است و درون‌دانه(آندوسپرم) حاصل ژنوتیپ RRW دارد.

۱۱- گزینه ۳

طبق شکل کتاب درسی اجتماع جسم یاخته‌ای (بخشی متورم) نورون‌های سازنده عصب شنوایی **درون بخش استخوانی حلزون** قرار گرفته است. در صورتی که این اجتماع در خصوص بخش دهلیزی، خارج از مجاری نیم‌دایره‌ای است.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۱ در بخش دهلیزی گوش داخلی سه مجرای نیم‌دایره‌ای شکل عمود برهم (در سه جهت فضا) وجود دارد که یاخته‌های مژک‌دار حس تعادل درون آن‌ها قرار گرفته‌اند. دقت کنید با توجه به شکل کتاب، یک انتهای هر مجرای نیم‌دایره‌ای، برجسته (برآمده) شده که حاوی گیرنده‌های مژکدار تعادلی است. ۲ اگر به شکل کتاب درسی دقت کنید، بخش حلزونی گوش از تعدادی لولهٔ پیچ‌خورده که کنارهم قرار گرفته‌اند تشکیل شده است، این مجاری حول یک محور فرضی حدود ۲/۵ الی ۳ دور پیچ خورده‌اند. ۴ با توجه به شکل کتاب درسی، دستهٔ آکسون‌های خارج‌شده از بخش دهلیزی (تعادلی) پیش از تشکیل عصب تعادلی ـ شنوایی، در سطح بالاتری از دستهٔ آکسون‌های خارج‌شده از بخش حلزونی، قرار گرفته‌اند.

درس‌نامه مقایسهٔ بخش‌های حلزونی و دهلیزی در گوش:

	حلزونی	دهلیزی
در کدام بخش گوش	درونی	درونی
کدام گیرندهٔ حسی را دارد؟	شنوایی	تعادلی
درون خود مایع دارد.	✓	✓
گیرندهٔ مژک‌دار دارد.	✓	✓
بخش‌هایی از مغز که پیام تولیدی آن‌ها را دریافت می‌کنند.	قشر مخ ـ مغز میانی	قشر مخ ـ مخچه ـ مغز میانی
محرک گیرنده‌های آن	امواج صوتی	حرکت‌دادن سر

۱۲- گزینه ۲

کلسی‌تونین بر استخوان اثرگذار است. هورمون‌های بخش مرکزی فوق کلیه اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین هستند. هیچ یک از این هورمون‌ها مستقیماً بر استخوان اثر ندارند.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۱ هورمون پاراتیروئیدی و هورمون رشد مترشحه از هیپوفیز پیشین، هر دو می‌توانند بر استخوان اثر بگذارند. ۳ پروژسترون بر دیوارهٔ داخلی رحم (مؤثر در افزایش ضخامت آن) و اکسی‌توسین مترشحه از بخش پسین هیپوفیز بر انقباضات رحم (حین زایمان) اثر دارند. ۴ هورمون مهارکننده از هیپوتالاموس ترشح می‌شود و بر هیپوفیز پیشین اثر دارد. طبق شکل ۱۲ فصل ۷ زیست یازدهم، هورمون‌های جنسی زنانه مثل استروژن برای تنظیم بازخوردی، می‌توانند بر روی هیپوتالاموس و هیپوفیز اثر بگذارند.

۱۳- گزینه ۴

شفاف‌سازی دیوارهٔ قلب از ۳ لایهٔ درون‌شامه، ماهیچهٔ قلب و برون‌شامه تشکیل می‌شود. لایهٔ میانی قلب از یاخته‌های ماهیچه‌ای و بافت پیوندی متراکم تشکیل شده است. صفحات بینابینی بین یاخته‌های ماهیچه‌ای این لایه وجود دارد. گروهی از یاخته‌های ماهیچه‌ای قلبی، دو هسته و گروهی دیگر یک هسته دارند.

نکته وجود صفحات بینابینی باعث انتشار سریع پیام انقباض یا استراحت بین یاخته‌های ماهیچه‌ای قلبی می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۱ بافت پوششی درون شامه در تشکیل دریچه‌های قلبی شرکت می‌کند، ضمناً رشته‌های کلاژن بافت پیوندی متراکمی که در لایهٔ میانی وجود دارند به استحکام این دریچه‌ها کمک می‌کنند. همهٔ یاخته‌های بافت پوششی و همهٔ یاخته‌های لایهٔ میانی واجد توانایی تولید مولکول‌های پروتئینی هستند. مثلاً رشته‌های کلاژن در بافت پیوندی متراکم لایه میانی، رشته‌های اکتین و میوزین توسط یاخته‌های ماهیچه‌ای و رشته‌های پروتئینی غشای پایه توسط بافت پوششی درون‌شامه! ۲ منظور از یاخته‌هایی با توانایی تحریک خودبه‌خودی، یاخته‌های مربوط به شبکهٔ هادی قلب است که به لایهٔ ماهیچه‌ای تعلق دارند. در این لایه، علاوه بر بافت ماهیچه‌ای قلب، می‌توان بافت پیوندی متراکم را نیز مشاهده نمود. براساس متن کتاب درسی در فصل اول دهم، می‌دانیم که بافت پیوندی متراکم واجد رشته‌های کلاژن فراوان، یاخته و مادهٔ زمینه‌ای اندک است. ۳ یاخته‌های بافت پوششی سنگفرشی، پهن و دارای فاصلهٔ بین یاخته‌ای اندکی هستند، همچنین بر روی ساختار غشای پایه حضور دارند. در درون‌شامه، برون‌شامه و پیراشامه می‌توان این بافت پوششی را مشاهده نمود. درون‌شامه در تماس با خون قرار دارد که نوعی مایع است. از طرفی، برون‌شامه و پیراشامه نیز با نوعی مایع در تماس هستند که علاوه بر حفاظت از قلب به حرکت روان آن نیز کمک می‌کند.

نکته بیرونی‌ترین لایهٔ قلب برون‌شامه (نه پیراشامه) است. این لایه روی خود برمی‌گردد و پیراشامه را می‌سازد؛ پس برون‌شامه و پیراشامه دو لایهٔ مجزا از ساختار بافتی قلب نیستند.

ساختار بافتی قلب	چه بافت‌هایی دارد؟	ویژگی
لایهٔ بیرونی (برون‌شامه)	بافت پوششی سنگفرشی بافت پیوندی متراکم	برون‌شامه روی خود برمی‌گردد و پیراشامه را به وجود می‌آورد. بین برون‌شامه و پیراشامه، فضایی وجود دارد که با مایع پر شده است. این مایع ضمن محافظت از قلب، به حرکت روان آن کمک می‌کند.
لایهٔ میانی (ماهیچهٔ قلب)	بافت ماهیچهٔ قلبی (بیشترین بافت این لایه) بافت پیوندی متراکم[1]	ضخیم‌ترین لایهٔ قلب است. بسیاری از یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی به رشته‌های کلاژن بافت پیوندی اتصال دارند. بافت پیوندی موجود در این لایه در استحکام دریچه‌های قلبی نقش دارد. یاخته‌های این لایه توسط سرخرگ‌های کرونری خونرسانی می‌شوند.
لایهٔ درونی (درون‌شامه)	یک لایهٔ نازک بافت پوششی	دریچه‌های قلبی حاصل چین‌خوردگی بافت پوششی این لایه هستند.

۱۴- گزینه ۴

شفاف‌سازی اکسین‌ها و جیبرلین‌ها می‌توانند باعث درشت‌شدن میوه‌ها شوند.

هورمون اکسین در فرایند چیرگی رأسی می‌تواند تولید هورمون اتیلن را در جوانه‌های جانبی ساقه تحریک کند. دقت کنید که هورمون آبسیزیک اسید (نه اکسین) مانع رویش دانه و جوانه‌ها در شرایط نامساعد محیط می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۱) اکسین‌ها می‌توانند برای ساخت سموم کشاورزی استفاده شوند؛ چراکه می‌توانند گیاهان دولپه را از بین ببرند. اکسین‌ها نسبت به سایر تنظیم‌کننده‌ها، زودتر شناخته شدند. ۲) در نور یک جانبه، به علت تجمع اکسین در سمت سایه در بخش نزدیک به نوک ساقه، رشد طولی یاخته‌ها در این سمت بیشتر از سمت رو به نور است، در نتیجه دانه‌رُست به سمت نور خم می‌شود (نورگرایی). اکسین **ریشه‌زایی** را تحریک می‌کند؛ بنابراین، برای تکثیر رویشی گیاهان با استفاده از قلمه به کار می‌رود. ۳) رویان غلات در هنگام رویش دانه، مقدار فراوانی جیبرلین می‌سازند. جیبرلین‌ها در افزایش طول ساقه از طریق تحریکِ رشد طولی یاخته و تقسیم آن، رشد میوه و رویش دانه‌ها نقش دارند.

نکته دقت کنید هورمون‌هایی مثل جیبرلین و اکسین که از طریق تحریک رشد طولی یاخته‌ها در طویل‌شدن ساقه نقش دارند، می‌توانند سبب تحریک تقسیم یاخته‌ای هم شوند مثلاً اکسین وقتی ریشه‌زایی را تحریک می‌کند یا جیبرلین وقتی رویش دانه را تحریک می‌کند.

ویژگی	هورمون مربوطه	ویژگی	هورمون مربوطه
رشد طولی (افزایش اندازه) یاخته	اکسین + جیبرلین	باعث بسته‌شدن روزنه‌های هوایی گیاه می‌شود.	آبسیزیک اسید
باعث تحریک ریشه‌زایی می‌شود.	اکسین	سبب رسیدن میوه می‌شود.	اتیلن
موجب تحریک ساقه‌زایی می‌شود.	سیتوکینین	در درشت‌کردن میوه نقش دارد.	اکسین + جیبرلین
در کشاورزی به عنوان سم استفاده می‌شود.	اکسین(ها)	از رشد جوانه و دانه جلوگیری می‌کند.	آبسیزیک اسید + اکسین و اتیلن (در چیرگی رأسی مانع رشد جوانه‌های جانبی می‌شوند.)
از سوخت‌های فسیلی نیز رها می‌شود.	اتیلن	باعث تحریک جوانه‌زنی دانه می‌شود.	جیبرلین

۱- البته یاخته‌های بافت عصبی و پوششی (در رگ‌های خونی) نیز در این لایه دیده می‌شود.

ویژگی	هورمون مربوطه	ویژگی	هورمون مربوطه
علاوه بر یاخته‌های گیاهی در قارچ هم تولید می‌شود.	جیبرلین	در قلمه‌زدن استفاده می‌شود.	اکسین
باعث تأخیر در پیرشدن اندام‌های هوایی گیاه می‌شود.	سیتوکینین	در تولید میوه‌های بدون دانه کاربرد دارد.	اکسین + جیبرلین
عامل چیرگی رأسی است.	اکسین + اتیلن	در شرایطی باعث القای مرگ یاخته‌ای می‌شود.	سالیسیلیک اسید
در ریزش برگ و میوه نقش دارد.	اتیلن	باعث تولید آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ دیوارهٔ یاخته‌ای می‌شود.	اتیلن + جیبرلین
از یاخته‌های آسیب‌دیده تولید می‌شود.	اتیلن + سالیسیلیک اسید (آلودگی‌های ویروسی)	در کنترل تولید پروتئین‌ها نقش دارد.	همهٔ هورمون‌ها
از جوانهٔ رأسی به جوانهٔ جانبی می‌رود.	اکسین	در خارجی‌ترین لایهٔ درون‌دانه گیرنده دارد.	جیبرلین

۱۵- گزینه ۴

شفاف‌سازی ماهی‌ها و نوزاد دوزیستان تنفس آبششی دارند. در این جانوران ساختار آبشش به گونه‌ای است که تبادل گازها از آن بسیار کارآمد است.

در ماهی‌های ساکن آب شور ، برخی یون‌ها توسط کلیه به صورت ادرار غلیظ و برخی از طریق یاخته‌های آبشش دفع می‌شوند. دقت کنید در ماهیان غضروفی ساکن آب شور، غدد راست‌روده‌ای نیز در دفع یون‌ها نقش دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۱) طبق شکل کتاب درسی در فصل ۳ زیست‌شناسی (۱)، صحیح است. ۲) در مهره‌داران طناب عصبی پشتی است و بخش جلویی آن برجسته شده و مغز را تشکیل می‌دهد. طناب عصبی درون سوراخ مهره‌ها و مغز درون جمجمه جای گرفته است. در ماهیان غضروفی اسکلت درونی از جنس غضروف است. در نوزاد دوزیستان و ماهیان استخوانی، محافظت از دستگاه عصبی مرکزی، بر عهدهٔ اسکلت استخوانی بدن است که غضروف هم دارد.

نکته اسکلت در همهٔ مهره‌داران درونی است. در اسکلت بعضی از آن‌ها فقط غضروف ولی در اسکلت بعضی دیگر علاوه بر غضروف، استخوان نیز وجود دارد.

۳) نوزاد دوزیستان توانایی گامت‌زایی و ایجاد تخمک یا اسپرم را ندارد. بنابراین فقط ماهی‌های ماده می‌توانند تخمک ایجاد کنند. دوزیستان و بسیاری از ماهیان لقاح خارجی دارند و دیوارهٔ چسبناک و ژله‌ای تخمک آن‌ها به‌عنوان غذای اولیه مورد استفادهٔ جنین قرار می‌گیرد.

۱۶- گزینه ۱

در دستگاه گوارش، علاوه بر معده و رودهٔ باریک (دوازدهه) که هورمون‌های گاسترین و سکرتین را به خون ترشح می‌کنند، لوزالمعده و کبد نیز هورمون (به ترتیب هورمون‌های انسولین و گلوکاگون و اریتروپویتین) ترشح می‌کنند. بندارهٔ انتهایی معده و رودهٔ باریک، هر دو در سمت راست بدن قرار می‌گیرند. اما این مورد دربارهٔ پانکراس و کبد صادق نمی‌باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۲) بی‌کربنات موجود در رودهٔ باریک انسان به وسیلهٔ صفرا (که توسط کبد ساخته می‌شود)، شیرهٔ پانکراس و نیز توسط خود رودهٔ باریک (یاخته‌های پوششی دیواره آن) تأمین می‌شود؛ پانکراس از طریق ساخت آنزیم لیپاز، کبد از طریق ساخت صفرا و رودهٔ باریک هم از طریق ساخت آنزیم و هم با ایجاد حرکات مخلوط‌کننده، در گوارش چربی‌ها نقش دارند.

نکته صفرا آنزیم ندارد، اما ترکیبات آن می‌توانند در ریزکردن چربی‌ها (گوارش مکانیکی آن‌ها) نقش داشته باشند. صفرا و حرکات رودهٔ باریک موجب افزایش تماس آنزیم‌های لوزالمعده با محتویات رودهٔ باریک و در نتیجه تسهیل گوارش شیمیایی آن‌ها می‌شوند.

۳) کیسهٔ صفرا و معده دارای ساختار کیسه‌ای(شکل) هستند. صفرا فاقد آنزیم است. معده نیز پروتئاز پپسین دارد که پروتئین‌ها را به مولکول‌های کوچک‌تر تجزیه می‌کند. ۴) در دهان، معده، رودهٔ باریک و رودهٔ بزرگ، جذب مواد انجام می‌شود (در رودهٔ بزرگ جذب آب و یون‌ها را داریم). از میان این اندام‌ها، ساخت و ترشح هورمون بر عهدهٔ معده و رودهٔ باریک (به ترتیب گاسترین و سکرتین) است.

نکته همهٔ مواد برای این‌که جذب شوند نیاز به گوارش شیمیایی ندارند؛ مثلاً مونوساکاریدها (اگر در رژیم غذایی ما باشند) بدون گوارش‌یافتن جذب می‌شوند و یا حتی ویتامین‌ها و داروها. پس امکان جذب مواد قبل از پایان گوارش شیمیایی غذا، وجود دارد.

۱۷- گزینه ۴

شفاف‌سازی پژوهشگران از رفتار نقش‌پذیری برای حفظ گونه‌های جانوری استفاده می‌کنند. فقط مورد «ج» درست است.

بررسی همه موارد: (الف) نقش‌پذیری در دورهٔ مشخصی از زندگی جانور انجام می‌شود. علاوه بر این رفتار، رفتارهای دیگری هم هستند که در دورهٔ مشخصی انجام می‌شوند مثلاً رفتار غریزی مراقبت مادری در موش مادر، فقط در دورهٔ مشخصی از زندگی آن (پس از تولد نوزادان و به منظور مراقبت از آن‌ها) صورت می‌گیرد. (ب) محرک شرطی در شرطی‌شدن کلاسیک دیده می‌شود و در شرطی‌شدن فعال همانند نقش‌پذیری، محرک شرطی و غیرشرطی وجود ندارد. (ج) طبق متن کتاب نقش‌پذیری بر بقای نوزادان جانوران نقش مهمی دارد، چراکه جانوران به واسطهٔ آن، رفتارهای اساسی مثل غذایابی را از والد(ین) خود یاد می‌گیرند. دگرخواهی نیز بر بقای جانور بروزدهنده اثر دارد، حالا این اثر می‌تواند منفی (مثل دگرخواهی در دم‌عصایی) یا مثبت (مانند پرندگان یاریگر) باشد.

نکته دقت کنید در همهٔ انواع دگرخواهی جانور به دلیل هزینه و زمانی که برای بقا و تولیدمثل سایر افراد می‌گذارد، احتمال بقا و تولیدمثل خود را کاهش می‌دهد حتی در دگرخواهی در پرندگان یاریگر که رفتاری به نفع خود فرد است، چراکه برای مراقبت از زاده‌های دیگری ممکن است جان خودش به خطر بیفتد، اما خب در این حالت چون رفتارهای زادآوری را می‌آموزد رفتاری به نفع خود فرد است.

(د) طبق متن کتاب، بررسی نقش سازگارکنندگی رفتارها مربوط به پرسش‌های «چرایی» است و لذا با بررسی دیدگاه انتخاب طبیعی توسط رفتارشناسان بررسی و توضیح داده می‌شود. رفتارشناسان برای پاسخ به پرسش‌های «چگونگی» رفتارها، فرایندهای ژنی، رشد و نمو و عملکرد بدن جانور را بررسی می‌کنند.

۱۸- گزینه ۳

بخش‌های ۱ تا ۳ به ترتیب آوند چوبی نخستین، آوند آبکش نخستین و کامبیوم آوندساز هستند. آوندهای چوب، شیرهٔ خام را در گیاهان از سمت ریشه به سمت برگ (از پایین به بالا) به صورت یک‌طرفه جابه‌جا می‌کنند. آوندهای چوب مرده‌اند و خودشان برای جابه جایی شیرهٔ خام انرژی مصرف نمی‌کنند. حرکت شیرهٔ پرورده در آوندهای آبکش در همهٔ جهات صورت می‌گیرد. یاخته‌های آوند آبکش زنده‌اند و برای فعالیت‌های خود انرژی مصرف می‌کنند.

نکته مکش تعرقی و فشار ریشه‌ای با همکاری نیروهای هم‌چسبی و دگرچسبی در جابه‌جایی شیرهٔ خام در گیاه نقش دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۱) کامبیوم آوندساز، آوندهای چوبِ پسین را به سمت داخل خود و آوندهای آبکش پسین را به سمت بیرون خود تولید می‌کند. مقدار بافت آوند چوبی‌ای که این مریستم می‌سازد، به مراتب بیشتر از بافت آوند آبکشی است. بنابراین در آینده فاصلهٔ آوند چوب نخستین تا کامبیوم نسبت به فاصلهٔ آوند آبکش نخستین تا کامبیوم، بیشتر می‌شود. ۲) آوندهای چوب، یاخته‌های مرده‌اند بنابراین نمی‌توانند انرژی موجود در مادهٔ مغذی را آزاد کنند. ۴) یاخته‌های آوند چوب و آوند آبکش نخستین، از رشد و تمایز مریستم‌های نخستین که یاخته‌هایی با هستهٔ درشت و فاصلهٔ بین یاخته‌ای اندکی هستند، ایجاد می‌شوند. دقت کنید که مریستم‌های پسین نیز خود از رشد و تمایز یاخته‌هایی از مریستم‌های نخستین ایجاد می‌شوند.

۱۹- گزینه ۱

گیاهان C_4 و CAM در هنگام تثبیت اولیه کربن دی‌اکسید، از طریق ترکیب کربن دی‌اکسید با ترکیبی سه‌کربنی، نوعی اسید چهارکربنی را در درون یاخته‌های میانبرگ خود می‌سازند. در همهٔ گیاهان فتوسنتزکننده، تولید نوری مولکول‌های ATP و فعالیت روبیسکو طی چرخهٔ کالوین همگی بخشی از مراحل فتوسنتز هستند. دقت کنید که این فرایندها، همواره در طی روز رخ می‌دهند و مراحل آن شامل واکنش‌های تیلاکوئیدی (تولید نوری ATP) و واکنش‌های تثبیت کربن است که هم‌زمان با هم (طی روز) اتفاق می‌افتند.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۲) در گیاهان CAM آنزیم تثبیت‌کنندهٔ CO_2 که آن را با مولکولی سه‌کربنی ترکیب می‌کند به هنگام شب فعالیت می‌کند، در این گیاهان آنزیم روبیسکو با فعالیت کربوکسیلازی خود، CO_2 آزادشده از اسید چهارکربنی را، طی روز و در حضور نور، وارد چرخهٔ کالوین می‌کند. فعالیت این آنزیم در همهٔ گیاهان فتوسنتزکننده در طول روز صورت می‌گیرد. در گیاهان CAM و C_3 آنزیم روبیسکو در یاخته‌های میانبرگ و در گیاهان C_4، آنزیم روبیسکو در یاختهٔ غلاف آوندی فعالیت می‌کند. ۳) گیاهان C_4 و CAM سازوکارهایی برای مقابله با تنفس نوری دارند، در گیاهان C_4، تثبیت اولیهٔ کربن (ترکیب CO_2 با مولکولی سه‌کربنی) فقط در زمان بازبودن روزنه‌های هوایی صورت می‌گیرد. چرخهٔ کالوین نیز در این گیاهان می‌تواند هم‌زمان با بسته‌بودن روزنه‌ها (در دمای بالا و نور زیاد) و یا باز بودن آن‌ها صورت بگیرد. در گیاهان CAM، تثبیت اولیه در شب، وقتی که روزنه‌های هوایی باز هستند رخ می‌دهد و چرخهٔ کالوین طی روز و در زمان بسته‌بودن روزنه‌های هوایی! ۴) در گیاهان C_3 و CAM، تثبیت نهایی کربن طی چرخهٔ کالوین و درون یاخته‌های میانبرگ اتفاق می‌افتد. در گیاهان C_3، فتوسنتز در دمای بالا و شدت زیاد نور متوقف می‌شود. گیاهان CAM به دلیل سازگاری که پیدا کرده‌اند در دمای بالا و شدت زیاد نور همچنان می‌توانند به فتوسنتز ادامه دهند.

نوع گیاه!	گیاه C_3	گیاه C_4	گیاه CAM
مثال	اکثر گیاهان، شامل گیاهان دولپه‌ای مثل گل رُز	گیاهان تک‌لپه‌ای مثل ذرت	آناناس، بعضی کاکتوس‌ها
مراحل تثبیت کربن	فقط چرخهٔ کالوین	۱) ترکیب CO_2 جو با اسید سه‌کربنی ۲) چرخهٔ کالوین	۱) ترکیب CO_2 جو با اسید سه‌کربنی ۲) چرخهٔ کالوین
تثبیت دومرحله‌ای کربن	×	✓	✓
تثبیت CO_2 جو	در همهٔ یاخته‌های فتوسنتزکننده	در یاخته‌های میانبرگ و توسط آنزیمی غیر از روبیسکو	در یاخته‌های میانبرگ و در شب[1]
تولید اسید ۴کربنی در فتوسنتز	×	✓ هنگام تثبیت CO_2 جو	✓ هنگام تثبیت CO_2 جو
مرحلهٔ دوم تثبیت کربن	×	✓ چرخهٔ کالوین در یاخته‌های غلاف آوندی	✓ چرخهٔ کالوین در یاخته‌های میانبرگ
محل فعالیت روبیسکو در برگ	کلروپلاست یاخته‌های میانبرگ (فتوسنتزکننده)	کلروپلاست یاخته‌های غلاف آوندی	کلروپلاست یاخته‌های میانبرگ
تنفس نوری	✓ (در دمای بالا و شدت زیاد نور)	به ندرت	—
زمان تثبیت کربن	فقط در طول روز	فقط در طول روز	تثبیت اول: در شب تثبیت دوم: در روز
زمان بازبودن روزنه‌های هوایی	روز	روز[2]	شب

۲۰- گزینه ۳

موارد دوم، سوم و چهارم عبارت را به طور مناسب تکمیل می‌کنند. در گیاهان، سه نوع سامانهٔ بافتی پوششی، زمینه‌ای و آوندی دیده می‌شود.

بررسی همه موارد: **مورد اول: یاخته‌های فیبر و اسکلرئید (بافت اسکلرانشیمی) در سامانهٔ زمینه‌ای و آوندهای چوبی در سامانهٔ آوندی، پروتوپلاست خود را از دست می‌دهند،** یاخته‌های بافت زمینه‌ای برخلاف آوندی می‌توانند، فضای بین روپوست و بافت آوندی را پُر کنند.

مورد دوم: سطح خارجی **یاخته‌های بافت پوششی در بخش‌های جوان گیاه یا همان روپوست با پوستک** (ترکیب لیپیدی) پوشانده شده است. یکی از وظایف پوستک کاهش تبخیر آب از گیاه است.

مورد سوم: بافت پارانشیمی در فتوسنتز و ذخیره مواد نقش اصلی را ایفا می‌کند، بافت پارانشیمی در سامانه بافتی زمینه‌ای و آوندی حضور دارد. یاخته‌های پارانشیمی دیوارهٔ نخستین نازک و چوبی‌نشده دارند.

مورد چهارم: یاخته‌های نگهبان روزنه (در سامانه بافتی پوششی) و یاخته‌های میانبرگ (در سامانه بافتی زمینه‌ای) به کمک انرژی نور، ترکیبات آلی می‌سازند (توانایی فتوسنتز دارند). یاخته‌های نگهبان روزنه که نوعی یاختهٔ پوششی تمایزیافته هستند، در اندام‌های هوایی مثل برگ، روزنه‌های هوایی را پدید می‌آورند که توسط عملکرد یاخته‌های نگهبان روزنه باز و بسته می‌شود. این روزنه‌ها می‌توانند در انتشار بخار آب به محیط اطراف نقش داشته باشند (با بازبودن یا بسته‌بودن).

۱- در گیاهان C_4 و CAM یاخته‌های نگهبان‌روزنه همانند گیاهان C_3 قابلیت تثبیت CO_2 را دارند.
۲- در گیاهان C_3، C_4 و CAM در دمای بالا و نور شدید در روز، روزنه‌های هوایی بسته هستند.

یاخته‌های میانبرگ نیز در برگ، با انتشار آب خود به فضای بینِ یاخته‌ای می‌توانند بر مقدار بخار آب واردشده به محیط اطراف برگ، تأثیرگذار باشند.

نام یاخته	پارانشیم	کلانشیم	فیبر	اسکلرئید
دیوارهٔ نخستین	نازک و منعطف	ضخیم و منعطف	دارد.	دارد.
دیوارهٔ پسین	ندارد.	ندارد.	دارد.	دارد.
ویژگی دیواره	نازک	ضخیم	ضخیم و چوبی	ضخیم و چوبی
لیگنین در دیواره	ندارد.	ندارد.	دارد.	دارد.
شکل یاخته	معمولاً کوتاه و چندوجهی	دراز و کشیده	دراز و کشیده	کوتاه
وجود لان	دارد. (زیاد)	دارد.	دارد.	دارد.
وجودپلاسمودسم	دارد.	دارد.	ندارد.[1]	ندارد.
در حالت بلوغ	زنده	زنده	مرده	مرده
مانع از رشد بافت	نمی‌شود.	نمی‌شود.	می‌شود.	می‌شود.
قدرت تقسیم	دارد.	—	ندارد.	ندارد.
نقش	فتوسنتز،ذخیرهٔ مواد، بازسازی زخم	استحکام و انعطاف‌پذیری	استحکام	استحکام
مکان	پوست ساقه و ریشه، در میانبرگ برگ‌ها و در بافت آوندی	معمولاً در زیر روپوست	در بافت آوندی و در بافت زمینه‌ای	در برخی میوه‌ها مثل گلابی

۲۱- گزینه ۴

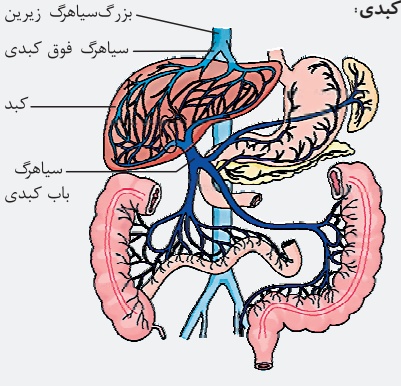
موارد (ج) و (د) به درستی بیان شده‌اند.

بررسی همه موارد: (الف) طبق شکل ۱۵ در فصل گوارش، سیاهرگ باب در مجاورت دوازدهه قرار دارد، اما دقت کنید که سیاهرگ باب، فقط بخشی از مواد جذب‌شده از رودهٔ باریک را مستقیماً به کبد می‌برد؛ چراکه مواد حاصل از گوارش لیپیدها و حتی ویتامین‌های محلول در چربی از طریق لنف جابه‌جا می‌شوند.

نکته همهٔ موادی که در دستگاه گوارش جذب می‌شوند وارد سیاهرگ باب نمی‌شوند مثلاً موادی که در دهان جذب شده‌اند و یا موادی که به مویرگ‌های لنفی جذب می‌شوند. البته دقت کنید که جریان لنف در نهایت به خون وارد می‌شود و مواد جذب‌شده از این طریق به کبد می‌آیند و در آن ذخیره می‌شوند مثلاً تحت عنوان لیپوپروتئین‌ها!

(ب) دوازدهه در مجاورت معده و لوزالمعده قرار دارد. سیاهرگ لوزالمعده با یک سیاهرگ خروجی از معده یکی می‌شود و با توجه به شکل ۱۵ کتاب درسی در فصل ۲ زیست دهم، سیاهرگی از معده که نسبت به دیگری بالاتر قرار گرفته است، با سیاهرگ خروجی از طحال ادغام می‌شود. (ج) دوازدهه در مجاورت لوزالمعده است. لوزالمعده بخش برون‌ریزی دارد که آنزیم‌های گوارشی و بی‌کربنات می‌سازد. این ترکیبات از طریق دو مجرا از لوزالمعده به دوازدهه وارد می‌شوند. (د) حرکات کرمی علاوه بر نقش به جلو راندن محتویات، نقش مخلوط‌کنندگی نیز دارند؛ به‌ویژه زمانی که با یک بندارهٔ بسته برخورد می‌کنند. مثلاً زمانی که محتویات معده با پیلور بسته برخورد می‌کنند. پیلور بندارهٔ بین معده و رودهٔ باریک است. در این حالت حرکات کرمی فقط می‌توانند محتویات لوله را مخلوط کنند.

درس‌نامه سیاهرگ باب و فوق کبدی:



۱ خون برخی بخش‌های لولهٔ گوارش می‌تواند مسیر زیر را طی کند تا به قلب برسد: انشعاب سیاهرگی جداشده از هر بخش ← سیاهرگ باب ← شبکهٔ مویرگی کبد ← سیاهرگ فوق کبدی ← بزرگ‌سیاهرگ زیرین ← قلب

۲ دو انشعاب سیاهرگی، خون تیرهٔ معده را از آن خارج می‌کنند، یکی از این انشعاب‌ها خون تیرهٔ طحال را نیز با خود خواهد داشت و انشعاب دیگر خون تیرهٔ لوزالمعده را. ۳ سیاهرگ باب بعد از ورود به کبد منشعب می‌شود و شبکهٔ مویرگی درون کبد را می‌سازد. سیاهرگ فوق کبدی هم در خارج از کبد (بالای آن) ایجاد می‌شود. ۴ طحال، بیشتر بخش‌های معده و لوزالمعده همانند کولون پایین‌رو در سمت چپ بدن قرار دارند. ۵ بخش اعظم کبد همانند کولون بالارو و آپاندیس در سمت راست بدن قرار دارد.

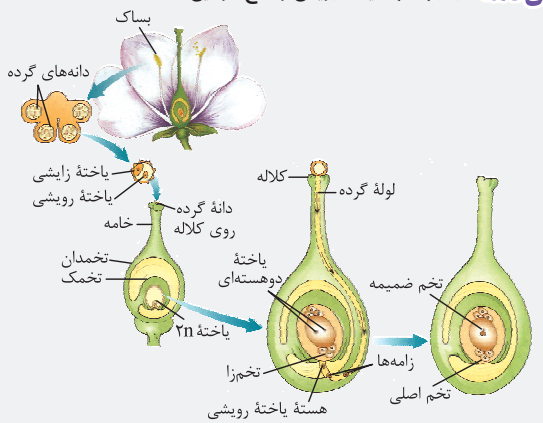
۲۲- گزینه ۱

شفاف‌سازی یک گل کامل هم بخش تولیدمثلی نر را دارد و هم ماده را؛ پس یاخته‌های هاپلوئیدی که در آن دیده می‌شوند شامل یاختهٔ رویشی، یاختهٔ زایشی، گامت‌های نر و یاخته‌های کیسهٔ رویانی از جمله تخم‌زا هستند.

کیسهٔ رویانی و یاخته‌هایش در تخمدان، یاختهٔ رویشی و زایشی در بخش‌هایی مانند کلاله و خامه و گامت‌های نر نیز در خامه و تخمدان قابل مشاهده هستند؛ پس همگی در بخشی از مادگی می‌توانند مشاهده شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۲ گامت‌های نر، تخم‌زا و یاختهٔ دوهسته‌ای در لقاح شرکت می‌کنند. ۳ مثلاً یاختهٔ زایشی، پیش از رسیدن به تخمدان (بخش متورم گل) تکامل و تمایز خود را آغاز می‌کند. دانهٔ گردهٔ رسیده (یاختهٔ زایشی و رویشی دارد) در بخش نر گیاه ایجاد می‌شود. ۴ مثلاً گامت‌های نر، خودشان دیگر تقسیم نمی‌شوند، پس صفحهٔ یاخته‌ای هم نمی‌سازند یا مثلاً یاختهٔ رویشی که رشد می‌کند از طریق بزرگ‌شدن اندازهٔ خود رشد می‌کند نه تقسیم‌شدن، پس این هم صفحهٔ یاخته‌ای نمی‌سازد.

درس‌نامه در ارتباط با کیسهٔ رویانی و لقاح دوتایی:



۱ از ادغام یاختهٔ دوهسته‌ای و یکی از اسپرم‌ها، یاختهٔ تخم ضمیمه حاصل می‌شود که با تقسیمات متوالی خود، درون‌دانه (آندوسپرم) را ایجاد می‌کند. ۲ از ادغام یاختهٔ تخم‌زا و یکی از اسپرم‌ها، یاختهٔ تخم اصلی ایجاد می‌شود که با تقسیمات متوالی خود رویان را می‌سازد.

۳ یاختهٔ دوهسته‌ای در کیسهٔ رویانی بزرگ‌ترین پروتوپلاست را داشته و در تماس با همهٔ یاخته‌های تک‌هسته‌ای کیسهٔ رویانی (چه تخم‌زا و چه بقیه!) قرار دارد. ۴ یاختهٔ تخم‌زا نسبت به سایر یاخته‌های تک‌هسته‌ای کیسهٔ رویانی فاصلهٔ کم‌تری از منفذ تخمک دارد.

۵ توجه داشته باشید در زمان لقاح دوتایی، ابتدا لقاح اسپرم و یاختهٔ تخم‌زا صورت می‌گیرد و سپس لقاح یاختهٔ دوهسته‌ای با یاختهٔ اسپرم دیگر! به عبارتی تشکیل یاختهٔ تخم اصلی نسبت به یاختهٔ تخم ضمیمه مقدم است. ۶ همهٔ یاخته‌های شرکت‌کننده در لقاح دوتایی (اسپرم‌ها، یاختهٔ دوهسته‌ای و تخم‌زا) در داخلی‌ترین حلقهٔ گل ایجاد می‌شوند. اسپرم‌ها از تقسیم یاختهٔ زایشی در لولهٔ گرده ایجاد می‌شوند. ۷ اسپرم‌های نهان‌دانگان تاژک یا زائدهٔ سیتوپلاسمی ندارند! و توانایی شناکردن برای رسیدن به یاختهٔ هدف خود را ندارند! بنابراین استفاده از این عبارات برای اسپرم‌های نهان‌دانگان بسی نادرست! ۸ همان‌طور که در شکل کتاب درسی مشخص است، پس از لقاح یاختهٔ دوهسته‌ای و تخم‌زا با اسپرم‌ها، لولهٔ گرده به طور کامل از بین می‌رود. ۹ دانهٔ گردهٔ رسیده بر روی کلاله قرار می‌گیرد نه اسپرم! اسپرم پس از پذیرفته‌شدن دانهٔ گردهٔ رسیده توسط کلاله و از تقسیم یاختهٔ زایشی در لولهٔ گرده حاصل می‌شود. ۱۰ در ارتباط با تقسیم یاخته‌های تخم اصلی و ضمیمه می‌توان گفت، تقسیم سیتوپلاسم (نه هسته!!) یاختهٔ تخم اصلی به صورت نابرابر انجام می‌شود. هم‌چنین تخم ضمیمه می‌تواند تقسیم کامل (تقسیم هسته و سیتوپلاسم) انجام دهد و یا می‌تواند بدون تقسیم سیتوپلاسم، فقط هستهٔ خود را تقسیم کند.

۱- چوبی‌شدن سبب مرگ پروتوپلاست می‌شود. پلاسمودسم‌ها هم کانال‌های سیتوپلاسمی هستند. پس یاخته‌های فیبر و اسکلرئید بعد از چوبی‌شدن دیواره‌شان، فاقد پلاسمودسم هستند.

۲۳- گزینه ۱

شفاف‌سازی دو بیماری مطرح‌شده در فصل سوم زیست‌شناسی (۳)، هموفیلی (وابسته به جنس یا X نهفته) و فنیل کتونوری (مستقل از جنس نهفته) هستند. طبق فرض سؤال، دو حالت برای فنوتیپ کلی والدین ممکن است وجود داشته باشد:

۱ مادر سالم (X^HX^HFF) یا (X^HX^HFf) یا (X^HX^hFF) یا (X^HX^hFf) و پدر بیمار (X^hYff)

۲ مادر بیمار (X^hX^hff) و پدر سالم (X^HYFF) یا (X^HyFf).

در هر دو حالت، حداقل یک دگرهٔ F و حداقل یک دگرهٔ X^H به فرزند دختر منتقل می‌گردد؛ بنابراین دختر خانواده در همهٔ حالات سالم خواهد بود.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۲ و ۴ در صورتی که مادر مبتلا به هموفیلی باشد، قطعاً فرزندان پسر وی نیز مبتلا خواهند بود، لذا اصلاً امکان تولد پسر سالم در این خانواده وجود نخواهد داشت. ۳ با توجه به این‌که یکی از والدین بیمار است، در بعضی از حالات دختر نمی‌تواند در دو بیماری ذکرشده خالص باشد.

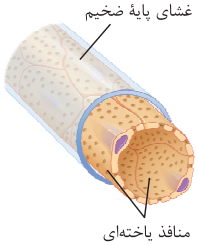
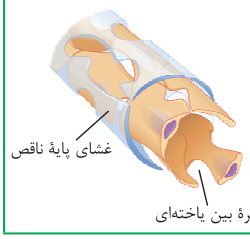
۲۴- گزینه ۴

مویرگ‌های منفذدار، واجد منافذ فراوانی در غشای یاخته‌های پوششی خود هستند. گویچه‌های قرمز فراوان‌ترین یاخته‌های خونی هستند که در کبد و طحال تخریب می‌شوند؛ آهن حاصل از این تخریب می‌تواند در کبد ذخیره شود. کبد مویرگ‌های ناپیوسته دارد نه منفذدار.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۱ در مویرگ پیوسته، یاخته‌های بافت پوششی با همدیگر ارتباط تنگاتنگی دارند. این مویرگ‌ها در دستگاه عصبی مرکزی دیده می‌شوند. طی تنفس (دم)، ماهیچهٔ دیافراگم منقبض می‌شود. مراکز تنظیم‌کنندهٔ تنفس، پل مغزی و بصل‌النخاع هستند که در دستگاه عصبی مرکزی حضور دارند. ۲ مویرگ ناپیوسته دارای حفره‌هایی در دیوارهٔ خود است و در کبد دیده می‌شود. کبد می‌تواند تولید و آزادسازی انواعی از لیپوپروتئین‌ها (LDL و HDL) به جریان خون را داشته باشد.

نکته مولکول‌های حاصل از گوارش لیپیدها، پس از جذب وارد مویرگ‌های لنفی شده و از طریق جریان لنف به خون می‌ریزند. این مولکول‌ها در کبد یا بافت چربی ذخیره می‌شوند. کبد می‌تواند این لیپیدها را با پروتئین‌ها ترکیب کند و لیپوپروتئین بسازد که امکان ورود این ترکیبات به جریان خون وجود دارد.

۳ مویرگ‌های منفذدار که با غشای پایهٔ ضخیم مشخص شده، در کلیه‌ها مشاهده می‌شوند. کلیه می‌تواند پیک دوربرد اریتروپویتین تولید کند. این پیک می‌تواند بر یاخته‌های بنیادی مغز استخوان اثر بگذارد و تولید گویچه‌های خونی را تنظیم کند.

نوع مویرگ	برخی از محل‌های قرارگیری آن‌ها	ویژگی	شکل
پیوسته	دستگاه عصبی مرکزی	◇ ارتباط تنگاتنگ یاخته‌های بافت پوششی با هم ◇ تنظیم شدید ورود و خروج مواد	
منفذدار	کلیه	◇ منافذ یاخته‌ای زیاد (در غشای یاخته‌های پوششی) ◇ غشای پایهٔ ضخیم برای جلوگیری از خروج درشت‌مولکول‌هامانند پروتئین‌ها	
ناپیوسته	جگر (کبد)	◇ حفرهٔ بین یاخته‌ای ◇ غشای پایهٔ ناقص	

۲۵- گزینه ۲

کربن مونواکسید مانند گاز اکسیژن و کربن دی‌اکسید می‌تواند به هموگلوبین متصل شود با این تفاوت که وقتی متصل شد، به آسانی جدا نمی‌شود. محل اتصال این مولکول به هموگلوبین، همان محل اتصال اکسیژن است؛ بنابراین کربن مونواکسید با اتصال به هموگلوبین، مانع پیوستن اکسیژن می‌شود و در نتیجه غلظت اکسیژن آزاد در خون افزایش می‌یابد.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۱ آنزیم کربنیک‌انیدراز در حمل کربن دی‌اکسید نقش دارد. زمانی فعالیت این آنزیم کاهش می‌یابد که تولید کربن دی‌اکسید کاهش پیدا کند. با کاهش ظرفیت حمل اکسیژن در خون، تولید کربن دی‌اکسید توسط یاخته‌ها هم کم می‌شود ولی دقت داشته باشید که در سؤال موردی را می‌خواهد که قبل از سایرین رخ دهد. ۳ کربن مونواکسید در جلوگیری از اتصال کربن دی‌اکسید به هموگلوبین نقش ندارد و حتی باعث کاهش تولید آن در یاخته‌ها هم می‌شود. ۴ کربن مونواکسید می‌تواند واکنش نهایی مربوط به انتقال الکترون‌ها به اکسیژن را مهار کند و در نتیجه باعث توقف زنجیرهٔ انتقال الکترون شود. ولی دقت داشته باشید این زمانی است که این گاز از طریق خون به یاخته‌ها برسد و قطعاً بعد از مورد مطرح‌شده در ۲ رخ می‌دهد.

۲۶- گزینه ۳

استخوان کتف با استخوان‌های بازو و ترقوه، مفصل متحرک دارد. استخوان بازو و ترقوه، هر دو نوعی استخوان **دراز** و متعلق به اسکلت **جانبی‌اند**.

نکته مفصل بین ترقوه و جناغ و همین‌طور مفصل بین نیم‌لگن و ران، محل اتصال اسکلت جانبی و محوری است.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۱ استخوان جناغ، نوعی استخوان **پهن** و متعلق به اسکلت **محوری** است، **این استخوان با گروهی از استخوان‌های دنده و استخوان ترقوه مفصل متحرک دارد.** استخوان ترقوه نوعی استخوان دراز است و به اسکلت جانبی تعلق دارد. دقت کنید که استخوان‌های دنده، نوعی استخوان پهن (نه دراز) محسوب می‌شوند. ۲ استخوان بازو، نوعی استخوان **دراز** و متعلق به اسکلت **جانبی** است. این استخوان با استخوان کتف و استخوان‌های زند زیرین و زبرین، مفصل متحرک دارد. استخوان کتف، نوعی استخوان پهن و متعلق به اسکلت **جانبی (نه محوری) است** و استخوان‌های زند زیرین و زبرین، استخوان‌های دراز به شمار می‌روند. ۴ در انسان، ۷ مهرهٔ گردنی، ۱۲ مهرهٔ سینه‌ای، ۵ مهرهٔ کمری، ۵ مهرهٔ خاجی و ۳ـ۴ مهرهٔ دنبالچه‌ای دیده می‌شود. مهرهٔ اول با استخوان جمجمه و مهرهٔ دوم، مفصل تشکیل می‌دهد. استخوان جمجمه نوعی استخوان پهن است و به اسکلت محوری تعلق دارد، مهرهٔ دوم نیز، استخوان نامنظم در اسکلت محوری است، از مهرهٔ ۲ تا مهرهٔ ماقبل آخر، هر مهره در انسان، با مهرهٔ بالاتر و پایین‌تر خود مفصل می‌دهد، بنابراین با استخوان‌های متعلق به اسکلت محوری و نامنظم، مفصل دارد. دلیل رد این گزینه، آخرین مهره است، که تنها با یکی از استخوان‌های مهره مفصل دارد (نه دو استخوان).

۲۷- گزینه ۳

در تنظیم مثبت رونویسی، ابتدا مالتوز به پروتئین فعال‌کننده متصل می‌شود و سپس کل این مجموعه به رنابسپاراز کمک می‌کند تا به راه‌انداز متصل گردد. در تنظیم منفی، رنابسپاراز می‌تواند خودش به تنهایی، راه‌انداز را شناسایی کند.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۱ در تنظیم منفی رونویسی، اتصال یا عدم اتصال آنزیم رنابسپاراز به توالی راه‌انداز، ارتباطی با اتصال یا عدم اتصال پروتئین مهارکننده به اپراتور ندارد. اپراتور (بخشی از دنا) و مهارکننده، هر دو دارای پیوندهای هیدروژنی در ساختار خود هستند. در تنظیم مثبت هم اتصال فعال‌کننده به رنابسپاراز به آنزیم کمک می‌کند تا به راه‌انداز متصل شود. ۲ دقت کنید در هر دو تنظیم منفی و مثبت رونویسی، لاکتوز و مالتوز، هیچ‌کدام به مولکول دنا متصل نمی‌شوند.

نکته در تنظیم مثبت و منفی رونویسی، قندهای مالتوز و لاکتوز، هر دو عامل تنظیم‌کننده هستند و پروتئین‌های مهارکننده و فعال‌کننده هم، پروتئین‌های تنظیمی. توالی‌های اپراتور، راه‌انداز و جایگاه اتصال فعال‌کننده هم، توالی‌های تنظیمی در دنا هستند.

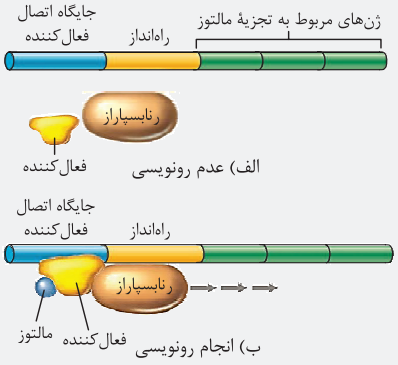
۴ پروتئین فعال‌کننده، آنزیم نیست و جایگاه فعال هم ندارد.

نکته **تنظیم مثبت رونویسی ژن‌های مؤثر در تجزیهٔ مالتوز:**

۱ توالی از دنا که فعال‌کننده به آن متصل می‌شود نوعی توالی تنظیمی است که قبل از راه‌انداز قرار دارد.

۲ در صورت وجود مالتوز، مالتوز به فعال‌کننده متصل می‌شود و پس از اتصال به جایگاه خود در دنا به رنابسپاراز کمک می‌کند به راه‌انداز متصل شود.

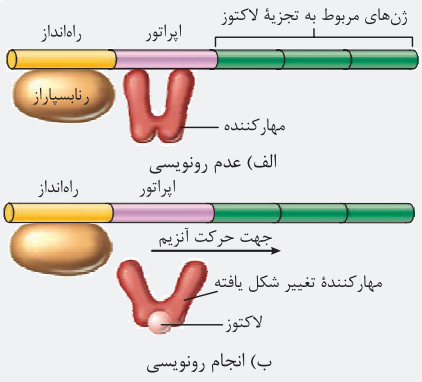
۳ بخشی از فعال‌کننده که به مالتوز متصل می‌شود متفاوت از بخشی است که رنابسپاراز به آن متصل می‌شود. ۴ با اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز، امکان رونویسی از ژن‌های مربوطه فراهم می‌شود.



نکته **تنظیم منفی رونویسی ژن‌های مؤثر در تجزیهٔ لاکتوز:**

۱ اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز ارتباطی به اتصال یا عدم اتصال مهارکننده به اپراتور ندارد.

۲ در صورت وجود لاکتوز و اتصال آن به مهارکننده، این پروتئین تغییر شکل می‌دهد و شرایط برای حرکت رنابسپاراز بر روی دنا فراهم می‌شود. ۳ لاکتوز به بخشی از مهارکننده متصل است که به دنا متصل نمی‌شود. با اتصال لاکتوز به مهارکننده، این پروتئین تغییر شکل می‌دهد و از دنا جدا می‌شود. ۴ بین مهارکننده و رنابسپاراز، اتصال فیزیکی وجود ندارد. ۵ راه‌انداز، به طور مستقیم به ژن‌های مؤثر در تجزیهٔ لاکتوز متصل نیست، بلکه بین آن‌ها اپراتور وجود دارد.



۲۸- گزینه ۲

زنبق گیاه علفی مطرح‌شده در کتاب درسی است که چندساله است و از طریق ریزوم (ساقهٔ زیرزمینی) می‌تواند تکثیر رویشی انجام دهد. زنبق نوعی گیاه تک‌لپه است و برگ‌های سوزنی‌شکل دارد؛ در نتیجه سؤال در خصوص گیاهان تک‌لپه است! در گیاهان تک‌لپه در لایهٔ درون‌پوست دو نوع یاخته وجود دارد: یاخته‌های نعلی‌شکل که فراوان‌ترند و در دیواره‌های جانبی و پشتی خود نوار کاسپاری دارند و یاخته‌های معبر که فراوانی کم‌تری دارند و فاقد نوار کاسپاری در دیوارهٔ خود است. در نتیجه از طریق این یاخته‌ها هر سه مسیر عرض غشایی، سیمپلاستی و آپوپلاستی عبور می‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۱ گیاهان C_4 که عموماً تک‌لپه هستند، در یاخته‌های میانبرگ خود آنزیم تثبیت‌کنندهٔ کربن دارند که تمایلی به اکسیژن ندارد. ۳ گیاهان تک‌لپه ریشهٔ افشان دارند. ۴ اسپرم‌ها در گیاهان بعد از گرده‌افشانی شکل می‌گیرد. تخم ضمیمه از لقاح اسپرم و یاختهٔ دوهسته‌ای شکل می‌گیرد. دقت کنید که یاختهٔ دوهسته‌ای، یاختهٔ جنسی نیست!

۲۹- گزینه ۲

با توجه به ژنوتیپ والدین، زادهٔ حاصل از آمیزش ذکرشده، می‌تواند حداقل ۲ (AaBbcc) و حداکثر ۵ (AABBCc) الل بارز داشته باشد؛ بنابراین ذرتی با ۱ الل بارز (ذرت ۲)، یک الل بارز دارد) را نمی‌توان از نظر فنوتیپی با هیچ‌یک از زاده‌های مذکور در یک دسته قرار داد.

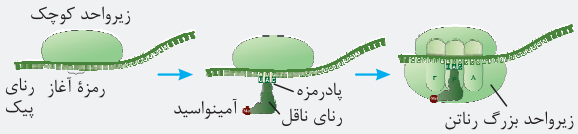
۳۰- گزینه ۱

تنها مورد «الف» مناسب است.

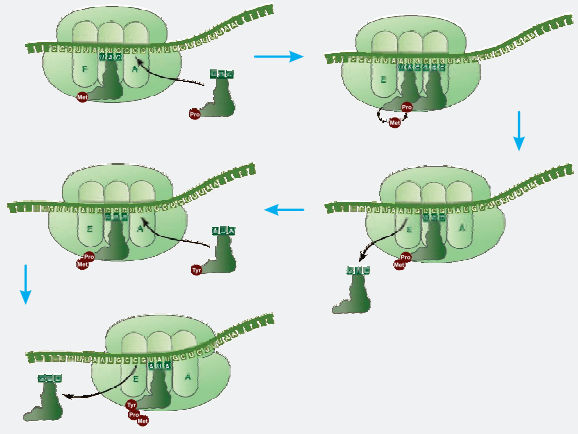
شفاف‌سازی پیش‌انسولین یک توالی آمینواسیدی است که از سه زیرواحد A، B و C تشکیل شده است. از آن‌جا که انتهای آمینی و کربوکسیلی این مولکول به ترتیب مربوط به زنجیرهٔ B و A است، طی ترجمه، ابتدا زنجیرهٔ B، سپس زنجیرهٔ C و در نهایت زنجیرهٔ A تشکیل می‌گردد.

بررسی همه موارد: (الف) ساختار رناتن، پس از اتصال نخستین رنای ناقل حامل آمینواسید به کدون آغاز رنای پیک، تکمیل می‌شود. این مجموعه در این حالت در جایگاه P رناتن قرار می‌گیرد. از آن‌جایی که ابتدا زنجیرهٔ B ساخته می‌شود، پس این آمینواسید اولین آمینواسید زنجیرهٔ در حال ساخت خواهد بود! (ب) پس از اتصال اولین آمینواسید زیرواحد C به آخرین آمینواسید زنجیرهٔ B، ابتدا رناتن یک **جابه‌جایی** روی رنای پیک انجام می‌دهد و سپس رنای ناقل مربوط به آخرین آمینواسید زنجیرهٔ B (که آمینواسید خود را به رشتهٔ در حال ساخت اضافه کرده است) به جایگاه E منتقل می‌شود تا رناتن را ترک کند. (ج) با آخرین جابه‌جایی رناتن روی رنای پیک، رنای ناقل متصل به توالی آمینواسیدی تکمیل‌شده، به جایگاه P وارد می‌شود؛ پس از این رویداد، طبق شکل کتاب درسی، ابتدا رنای ناقل موجود در جایگاه E از این بخش خارج می‌شود و سپس عامل آزادکننده وارد جایگاه A می‌گردد. (د) زمانی که رنای ناقل مربوط به آخرین آمینواسید زیرواحد C در جایگاه E قرار دارد، رنای ناقل مربوط به اولین آمینواسید زنجیرهٔ A در جایگاه P قرار دارد و جایگاه A رناتن برای ورود رنای ناقل حامل دومین آمینواسید زنجیرهٔ A خالی است.

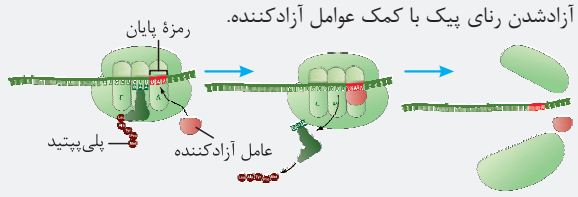
درس‌نامه **اتفاقاتی که در هر مرحله رخ می‌دهد:** **آغاز:** هدایت‌شدن زیرواحد **کوچک** رناتن به سوی رمزهٔ **آغاز** توسط بخش‌هایی از رنای پیک ← اتصال رنای ناقلی که مکمل رمزهٔ آغاز است به آن ← اضافه‌شدن زیرواحد بزرگ رناتن به این مجموعه ← کامل‌شدن ساختار رناتن.



طویل‌شدن: ورود رناهای ناقل مختلف به جایگاه A ← در صورت مکمل‌بودن با رمزهٔ جایگاه A، مستقر و در غیر این صورت از این جایگاه خارج می‌شود ← جداشدن آمینواسید جایگاه P از رنای ناقل خود ← ایجاد پیوندی پپتیدی بین این آمینواسید با آمینواسید جایگاه A ← حرکت رناتن به اندازهٔ یک رمزه به سوی رمزهٔ پایان ← خالی‌شدن جایگاه A + قرارگرفتن رنای ناقل حامل رشتهٔ پلی‌پپتید در جایگاه P + قرارگرفتن رنای ناقل بدون آمینواسید در جایگاه E ← خارج‌شدن رنای ناقل بدون آمینواسید از جایگاه E ← تکرار اتفاقات بالا و افزایش طول زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی.

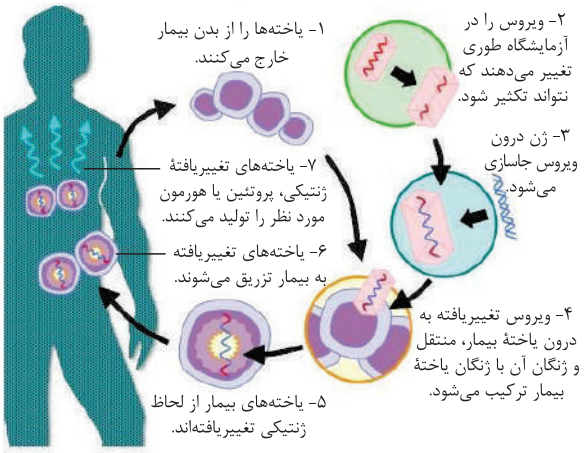


پایان: ورود یکی از رمزه‌های پایان ترجمه به جایگاه A ← اشغال‌شدن این جایگاه توسط پروتئین‌هایی به نام عوامل آزادکننده (چون رمزهٔ پایان، پادرمزه ندارد) ← جداشدن پلی‌پپتید از آخرین رنای ناقل توسط عوامل آزادکننده از جایگاه P ← جداشدن زیرواحدهای رناتن از هم و آزادشدن رنای پیک با کمک عوامل آزادکننده.



۳۱- گزینه ۲

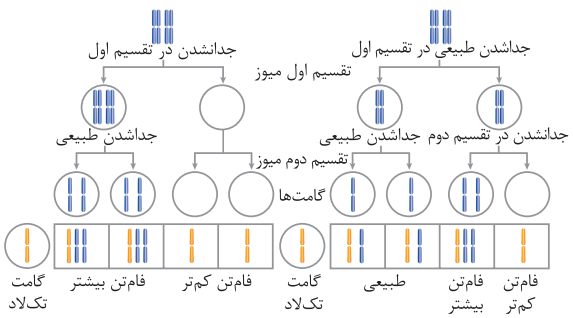
اولین ژن‌درمانی موفقیت‌آمیز در سال ۱۹۹۰ برای یک دختر بچهٔ چهارسالهٔ دارای نوعی نقص ژنی، انجام شد.



این ژن جهش‌یافته نمی‌توانست یک آنزیم مهم دستگاه ایمنی را بسازد؛ پس فرد در دستگاه ایمنی خود اختلال داشت. برای درمان آن ابتدا لنفوسیت‌ها (نه یاخته‌های بنیادی مغز استخوان) را از خون بیمار جدا کردند و در خارج از بدن کشت دادند (رد ۱). سپس نسخه‌ای از ژن کارآمد را با کمک ویروس تغییریافته، به لنفوسیت‌ها منتقل (تأیید ۲) و در ادامه، یاخته‌های تغییریافته را وارد بدن بیمار کردند. اگرچه این یاخته‌ها توانستند آنزیم مورد نیاز بدن را بسازند، ولی چون قدرت بقای زیادی ندارند (رد ۳)، لازم بود بیمار به طور متناوب لنفوسیت‌های مهندسی‌شده را دریافت کند؛ به عبارتی بیماری به طور کامل درمان نشد (رد ۴).

۳۲- گزینه ۳

اسپرماتوسیت اولیه، میوز ۱ و اسپرماتوسیت ثانویه، میوز ۲ را انجام می‌دهد. مطابق شکل، اگر طی هر کدام از این میوزها، فقط یک یاخته و آن هم فقط طی میوز ۱ یا ۲ (نه هر دو تقسیم) دچار خطای با هم ماندن همهٔ فام‌تن‌ها شود، انواعی از گامت‌های طبیعی و غیرطبیعی را می‌توان دید. اگر این جهش در یک اسپرماتوسیت ثانویه (طی میوز ۲) رخ دهد، نیمی از گامت‌های حاصل از خطا، در صورت لقاح با گامت طبیعی، می‌توانند به تولید یاختهٔ تخمی دارای تعداد کروموزوم‌های طبیعی منجر شوند و یکی از چهار گامت حاصل (۲۵ درصد از گامت‌ها) به تولید تخمی با کروموزوم‌های کم‌تر از حالت طبیعی و یک گامت دیگر نیز (۲۵ درصد از گامت‌ها) به تولید تخمی با کروموزوم‌های بیشتر از حالت طبیعی منجر می‌شود (درستی ۱ و نادرستی ۳، ۲ و ۴). همهٔ گامت‌های حاصل از خطا در میوز ۱، کروموزوم غیرطبیعی دارند به‌گونه‌ای که نیمی از آن‌ها در صورت لقاح با گامت طبیعی می‌توانند به تولید یاختهٔ تخمی با کروموزوم‌های بیشتر و نیمی دیگر، یاختهٔ تخمی با تعداد کروموزوم‌های کم‌تر نسبت به حالت طبیعی ایجاد کنند.



۳۳- گزینه ۴

شفاف‌سازی همهٔ مهره‌داران یک طناب عصبی پشتی دارند. بخش جلویی این طناب برجسته شده و مغز را تشکیل می‌دهد. در ماهیان غضروفی مغز توسط اسکلتی فقط غضروفی محافظت می‌شود.

ماهی‌های غضروفی، جمجمه‌ای غضروفی دارند که مغز درون آن قرار دارد. مغز بخش جلویی طناب عصبی پشتی جانور است.

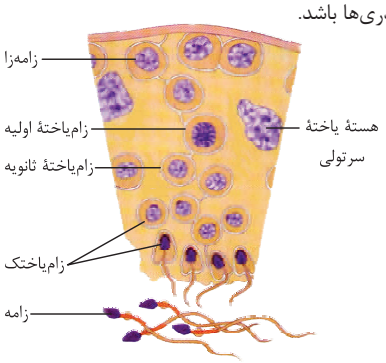
با دقت در شکل ۱۵ صفحهٔ ۳۳ کتاب زیست‌شناسی (۲) که کانال خط جانبی در ماهی‌ها را نشان می‌دهد، دیده می‌شود که هر گیرندهٔ مکانیکی خط جانبی با دو رشتهٔ عصبی در ارتباط است.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۱ با توجه به شکل مغز ماهی در فعالیت ۸ صفحهٔ ۳۶ کتاب زیست‌شناسی (۲) دیده می‌شود که لوب بویایی در سطح پایین‌تری از مخچه قرار گرفته است. ۲ غدد راست‌روده‌ای در برخی از ماهی‌ها (ماهی‌های غضروفی ساکن آب شور) برای تنظیم هم‌ایستایی، دفع نمک اضافی را انجام می‌دهند؛ نه دفع مواد زائد نیتروژن‌دار! ۳ شبکه‌های مویرگی در تیغه‌های آبششی که تبادل گازها را انجام می‌دهند، در رشته‌های آبششی قرار دارند؛ نه در کمان‌های آبششی!

۳۴- گزینه ۲

هیچ‌یک از یاخته‌های لوله‌های زامه‌ساز، توانایی حرکت به کمک تاژک خود را ندارند. اسپرم‌ها در لوله‌های پر پیچ و خم اسپرم‌ساز به صورت تاژک‌دار ایجاد می‌شوند اما در این‌جا نمی‌توانند حرکت کنند بلکه ابتدا به لوله‌های پر پیچ و خم اپیدیدیم وارد می‌شوند و توانایی حرکت‌دادن تاژک در اپیدیدیم کسب می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۱ گروهی از **اسپرماتیدها**، هسته‌ای با بیشترین فشردگی دارند. این یاخته‌ها همانند سایر یاخته‌های زنده و دارای اندامک (هسته‌دار) دارای سانتریول هستند که می‌تواند در مجاورت هسته و میتوکندری‌ها باشد.



۳ نسبت اندازهٔ هسته به میزان سیتوپلاسم **در اسپرماتیدها نسبت به سایرین بسیار بیشتر است**. اسپرماتیدها می‌توانند تحت تأثیر پیک‌های مختلفی مثل پیک‌های مترشحه از یاخته‌های سرتولی و حتی بعضی هورمون‌ها قرار بگیرند! ۴ **یاختهٔ سرتولی** در دیوارهٔ لولهٔ اسپرم‌ساز، بزرگ‌ترین اندازه و بیشترین قطر هسته را دارد. یاختهٔ سرتولی با یاخته‌های دیوارهٔ لولهٔ اسپرم‌ساز ارتباط سیتوپلاسمی دارد. این یاخته‌ها تقسیم نمی‌شوند، بنابراین کروموزوم‌های آن‌ها به صورت غیرمضاعف و به شکل کروماتین دیده می‌شود.

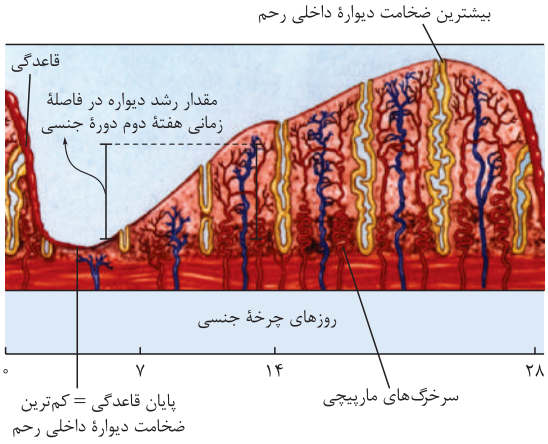
۳۵- گزینه ۲

در میانهٔ مرحلهٔ لوتئالی (حدود روز ۲۱ دورهٔ جنسی) هم‌چنان ضخامت دیوارهٔ داخلی رحم در حال افزایش است، بنابراین بر طول فرورفتگی‌های چین‌خوردهٔ آن، اندوختهٔ خونی و طول سرخرگ‌های مارپیچی این دیواره افزوده می‌شود.

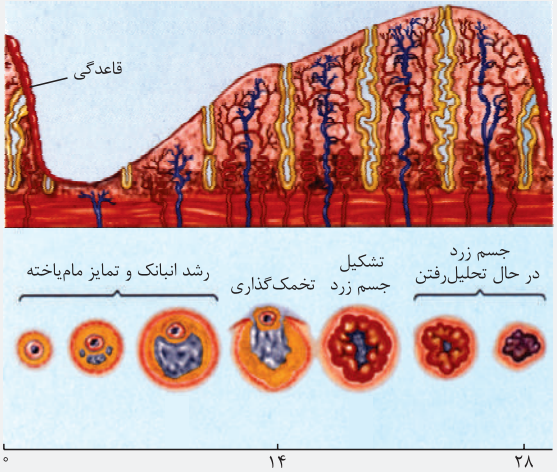
بررسی سایر گزینه‌ها: ۱ در روز پایان قاعدگی، مطابق شکل کتاب درسی، ضخامت دیوارهٔ داخلی رحم به کم‌ترین مقدار خود رسیده است؛ در چنین شرایطی (حداقل طبق شکل کتاب) سرخرگ‌های مارپیچی در این بخش از رحم دیده نمی‌شود. ۳ **اگر بارداری رخ ندهد**، جسم زرد **در اواخر دورهٔ جنسی** تحلیل می‌رود و به جسمی غیرفعال به نام جسم سفید تبدیل می‌شود. در این زمان از چرخهٔ جنسی، میزان هورمون‌های جنسی استروژن و پروژسترون در خون کم است که این کم‌بودن باعث آغاز ترشح هورمون‌های محرک جنسی یعنی LH و FSH می‌شود؛ پس این هورمون‌ها در بدن وجود دارند.

نکته طی چرخهٔ جنسی؛ **هیچ‌گاه مقدار هورمون‌ها در خون به صفر نمی‌رسد** بلکه در شرایطی به بیشترین یا کم‌ترین مقدار خود می‌رسند.

۴ حد فاصل میانهٔ چرخهٔ رحمی تا تخریب لایهٔ سطحی دیوارهٔ داخلی رحم توسط بلاستوسیست یعنی فاصلهٔ زمانی روزهای ۱۴ الی ۲۱ چرخهٔ جنسی چراکه در حدود نیمهٔ دورهٔ جنسی، امکان لقاح وجود دارد و از ۳۶ ساعت بعد از آن تقسیم یاختهٔ تخم شروع می‌شود، بیشترین ضخامت دیوارهٔ داخلی رحم، مربوط به حدود روزهای ۲۴ـ ۲۵ چرخهٔ جنسی است.



درس‌نامه **وضعیت دیوارهٔ داخلی رحم و چرخهٔ تخمدانی در یک دورهٔ جنسی براساس شکل کتاب درسی و در صورت عدم لقاح:** ۱ هفتهٔ اول: قاعدگی در روزهای اول هر دوره رخ می‌دهد (کاهش ضخامت دیوارهٔ داخلی رحم)/ در اواسط این هفته، کم‌ترین ضخامت دیوارهٔ داخلی رحم مشاهده می‌شود./ در این هفته با از بین رفتن بخش زیادی از دیوارهٔ داخلی رحم، رگ‌های خونی و حفراتی که در دیوارهٔ داخلی رحم طی چرخهٔ قبلی ایجاد شده‌اند، تخریب می‌شوند. ۲ هفتهٔ دوم: دیوارهٔ داخلی رحم رشد می‌کند./ حفرات درون دیواره به تدریج بزرگ‌تر می‌شوند./ بر طول و پیچ‌خوردگی‌های رگ‌های خونی دیواره افزوده می‌شود./ ضخامت دیوارهٔ داخلی رحم بیشتر می‌شود، اما حداکثر نیست.



۳ هفتهٔ سوم: رشد دیوارهٔ داخلی رحم ادامه می‌یابد ولی با سرعت کم‌تری نسبت به هفتهٔ دوم./ در این هفته فعالیت ترشحی رحم زیاد می‌شود./ هم‌چنان بر طول و پیچ‌خوردگی‌های رگ‌های دیواره و هم‌چنین طول حفرات و چین‌خوردگی‌های آن افزوده می‌شود. ۴ هفتهٔ چهارم: در طی این هفته، ضخامت دیوارهٔ داخلی رحم به حداکثر خود می‌رسد./ حفرات دیوارهٔ داخلی رحم، به بیشترین عمق و چین‌خوردگی خود و رگ‌های خونی آن به بیشترین طول و انشعاب خود می‌رسند./ در انتهای این هفته، ضخامت دیوارهٔ داخلی رحم، شروع به کاهش می‌کند (ناپایداری دیوارهٔ داخلی رحم). ۵ در ابتدای چرخهٔ تخمدانی، به طور معمول، یک فولیکول که نسبت به سایر فولیکول‌ها رشد بیشتری پیدا کرده است، به رشد خود ادامه می‌دهد (تحت تأثیر FSH) و مام‌یاختهٔ درون آن تقسیم و تمایز می‌یابد. ۶ در حدود روز ۱۴ با پاره‌شدن فولیکول، تخمک‌گذاری رخ می‌دهد و مام‌یاختهٔ ثانویه (به همراه جسم قطبی و تعدادی از یاخته‌های فولیکولی) از تخمدان خارج می‌شوند. ۷ کمی بعد از تخمک‌گذاری باقی‌ماندهٔ فولیکول در تخمدان به جسم زرد تبدیل می‌شود. ← ترشح هورمون‌های جنسی توسط یاخته‌های جسم زرد ۸ در صورت عدم بارداری، جسم زرد تحلیل می‌رود و در اواخر دورهٔ جنسی به جسم غیرفعالی به نام جسم سفید تبدیل می‌شود.

۳۶- گزینه ۲

موارد «ج» و «د» به درستی بیان شده‌اند.

(الف) کربنیک انیدراز نوعی آنزیم پروتئینی در گویچه‌های قرمز است. این آنزیم با ترکیب کربن دی‌اکسید و آب، کربنیک اسید می‌سازد، لذا کربن دی‌اکسید می‌تواند به آن متصل شود ولی از آن جدا نمی‌شود!

نکته درون گویچه‌های قرمز، علاوه بر کربنیک انیدراز، مولکول‌های هموگلوبین هم وجود دارند که می‌توانند به صورت برگشت‌پذیر به O_2 و CO_2 متصل شوند. اتصال این گازها به هموگلوبین و جداشدن آن‌ها، تابع غلظت این گازها در اطراف هموگلوبین است.

(ب) کربنیک انیدراز درون گویچه‌های قرمز مستقر است و درون پلاسما (خوناب) فعالیت نمی‌کند. (ج) علاوه بر پیش‌ماده (ها) که در جایگاه فعال آنزیم قرار می‌گیرند، مولکول‌های سمی مثل آرسنیک و سیانید هم می‌توانند در این جایگاه قرار بگیرند. پیش‌ماده‌ها سبب فعالیت آنزیم می‌شوند اما مولکول‌های سمی فعالیت آنزیم را مهار می‌کنند و فراورده‌ای هم ساخته نمی‌شوند.

(د) **بیشترین** مقدار کربن دی‌اکسید به صورت یون **بی‌کربنات** در خون حمل می‌شود. در گویچهٔ قرمز، کربنیک انیدراز کربن دی‌اکسید را با آب ترکیب می‌کند و کربنیک اسید پدید می‌آورد. کربنیک اسید به سرعت به **یون بی‌کربنات و هیدروژن** تجزیه می‌شود. یون بی‌کربنات از گویچهٔ قرمز خارج و به **خوناب** وارد می‌شود؛ پس این آنزیم در انتقال بیشترین میزان CO_2 در خوناب نقش دارد.

نکته گویچه‌های قرمز در حمل بیشترین میزان هر دو گاز تنفسی در خون نقش دارند. بیشترین میزان O_2 که توسط هموگلوبین حمل می‌شود، درصد کمی از CO_2 توسط هموگلوبین حمل می‌شود ولی بیشتر آن در اثر فعالیت آنزیم کربنیک انیدراز درون گویچه‌های قرمز و به صورت بی‌کربنات درمی‌آید؛ به عبارتی گویچهٔ قرمز فقط از یک طریق در حمل O_2 نقش دارد ولی از دو طریق در حمل CO_2 نقش دارد.

۳۷- گزینه ۳

باکتری‌های شیمیوسنتزکننده از جمله تولیدکنندگانی هستند که بدون نیاز به نور می‌توانند از کربن دی‌اکسید مادهٔ آلی بسازند. این جانداران در معادن، اعماق اقیانوس‌ها و اطراف دهانهٔ آتشفشان‌های زیر آب وجود دارند. باکتری‌ها می‌توانند پیش از اتمام رونویسی، ترجمهٔ رنای پیک خود را آغاز کنند که در این صورت، ممکن است رنای پیک مورد نظر هنوز فاقد رمزهٔ پایان باشد.

نکته شروع ترجمهٔ قبل از پایان رونویسی در باکتری‌ها در افزایش میزان تولید پروتئین در آن‌ها نقش دارد، چراکه رنای پیک پروکاریوتی عمر کوتاهی دارد و این‌جوری می‌شود در حداقل زمان ممکن، حداکثر استفاده را از آن برد.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۱ و ۲ گروهی از باکتری‌ها، فتوسنتزکنندهٔ غیراکسیژن‌زا هستند. باکتری‌های گوگردی ارغوانی و سبز **از این گروه‌اند**. رنگیزهٔ فتوسنتزی این باکتری‌ها، باکتریوکلروفیل است. این باکتری‌ها کربن دی‌اکسید را جذب می‌کنند، اما اکسیژن تولید نمی‌کنند، زیرا منبع تأمین الکترون در آن‌ها ترکیبی به غیر از آب است؛ **مثلاً** در باکتری‌های گوگردی منبع تأمین الکترون H_2S است. پس می‌توان از این گفته‌های کتاب دریافت که علاوه بر باکتری‌های گوگردی، باکتری‌های غیراکسیژن‌زای دیگری نیز وجود دارند. هم‌چنین شیمیوسنتزکنندگانی مانند باکتری‌های نیترات‌ساز نیز اکسیژن و گوگرد تولید نمی‌کنند و باکتریوکلروفیل نیز ندارند. ۴ جانداران تولیدکننده‌ای مانند اوگلنا و سیانوباکتری‌های همزیست با گیاهان، در شرایطی از محصولات فتوسنتزی جانداران دیگر استفاده می‌کنند. سیانوباکتری‌ها پروکاریوت هستند و رنای پیک آن‌ها فاقد رونوشت اینترون است.

۳۸- گزینه ۳

شفاف‌سازی در مراحل تشکیل ادرار فرایندهای بازجذب و ترشح در جهت مخالف یکدیگر رخ می‌دهند. در ترشح، مواد از گردیزه به خون ولی در بازجذب، مواد از گردیزه به خون وارد می‌شوند.

در حد کتاب درسی، فقط مرحلهٔ بازجذب می‌تواند تحت تأثیر هورمون‌هایی مثل آلدوسترون و ضدادراری قرار بگیرد.

نکته ترشح می‌تواند هم از خود یاخته‌های نفرون صورت بگیرد و هم از طریق یاخته‌های دیوارهٔ مویرگ‌های دور لوله‌ای؛ به عبارتی هر ماده‌ای که به درون نفرون ترشح می‌شود لزوماً از خون منشأ نگرفته است.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۱ این دو مرحله در مجرای جمع‌کننده نیز می‌توانند رخ دهند. ۲ هر دو مرحله در ارتباط با شبکهٔ مویرگی دور لوله‌ای هستند، در حالی که این شبکهٔ مویرگی گلومرول است که درون نفرون قرار دارد. ۴ ترشح و بازجذب، هر دو می‌توانند با ورود مواد به داخل یاخته‌های نفرون همراه باشند. در بازجذب، مواد داخل نفرون ابتدا وارد یاخته‌های دیوارهٔ نفرون شده و سپس از سمت دیگر به مایع بین یاخته‌ای رها می‌شوند تا نهایتاً وارد شبکهٔ مویرگی دور لوله‌ای شوند. در ترشح نیز اگر مواد از شبکهٔ مویرگی دور لوله‌ای منشأ بگیرند، باید از یاخته‌های دیوارهٔ نفرون عبور کنند که بتوانند وارد نفرون شوند.

جدول مقایسه‌ای مراحل تشکیل ادرار...

مراحل تشکیل ادرار	تراوش	ترشح	بازجذب
چندمین مرحلهٔ تشکیل ادرار است؟	اولین	سومین	دومین
در کدام بخش از گردیزه انجام می‌شود؟	فقط کپسول بومن	سایر بخش‌های گردیزه به‌جز کپسول بومن	
در مجرای جمع‌کننده انجام می‌شود؟	×	✓	
مواد بر چه اساسی جابه‌جا می‌شوند؟	اندازه	اندازه و نیاز بدن به آن ماده	
مصرف انرژی زیستی توسط یاخته‌های گردیزه	ندارد	در بیشتر موارد با مصرف انرژی زیستی است.	
مواد در جهت خروج از مویرگ حرکت می‌کنند.	✓		×
مواد در جهت ورود به مویرگ حرکت می‌کنند.	×		✓
در کدام شبکهٔ مویرگی کلیه دیده می‌شود؟	اول (گلومرول)	دوم (دور لوله‌ای)	

۳۹- گزینه ۲

موارد «ب» و «ج» درست هستند.

بررسی همه موارد:

(الف) ترجمهٔ گزینه = قندکافت (از مصرف گلوکز تا تولید پیرووات) و یا تخمیر لاکتیکی (از آغاز قندکافت تا تولید لاکتات). در هر دو فرایند، ATP در مرحلهٔ اول قندکافت مصرف می‌شود، اما مصرف NADH فقط مربوط به بخشی از تخمیر لاکتیکی است. طی قندکافت NADH تولید می‌شود. (ب) ترجمهٔ گزینه = از ابتدای مرحلهٔ سوم قندکافت تا پایان تشکیل استیل در اکسایش پیرووات و یا از ابتدای مرحلهٔ سوم قندکافت تا تولید اتانال یا اتانول طی تخمیر الکلی. مصرف ADP در مرحلهٔ چهارم قندکافت و آزادشدن یون هیدروژن در مرحلهٔ سوم قندکافت (همزمان با تولید NADH) صورت می‌گیرد.

(ج) ترجمهٔ گزینه = از ابتدای اکسایش پیرووات تا مرحلهٔ دوم چرخهٔ کربس در تنفس یاخته‌ای. طی اکسایش پیرووات، CO_2 و در مرحلهٔ اول چرخهٔ کربس، کوآنزیم A آزاد می‌شود.

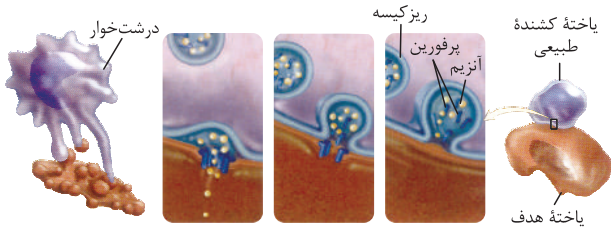
(د) ترجمهٔ گزینه = از ابتدای مرحلهٔ چهارم قندکافت (مصرف اسید دوفسفاته) تا تولید استیل در فرایند اکسایش پیرووات و یا از ابتدای مرحلهٔ چهارم قندکافت تا انتهای تخمیر الکلی (تولید اتانال یا اتانول). مصرف NAD^+ در مرحلهٔ سوم قندکافت صورت می‌گیرد که در زمان‌بندی این گزینه برای تخمیر الکلی جای نمی‌گیرد.

۴۰- گزینه ۳

موارد «ج» و «د» به درستی بیان شده‌اند. از تراگذری مونوسیت‌ها یاخته‌های دارینه‌ای و درشت‌خوار ایجاد می‌شود. درشت‌خوارها با همکاری یاخته‌های کشندهٔ طبیعی در از بین بردن یاخته‌های سرطانی نقش دارد. ملانوما نوعی تومور بدخیم است.

بررسی همه موارد:

(الف) یاخته‌های دارینه‌ای با ارائهٔ آنتی‌ژن به یاختهٔ ایمنی غیرفعال (لنفوسیت‌های T غیرفعال) در فعال کردن آن‌ها نقش دارند. (ب) درشت‌خوارها در حبابک‌ها وجود دارند ولی دقت داشته باشید که آن‌ها در بین یاخته‌های دیوارهٔ حبابک‌ها قرار نمی‌گیرند. در واقع این یاخته‌ها جزئی از یاخته‌های دیوارهٔ حبابک‌ها محسوب نمی‌شود. (ج) یاخته‌های دیوارهٔ مویرگ‌ها و درشت‌خوارها با تولید پیک‌های شیمیایی باعث می‌شوند که نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها با تراگذری از خون خارج شوند. نوتروفیل‌ها بیگانه‌خواری می‌کنند و مونوسیت‌ها به درشت‌خوار تبدیل می‌شوند. پس درشت‌خوارها با تولید این پیک‌های شیمیایی، مقدار تولید خود را افزایش می‌دهند. (د) فعالیت یاخته‌های کشندهٔ طبیعی باعث مرگ یاخته‌های سرطانی می‌شود. طبق شکلی که در ادامه آمده، اجزای یاخته‌های سرطانی کشته‌شده، درون ریزکیسه‌هایی قرار می‌گیرند که توسط درشت‌خوار بلعیده و هضم می‌شوند.



یاختهٔ کشندهٔ طبیعی به یاختهٔ هدف متصل می‌شود.

ریزکیسه‌های حاوی پرفورین و مولکول‌های آنزیم، محتویات خود را با برون‌رانی ترشح می‌کنند.

پرفورین‌ها، منافذی را در غشا ایجاد می‌کند.

آنزیم از منافذ عبور کرده، به یاخته وارد می‌شود و باعث مرگ یاخته می‌شود.

یاختهٔ مرده توسط درشت‌خوار، بیگانه‌خواری می‌شود.

۴۱- گزینه ۴

منظور از بخش اول این گزینه، باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن جو (ریزوبیوم، سیانوباکتری‌ها و ...) هستند.

دقت داشته باشید چه در یوکاریوت‌ها و چه در پروکاریوت‌ها، در مواردی که لازم است از محصول یک ژن خاص به میزان زیاد تولید شود، تعداد زیادی RNAپلیمراز (از یک نوع) می‌توانند از ژن مذکور رونویسی کنند. در این شرایط، ممکن است بسته به موقعیت رنابسپارازها، هر سه مرحلهٔ رونویسی در بخش‌های مختلف ژن، در حال انجام باشند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) باکتری‌های خاکزی وجود دارند که می‌توانند نوعی سم تولید کنند که حشرات مضر را از بین می‌برد. می‌دانیم که باکتری‌ها هیستون، هسته، میتوکندری و ... ندارند.

۲) سیانوباکتری‌ها و گیاهان از جمله جاندارانی هستند که سبزینه a دارند. در باکتری‌ها شناسایی راه‌انداز مربوط به گروهی از ژن‌ها توسط رنابسپاراز و اتصال به آن بدون کمک عوامل کمک‌کننده صورت می‌گیرد. در یوکاریوت‌ها وجود عوامل رونویسی برای این اتصال ضروری است. اما در باکتری‌ها برای هر ژنی وجود عوامل کمک‌کننده لازم نیست.

۳) در همهٔ جانداران در مواردی ساخت پروتئین می‌تواند، به طور هم‌زمان و پشت سر هم توسط مجموعه‌ای از رناتن‌های متصل به رنای پیک انجام شود. در پروکاریوت‌ها، در برخی موارد، چند ژن مجاور هم فقط تحت کنترل یک بخش تنظیم‌کننده هستند؛ بنابراین فقط ژن اول می‌تواند بلافاصله در تماس (مجاورت) با بخش تنظیمی خود باشد و ژن‌های دیگر ممکن است چنین ویژگی نداشته باشند.

بریم یه جدول ببینیم از مقایسهٔ پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها:

	پروکاریوت	یوکاریوت
ساختارهای غشادار درون‌یاخته‌ای	ندارند.	دارند (بعضی‌ها می‌توانند اندامک‌های خود را از دست بدهند! مثل گویچهٔ قرمز بالغ)
هسته	ندارند.	دارند/ یک، دو و یا چند هسته در یاخته[1]
تقسیم میتوز / میوز	ندارند.	دارند.
اپراتور	دارند (اپراتور نوعی توالی تنظیمی در DNA است.)	ندارند.
نوکلئوزوم	ندارند.	دارند.
تعداد کروموزوم	یکی به صورت اصلی و متصل به غشا (می‌تواند فام‌تن‌های کمکی یا همان پلازمید هم داشته باشد.)	بیش از یکی (چندکروموزومی)[2]

۱- در یک فرد سالم و بالغ، بعضی یاخته‌ها هسته ندارند مثل گویچهٔ قرمز بالغ، گروهی یک هسته دارند مثل اغلب یاخته‌ها، گروهی هم بیش از یک هسته دارند مثل بعضی از یاخته‌های ماهیچه‌ای قلبی و یاخته‌های ماهیچه‌ای اسکلتی.

۲- در یوکاریوت‌ها، در هر هسته بیش از یک فام‌تن وجود دارد، هم‌چنین این یاخته‌ها، در میتوکندری و دیسه‌های خود نیز دارای دنا هستند.

	پروکاریوت	یوکاریوت
هیستون	ندارند.	دارند.
تعداد جایگاه آغاز همانندسازی	اغلب فقط یک جایگاه دارند (بعضی‌ها بیش از یکی دارند).	چندین جایگاه در هر کروموزوم خطی درون هسته
نوع DNA	حلقوی (هم اصلی و هم کمکی)	در هسته: خطی/ در راکیزه و دیسه: حلقوی[1]
عوامل رونویسی	ندارند.	دارند.
چند نوع رنابسپاراز دارند	یک نوع	انواعی از رنابسپاراز (در هسته و میتوکندری و دیسه)
پروتئین فعال‌کننده	دارند (مثلاً در تنظیم بیان ژن مثبت حین مصرف مالتوز)	ندارند.
محل انجام فرایندهای همانندسازی، رونویسی و ترجمه	سیتوپلاسم	ترجمه: سیتوپلاسم/رونویسی و همانند سازی: در ساختارهای ۲غشایی مثل هسته، راکیزه و دیسه‌ها[2]
راه‌انداز	دارند.	دارند (هر ژن، یک راه‌انداز ویژه برای خودش دارد.)
افزاینده	ندارند.	دارند.
دیسک (پلازمید)	دارند (در گروهی از باکتری‌ها)	دارند(در یوکاریوت‌هایی مثل مخمر)
امکان شناسایی راه‌انداز به تنهایی توسط رنابسپاراز	وجود دارد.	در دنای خطی امکان ندارد.
توالی‌های اگزون و اینترون	ندارند.	دارد.
انجام فرایندهای ویرایش/ پیرایش	دارند/ ندارند.	دارند/ دارند.
تولید رنای پیک چندژنی	دارند.	ندارند.
رونویسی از چند ژن مختلف توسط یک نوع رنابسپاراز	دارند (فقط یک نوع رنابسپاراز دارند که همهٔ انواع ژن‌ها را رونویسی می‌کند.)	دارند (مثلاً همهٔ ژن‌های سازندهٔ پروتئین در هسته، توسط رنابسپاراز ۲ رونویسی می‌شوند).
امکان مشاهدهٔ چندین بخش بازشده در دنا حین همانندسازی در دنای اصلی	دارند (در صورت وجود بیش از یک دوراهی همانندسازی در آن‌ها).	وجود دارد به دلیل وجود بیش از یک جایگاه آغاز همانندسازی و در نتیجه وجود دوراهی‌های همانندسازی متعدد
امکان تغییر در تعداد جایگاه آغاز همانندسازی	ندارند	دارند (بسته به مراحل رشد و نمو)
مشاهدهٔ تغییرات رنای ناقل	دارند (تغییر رنای ناقل پس از رونویسی و تشکیل ساختار سه‌بعدی آن)	دارند.
وجود راه‌انداز مشترک برای چند ژن	دارند.	ندارند.

۴۲- گزینه ۴

مشاوره خب بچه‌ها! رسیدیم به یه تیپ سؤال خیلی خیلی رایج در کنکورهای سراسری سال‌های اخیر! توی همهٔ کنکورهای اخیر یه‌سری سؤالاتی داریم که از ما در مورد یک‌سری موارد و مباحث جامع سؤال می‌پرسن! مثلاً توی کنکور دی ماه ۱۴۰۲، گفته بودن: «ویژگی مشترک همهٔ ساختارهای کیسه‌مانند موجود در بدن انسان، کدام است؟»! توی همهٔ کنکورها هم نمونه‌هایی از این شکل سؤالات داریم و نحوهٔ برخورد باهاشون خیلی مهمه. اول از همه بدونید که معمولاً توی این تیپ از سؤالات، اون چیزی که مد نظر طراحه، با بار اول و با خوندن خود صورت سؤال به ذهن هیچ احدی! نمی‌رسه!! پس ما باید رجوع کنیم به گزینه‌ها و به کمک اون‌ها بفهمیم طراح داره به چی فکر می‌کنه و چی مد نظرشه! مثلاً توی همین صورت سؤالی که از کنکور آوردیم، واقعن فکرکردن به کیسه‌های حبابکی و رحم و شبکهٔ آندوپلاسمی!!! به عنوان ساختارهای کیسه‌ای‌شکل بدن، دور از ذهنه؛ ولی به کمک گزینه‌ها می‌شد به جواب رسید. کلام آخر هم این‌که همیشه دنبال جامع‌ترین جملهٔ درست در بین گزینه‌ها باشید که خودِخود جوابه! در همین سؤال نیز نخستین چیزهایی که به ذهن می‌رسد، پیک‌های شیمیایی دوربرد (هورمون‌ها) و پیک‌های شیمیایی کوتاه‌برد (ناقلین عصبی و ...) هستند! اما دقت کنید که در کتاب درسی، مولکول رنای پیک (mRNA) نیز به عنوان نوعی مولکول پیام‌رسان بین هسته و سیتوپلاسم شناخته می‌شود.

اصلاً بدون فرض mRNA نیز می‌توان با ذکاوت به این تست پاسخ داد. می‌دانیم که برای تولید تمامی مولکول‌های زیستی در درون یاخته، وجود آنزیم (مولکولی که علی‌رغم افزودن بر سرعت واکنش، در پایان دست‌نخورده باقی می‌ماند) ضروری است؛ بنابراین این عبارت، مفهومی بسیار جامع و فراگیر را در مورد مولکول‌های زیستی به ما می‌رساند.

① در مورد هورمون‌های غیرپروتئینی و mRNA نادرست می‌باشد. ② می‌توان به هورمون‌هایی اشاره کرد که برای رسیدن به گیرندهٔ خود در درون یاخته، از غشا عبور می‌کنند. ③ برای ناقل‌های عصبی درست است ولی خب برای هورمون‌ها لزوماً درست نیست!

۴۳- گزینه ۳

آنزیم‌های پروتئینی در دمای بالا (نه پایین!) ممکن است شکل غیرطبیعی یا برگشت‌ناپذیر پیدا کنند. دقت کنید در دمای پایین هم آنزیم‌ها ممکن است غیرفعال شوند اما با بازگشت دما به حالت طبیعی می‌توانند دوباره فعال شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها: ① آنزیم دنابسپاراز می‌تواند پیوندی را که طی فعالیت بسپارازی خود در بین نوکلئوتیدها (فسفودی‌استر) ایجاد کرده است، طی فعالیت نوکلئازی خود (حین ویرایش) بشکند. ② آنزیم رنابسپاراز ۲، می‌تواند یکی از رشته‌های ژن سازندهٔ خود را رونویسی کند. رنابسپاراز ۲، رنای پیک می‌سازد که با ترجمه از آن، امکان ساخت پروتئین فراهم می‌شود؛ پس این آنزیم می‌تواند در ساخت خودش نیز نقش داشته باشد. ④ آنزیم روبیسکو در خارج از هسته (کلروپلاست) فعالیت دارد و می‌تواند ریبولوزبیس‌فسفات را طی واکنش‌های مختلفی با اکسیژن (اگر میزان O_2 از CO_2 بیشتر باشد) یا کربن دی‌اکسید (اگر میزان CO_2 از O_2 بیشتر باشد) ترکیب نماید.

۴۴- گزینه ۲

پروتون‌ها (یون‌های H^+) در سه محل از زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه، از بخش داخلی آن به فضای بین دو غشا پمپ می‌شوند. انرژی لازم برای انتقال این پروتون‌ها از جابه‌جایی الکترون‌های پرانرژی NADH و $FADH_2$ فراهم می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها: ① NADH و $FADH_2$ مولکول‌های حامل الکترونی هستند که می‌توانند الکترون‌هایشان را وارد زنجیره کنند. فقط مولکول NADH الکترون‌های پرانرژی خود را مستقیماً به پمپ غشایی منتقل می‌کند. این گزینه در خصوص $FADH_2$ نادرست است. ③ اکسیژن با پذیرش الکترون در پایان زنجیرهٔ انتقال الکترون، به یون اکسید (O^{2-}) تبدیل می‌شود. یون‌های اکسید می‌توانند با یون‌های هیدروژن، در بخش داخلی راکیزه، ترکیب شوند و مولکول آب به وجود آید؛ اما گاه پیش می‌آید که درصدی از اکسیژن‌ها وارد واکنش تشکیل آب نمی‌شوند، بلکه به صورت رادیکال آزاد درمی‌آیند. ④ جابه‌جایی H^+ ها از عرض غشای داخلی میتوکندری می‌تواند از بخش داخلی به فضای بین دو غشا باشد که توسط پمپ‌های غشایی زنجیرهٔ انتقال الکترون رخ می‌دهد و یا از فضای بین دو غشا به بخش داخلی که توسط آنزیم ATPساز است؛ پس لزوماً جابه‌جایی H^+ ها به کمک پروتئین‌های غیرآنزیمی صورت نمی‌گیرد.

۴۵- گزینه ۱

تنها مورد چهارم به درستی بیان شده است. منظور از تک‌یاخته‌ای‌های واجد هیستون، یوکاریوت‌ها هستند.

بررسی همه موارد: مورد اول: طبق شکل ۱۴ کتاب درسی در فصل ۲ زیست‌شناسی (۳)، حین ساخته‌شدن آنزیم‌های ترشحی توسط ریبوزوم‌های متصل به شبکهٔ آندوپلاسمی زبر، زیرواحد بزرگ‌تر رناتن (ریبوزوم) روی شبکهٔ آندوپلاسمی قرار می‌گیرد.

مورد دوم: پروتئین‌هایی که درون ریزکیسه‌های جداشده از دستگاه گلژی قرار دارند، می‌توانند چندین سرنوشت پیدا کنند؛ یا درون سیتوپلاسم به صورت واکوئول یا لیزوزوم بمانند یا در غشای سیتوپلاسمی قرار بگیرند و به عنوان پروتئین غشایی فعالیت کنند یا به صورت پروتئین ترشحی از یاخته خارج شوند.

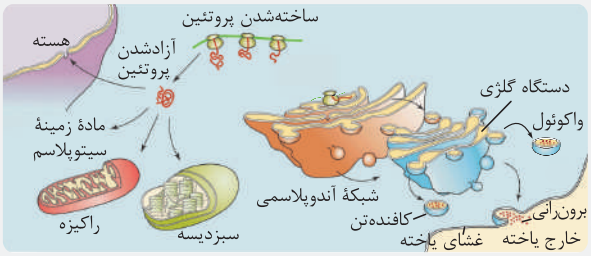
۱- گروهی از یوکاریوت‌ها می‌توانند پلازمید حلقوی داشته باشند.
۲- در راکیزه و دیسه محل همانندسازی، رونویسی و ترجمه یکسان است. در هسته همانندسازی و رونویسی رخ می‌دهد، اما ترجمه نه!

مورد سوم: پروتئین‌هایی که توسط ریبوزوم‌های آزاد مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم تولید می‌شوند می‌توانند به درون اندامک‌های غشادار یاخته (مثل راکیزه‌ها) وارد شوند یا درون مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم به فعالیت بپردازند (مثل آنزیم‌های فرایند قندکافت).

مورد چهارم: شبکهٔ آندوپلاسمی زبر و دستگاه گلژی، از چندین کیسه تشکیل شده‌اند که در شبکهٔ آندوپلاسمی زبر این کیسه‌ها به هم مرتبط‌اند، در حالی که کیسه‌های دستگاه گلژی از یکدیگر مجزا هستند. این اندامک‌ها در بخش(هایی) از خود، آنزیم‌هایی دارند که به فعالیت اختصاصی می‌پردازند.

نکته آنزیم‌ها تنها پروتئین‌هایی با عملکرد اختصاصی نیستند، بلکه پروتئین‌های مثل پادتن‌ها یا حتی گیرنده‌های آنتی‌ژنی نیز می‌توانند عملکرد اختصاصی داشته باشند.

نکته پروتئین‌سازی در یاخته‌های یوکاریوتی:



۱ ریبوزوم‌ها می‌توانند در بخش‌های مختلف یک یاختهٔ یوکاریوتی باشند مثلاً: الف) چسبیده به شبکهٔ آندوپلاسمی زبر ب) آزاد در مادهٔ زمینهٔ سیتوپلاسم ج) درون راکیزه و دیسه که در همهٔ این بخش‌هایی که گفتیم، امکان پروتئین‌سازی توسط آن‌ها وجود دارد. ۲ پروتئین‌هایی که توسط ریبوزوم‌های آزاد مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم ساخته می‌شوند چه سرنوشتی دارند؟ الف) فعالیت در همان مادهٔ زمینهٔ سیتوپلاسم ب) می‌روند به هسته ج) می‌روند به راکیزه د) می‌روند به دیسه ۳ پروتئین‌هایی که با کمک شبکهٔ آندوپلاسمی زبر ساخته می‌شوند چه سرنوشتی دارند؟ الف) در واکوئول قرار می‌گیرند. ب) در کافنده‌تن‌ها قرار می‌گیرند. ج) ترشح می‌شوند به خارج یاخته د) در ساختار غشای یاخته قرار می‌گیرند.[1] ۴ طبق شکل، هم‌زمان با ساخته‌شدن پروتئین (تشکیل ساختار اول) امکان پیچ‌خوردن و تشکیل ساختار(های) بعدی نیز وجود دارد. ۵ پروتئین‌هایی که توسط رناتن‌های سطح خارجی شبکهٔ آندوپلاسمی زبر، ساخته می‌شوند، می‌توانند پس از عبور از این شبکه، بروند به دستگاه گلژی، تغییر کنند و در نهایت از آن‌جا به مقصد نهایی‌شان هدایت شوند. ۶ پروتئین‌ها برای ورود به هسته باید از منافذ پوشش آن عبور کنند. ۷ وزیکول‌هایی از شبکهٔ آندوپلاسمی به دستگاه گلژی می‌آیند و وزیکول‌هایی هم از آن خارج می‌شوند.

فیزیک

۴۶- گزینه ۴

شفاف‌سازی موج عرضی یعنی موجی که راستای نوسان هر جزء از محیط بر راستای انتشار موج عمود باشد.

اگر راستای نوسان هر جزء از محیط (مانند فنر) با راستای انتشار موج یکسان باشد، به آن موج، موج طولی و اگر راستای نوسان هر جزء از محیط (مانند فنر) بر راستای انتشار موج عمود باشد، به آن موج، موج عرضی می‌گویند. حالا عبارت‌ها را بررسی می‌کنیم:

(الف) هنگام انتشار موج صوتی در یک محیط، راستای نوسان ذرات محیط با راستای انتشار صوت، یکسان است؛ بنابراین موج صوتی، موج طولی است. (ب) امواج رادیویی، جزئی از طیف امواج الکترومغناطیسی هستند. در امواج الکترومغناطیسی، میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی همواره بر جهت انتشار موج عمودند و در نتیجه موج الکترومغناطیسی، یک موج عرضی است. (پ و ت) امواج لرزه‌ای، موج‌های مکانیکی‌ای هستند که از لایه‌های زمین عبور می‌کنند. دو نوع از امواج لرزه‌ای امواج اولیهٔ P و امواج ثانویهٔ S هستند. امواج P، امواجی طولی (نادرستی (پ)) و امواج S، امواجی عرضی (درستی (ت)) هستند.

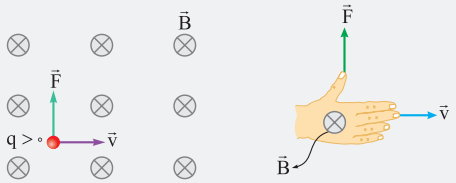
مشاوره در این‌جور سؤال‌ها، ابتدا سراغ عبارتی بروید که بلد هستید و گزینه‌های نادرست را حذف کنید.

۱- البته این پروتئین‌ها می‌توانند در خود شبکهٔ آندوپلاسمی یا دستگاه گلژی هم قرار بگیرند.

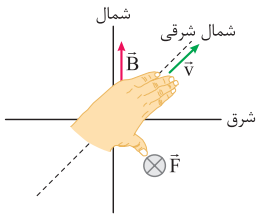
۴۷- گزینه ۲

درس‌نامه **قاعدهٔ دست راست برای تعیین جهت نیروی مغناطیسی وارد بر بار متحرک:**
اگر دست راست خود را طوری نگه داریم که انگشتان بازشدهٔ ما در جهت $\vec{v}$ باشد، به گونه‌ای که وقتی آن‌ها را روی زاویهٔ کوچک‌تری که $\vec{v}$ با $\vec{B}$ می‌سازد و در جهت چرخش طبیعی انگشتان خم کنیم، در جهت $\vec{B}$ قرار گیرد، انگشت شست ما در جهت نیروی وارد بر ذرهٔ باردار مثبت خواهد بود. برای تعیین جهت $\vec{F}$ برای بار منفی می‌توانید دو کار انجام دهید:

- جهت نیروی وارد بر بار مثبت را به دست آورید، سپس آن را برعکس کنید.
- قاعدهٔ دست راست را به کمک دست چپ انجام دهید.



بار الکتریکی الکترون منفی است؛ پس می‌توانیم از دست چپ کمک بگیریم. به این صورت که اگر چهار انگشت بازشدهٔ دست چپ خود را در جهت حرکت الکترون (شمال شرقی) قرار دهیم، به طوری که وقتی چهار انگشت خود را خم می‌کنیم، در جهت میدان مغناطیسی (شمال) قرار بگیرد، آن‌گاه انگشت شست دست چپ ما، جهت نیروی مغناطیسی که به سمت درون صفحه (⊗) یا پایین است را نشان می‌دهد.



تله در این‌جور سؤال‌ها، حواستان باشد که بار الکتریکی ذره مثبت است یا منفی! مثلاً اگر در این سؤال به منفی‌بودن بار الکتریکی الکترون توجه نکنید، به ① می‌رسید!

۴۸- گزینه ۴

باید هر یک از کمیت‌های داده‌شده در گزینه‌ها را براساس روابط فیزیکی که بلدیم، بنویسیم تا در نهایت یکای کمیت برحسب یکاهای اصلی به دست آید. با انجام این کار می‌بینیم که یکای داده‌شده در صورت سؤال، یکای مقاومت الکتریکی است، زیرا:

$$R=\frac{V}{I} \xrightarrow{V=\frac{\Delta U}{q}} R=\frac{\Delta U}{Iq} \xrightarrow[q=It]{\Delta U=\text{انرژی}=\frac{1}{2}mv^2} R=\frac{\frac{1}{2}mv^2}{I^2t}$$

$$\Rightarrow \text{یکای } R=\frac{\text{یکای } m\times(\text{یکای } v)^2}{(\text{یکای } I)^2\times \text{یکای } t}=\frac{kg.(\frac{m}{s})^2}{A^2.s}=\frac{kg.m^2}{A^2.s^3}$$

۴۹- گزینه ۴

شفاف‌سازی چون یک فوتون در ناحیهٔ مرئی گسیل شده است، پس الکترون به مدار $n'=2$ می‌رود.

درس‌نامه ① **انرژی الکترون در اتم هیدروژن در مدار nاُم:**

$$E_n=-\frac{13/6\ eV}{n^2\rightarrow \text{شمارهٔ مدار الکترون}}$$

② هنگامی که الکترون از یک حالت مانا با انرژی بیشتر (E_U) به یک حالت مانا با انرژی کم‌تر (E_L) می‌رود، یک فوتون تابش می‌شود. انرژی این فوتون برابر با اختلاف انرژی بین دو مدار اولیه و نهایی (E_U-E_L) است. $E_{\text{فوتون}}=E_U-E_L$

هم‌چنین اگر به الکترونی که در یک حالت مانا با انرژی کم‌تر (E_L) قرار دارد، فوتونی با انرژی E_U-E_L بتابانیم، الکترون با دریافت این انرژی به یک حالت مانا با انرژی بیشتر (E_U) می‌رود.

③ انرژی الکترون در $n=1$ برابر $E_1=-13/6\ eV$ است که اندازهٔ آن را یک ریدبرگ می‌نامند. $E_R=13/6\ eV$

④ وقتی الکترون در اولین، دومین، سومین و ... حالت برانگیخته قرار دارد، یعنی به ترتیب در مدار $n=2$، $n=3$، $n=4$ و .. است. به طور کلی، وقتی الکترون در kامین حالت برانگیخته قرار دارد، یعنی در مدار $n=k+1$ است.

الکترون در سومین حالت برانگیخته یعنی در مدار $n=۴$ قرار دارد و چون یک فوتون در ناحیهٔ مرئی گسیل می‌کند، پس از مدار $n=۴$ به مدار $n'=۲$ می‌رود (*یادتونه که ناحیهٔ طیف بالمر، فرابنفش و مرئی بود؟!*)؛ بنابراین انرژی فوتون گسیلی را می‌توانیم با استفاده از اختلاف انرژی بین این دو مدار به دست آوریم.

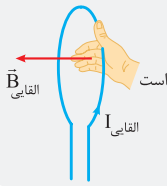
$$E=E_n-E_{n'} \xrightarrow[n'=۲]{n=۴} E=-\frac{E_R}{۴^۲}-(-\frac{E_R}{۲^۲}) \Rightarrow E=\frac{E_R}{۴}-\frac{E_R}{۱۶} \Rightarrow \frac{E}{E_R}=\frac{۳}{۱۶}$$

۵۰- گزینه ۴

درس‌نامه ۱ **قانون لنز:** با تغییر شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه (یا پیچه یا سیم‌لوله)، میدان مغناطیسی القایی در داخل حلقه به وجود می‌آید که جهت آن طبق جدول زیر تعیین می‌شود:

چگونگی تغییر شار مغناطیسی	جهت میدان مغناطیسی القایی
افزایش	در خلاف جهت میدان مغناطیسی اصلی
کاهش	هم‌جهت با میدان مغناطیسی اصلی

۲ قاعدهٔ دست راست برای تعیین جهت جریان القایی: اگر چهار انگشت دست راست را در جهت میدان مغناطیسی در داخل حلقه قرار دهیم، شست دست جهت جریان القایی در حلقه را نشان می‌دهد (شکل مقابل):

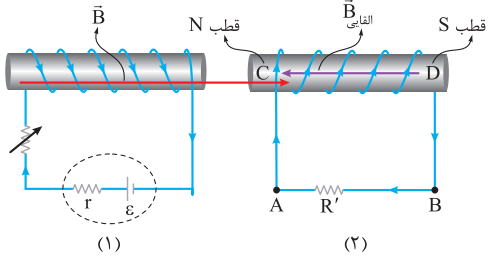


گام ۱ در شکل زیر، جریان عبوری از سیم‌لولهٔ (۱) و به کمک قاعدهٔ دست راست، جهت میدان مغناطیسی این سیم‌لوله $(\vec{B})$ را نشان داده‌ایم. با کاهش مقاومت رئوستا، جریان عبوری از سیم‌لولهٔ (۱) و در نتیجه اندازهٔ $\vec{B}$ و شار مغناطیسی عبوری از سیم‌لولهٔ (۲) افزایش می‌یابد.

گام ۲ طبق قانون لنز، برای جلوگیری از این افزایش شار، میدان مغناطیسی القایی در سیم‌لولهٔ (۲) $(\vec{B}_{\text{القایی}})$ در خلاف جهت $\vec{B}$ یعنی به طرف چپ است.

گام ۳ حالا اگر دوباره از قاعدهٔ دست راست کمک بگیریم، جریان القایی در سیم‌لولهٔ (۲) در جهت نشان داده شده در شکل زیر خواهد بود؛ با کمی دقت می‌توان فهمید، جهت جریان القایی در مقاومت R'، از B به A است.

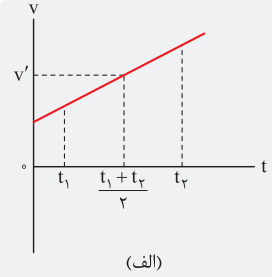
گام ۴ می‌دانیم جهت میدان مغناطیسی القایی در سیم‌لولهٔ (۲) از قطب S به قطب N است؛ بنابراین D، قطب S سیم‌لولهٔ (۲) است.



(۱) (۲)

۵۱- گزینه ۳

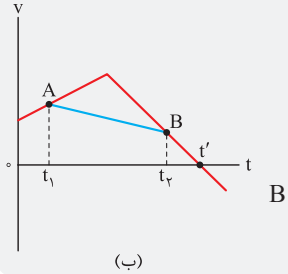
درس‌نامه ۱ در حرکت راست‌خط شتاب ثابت، سرعت متوسط در بازهٔ زمانی Δt برابر سرعت متحرک در لحظهٔ وسط این بازهٔ زمانی است. مثلاً در نمودار سرعت ـ زمان شکل (الف)، سرعت متوسط متحرک در بازهٔ $t_۱$ تا $t_۲$ برابر v' است.



(الف)

۲ شیب خط گذرنده از دو نقطهٔ نمودار سرعت ـ زمان برای یک بازهٔ زمانی معین برابر شتاب متوسط در آن بازهٔ زمانی است. مثلاً در شکل (ب)، شیب خط AB برابر شتاب متوسط در بازهٔ $t_۱$ تا $t_۲$ است.

شتاب متوسط متحرک در بازهٔ $t_۱$ تا $t_۲$ = شیب خط گذرنده از دو نقطهٔ A و B

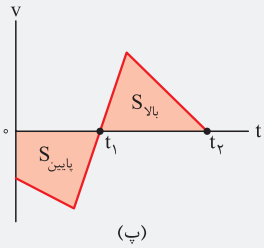


(ب)

۳ الف) اگر نمودار سرعت ـ زمان یک متحرک زیر محور t باشد، جهت بردار سرعت منفی است. (در شکل (پ) در بازهٔ صفر تا $t_۱$ جهت سرعت منفی است.)

ب) اگر نمودار سرعت ـ زمان بالای محور t باشد، جهت بردار سرعت مثبت است. (در شکل (پ) در بازهٔ $t_۱$ تا $t_۲$ جهت سرعت مثبت است.)

پ) اگر مانند شکل (پ) بخشی از نمودار سرعت ـ زمان بالای محور t و بخشی از آن پایین محور t باشد، باید اختلاف مساحت‌های بالا و پایین $(S_{\text{بالا}}-S_{\text{پایین}})$ را حساب کنیم. اگر حاصل مثبت باشد، بردار سرعت متوسط در جهت محور x و اگر منفی باشد، در خلاف جهت محور x خواهد بود.

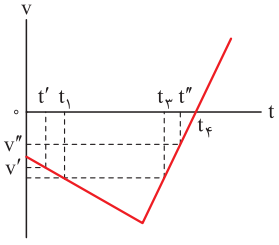


(پ)

عبارت‌ها را یکی‌یکی بررسی می‌کنیم.

الف) در شکل (الف)، سرعت در لحظهٔ وسط بازهٔ زمانی صفر تا $t_۱$ را با v' و سرعت در لحظهٔ وسط بازهٔ زمانی $t_۳$ تا $t_۴$ را با v'' نشان داده‌ایم؛ بنابراین با توجه به شکل می‌توانیم بگوییم:

$$|v'|>|v''|$$



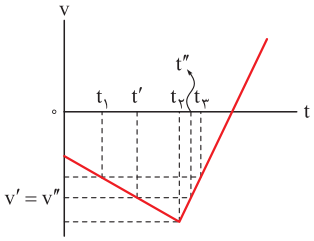
(الف)

اندازهٔ سرعت متوسط در بازهٔ $t_۳$ تا $t_۴$ > اندازهٔ سرعت متوسط در بازهٔ صفر تا $t_۱$ $\Rightarrow$

از آن‌جایی که نمودار سرعت ـ زمان، در بازهٔ زمانی صفر تا $t_۴$ زیر محور t قرار دارد، پس متحرک در این بازه تغییر جهت نداده و در نتیجه تندی متوسط در بازه‌های زمانی صفر تا $t_۱$ و $t_۳$ تا $t_۴$ برابر اندازهٔ سرعت متوسط در این بازه‌ها است و داریم:

× تندی متوسط در بازهٔ $t_۳$ تا $t_۴$ > تندی متوسط در بازهٔ صفر تا $t_۱$

ب) در شکل (ب) نشان داده‌ایم که سرعت در لحظه‌های وسط بازه‌های زمانی $t_۱$ تا $t_۲$ و $t_۳$ تا $t_۴$ برابر است $(v'=v'')$؛ بنابراین عبارت (ب) درست است. ✓



(ب)

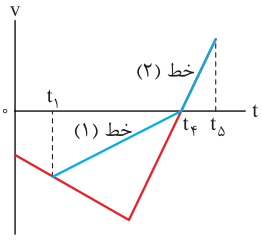
پ) بردار سرعت متحرک در لحظهٔ $t_۴$ تغییر جهت داده است. برای همین ما در شکل (پ) خط گذرنده از دو نقطهٔ نمودار در لحظه‌های $t_۱$ و $t_۴$ و هم‌چنین خط گذرنده از دو نقطهٔ نمودار در لحظه‌های $t_۴$ و $t_۵$ را رسم کرده‌ایم. واضح است که شیب خط (۱) از شیب خط (۲) کم‌تر است؛ پس داریم:

× اندازهٔ شتاب متوسط در بازهٔ $t_۴$ تا $t_۵$ < اندازهٔ شتاب متوسط در بازهٔ $t_۱$ تا $t_۴$

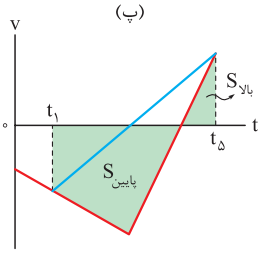
ت) در شکل (ت) می‌بینید که شیب خط گذرنده از دو نقطهٔ نمودار در لحظه‌های $t_۱$ و $t_۵$ مثبت است؛ پس جهت شتاب متوسط در این بازهٔ زمانی در جهت مثبت محور x است. اما در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۵$ مساحت محصور در پایین محور t $(S_{\text{پایین}})$ از مساحت محصور در بالای محور t $(S_{\text{بالا}})$ بزرگ‌تر است و داریم:

$$S_{\text{بالا}}-S_{\text{پایین}}<۰$$

$\Rightarrow$ سرعت متوسط در بازهٔ $t_۱$ تا $t_۵$ < ۰



(پ)



(ت)

بنابراین جهت سرعت متوسط در بازهٔ $t_۱$ تا $t_۵$ در خلاف جهت شتاب متوسط در این بازه است. ✓

۵۲- گزینه ۴

درس‌نامه جابه‌جایی متحرک در T ثانیهٔ nاُم: سرعت اولیهٔ متحرک

$$\Delta x_n = (n - \circ/\Delta)aT^{۲} + v_\circ T$$

شتاب متحرک

گام با جای‌گذاری داده‌ها در رابطهٔ زیر می‌توانیم بنویسیم:

$$\Delta x_n = (n-\circ/\Delta)aT^{۲} + v_\circ T \begin{cases} T=۴\,s, n_۱=۲ \\ \Delta x_۲ = ۴\circ\circ\,m \end{cases} \rightarrow ۴\circ\circ = (۲-\circ/\Delta)a(۴)^{۲} + ۴v_\circ$$

$$\Delta x_n = (n-\circ/\Delta)aT^{۲} + v_\circ T \begin{cases} T=۴\,s, n_۲=۴ \\ \Delta x_۴ = ۳\circ۴\,m \end{cases} \rightarrow ۳\circ۴ = (۴-\circ/\Delta)a(۴)^{۲} + ۴v_\circ$$

گام حالا با تشکیل دستگاه می‌توانیم شتاب متحرک را به دست آوریم:

$$\Rightarrow \begin{cases} ۴\circ\circ = ۲۴a + ۴v_\circ \\ ۳\circ۴ = ۵۶a + ۴v_\circ \end{cases} \Rightarrow -۹۶ = ۳۲a \Rightarrow |a| = ۳\,m/s^{۲}$$

۵۳- گزینه ۲

استراتژی ابتدا معادلهٔ مکان ـ زمان متحرک A را از روی نمودار به دست آورید، سپس از روی سرعت متوسط متحرک A در ۶ ثانیهٔ اول، سرعت و معادلهٔ مکان ـ زمان متحرک B را محاسبه کنید و در نهایت از روی دو معادله، لحظات به هم رسیدن دو متحرک و تندی متوسط متحرک A در این بازهٔ زمانی را به دست آورید.

درس‌نامه ۱ در حرکت با شتاب ثابت، سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۲$ با سرعت لحظه‌ای متحرک در لحظهٔ $t = \frac{t_۱ + t_۲}{۲}$ برابر است.

۲ با داشتن ۳ نقطه از نمودار مکان ـ زمان حرکت با شتاب ثابت، می‌توانیم معادلهٔ مکان ـ زمان متحرک را به دست بیاوریم.

۳ لحظه‌ای که دو متحرک از کنار هم عبور می‌کنند، همان لحظه‌ای است که نمودار مکان ـ زمان دو متحرک یکدیگر را قطع می‌کنند.

گام ابتدا معادلهٔ مکان ـ زمان متحرک A (حرکت با شتاب ثابت) را به دست می‌آوریم.

$$\begin{cases} t_۱ = ۲\,s : x_۱ = \circ \\ t_۲ = ۳/۵\,s : x_۲ = -۳/۷۵\,m \\ t_۳ = ۶\,s : x_۳ = \circ \end{cases} \xrightarrow{x=\frac{۱}{۲}at^{۲}+v_\circ t+x_\circ}$$

$$\begin{cases} \circ = \frac{۱}{۲}a(۲^{۲}) + v_\circ(۲) + x_\circ \Rightarrow ۲a + ۲v_\circ + x_\circ = \circ \\ -۳/۷۵ = \frac{۱}{۲}a(۳/۵^{۲}) + v_\circ(۳/۵) + x_\circ \Rightarrow \frac{۴۹}{۸}a + ۳/۵v_\circ + x_\circ = -۳/۷۵ \\ \circ = \frac{۱}{۲}a(۶^{۲}) + v_\circ(۶) + x_\circ \Rightarrow ۱۸a + ۶v_\circ + x_\circ = \circ \end{cases}$$

$$\xrightarrow{x_۱ = x_۳ = \circ} ۲a + ۲v_\circ + x_\circ = ۱۸a + ۶v_\circ + x_\circ \Rightarrow -۴v_\circ = ۱۶a \Rightarrow v_\circ = -۴a$$

$$\xrightarrow{x_۱ = \circ} ۲a + ۲(-۴a) + x_\circ = \circ \Rightarrow x_\circ = ۶a$$

$$\xrightarrow{x_۲ = -۳/۷۵\,m} -۳/۷۵ = \frac{۴۹}{۸}a + ۳/۵(-۴a) + ۶a \Rightarrow -۳/۷۵ = -\frac{۱۵}{۸}a \Rightarrow a = ۲\,m/s^{۲}$$

$$\xrightarrow[x_\circ = ۶a]{v_\circ = -۴a} \begin{cases} v_\circ = -۸\,m/s \\ x_\circ = ۱۲\,m \end{cases} \Rightarrow x_A = \frac{۱}{۲}at^{۲} + v_\circ t + x_\circ \Rightarrow x_A = t^{۲} - ۸t + ۱۲$$

گام به کمک سرعت متوسط متحرک A در ۶ ثانیهٔ اول، سرعت متحرک B (حرکت یکنواخت) و معادلهٔ $x - t$ آن را می‌نویسیم.

$$v_{av,A} = \frac{\Delta x_A}{\Delta t} = \frac{x_۶ - x_\circ}{\Delta t} \xrightarrow[\Delta t = ۶\,s]{x_\circ = ۱۲\,m, x_۶ = \circ} v_{av,A} = \frac{\circ - ۱۲}{۶} = -۲\,m/s$$

$$\xrightarrow{v_B = v_{av,A}} v_B = -۲\,m/s$$

$$x_B = vt + x_\circ \xrightarrow[t=۳/۵\,s, x_B = \circ]{v=-۲\,m/s} \circ = -۲(۳/۵) + x_\circ$$

$$\Rightarrow x_\circ = ۷\,m \Rightarrow x_B = -۲t + ۷$$

گام با داشتن معادلهٔ مکان ـ زمان دو متحرک، لحظه‌هایی را که دو متحرک به هم می‌رسند، محاسبه می‌کنیم.

$$x_A = x_B \Rightarrow t^{۲} - ۸t + ۱۲ = -۲t + ۷ \Rightarrow t^{۲} - ۶t + ۵ = \circ \Rightarrow \begin{cases} t' = ۱\,s \\ t'' = ۵\,s \end{cases}$$

گام با توجه به معادلهٔ مکان ـ زمان متحرک A و این‌که متحرک A در لحظهٔ $t = \frac{۲+۶}{۲} = ۴\,s$ تغییر جهت می‌دهد، مسافت طی‌شده و تندی متوسط متحرک را از $t' = ۱\,s$ تا $t'' = ۵\,s$ به دست می‌آوریم:

$$x_A = t^{۲} - ۸t + ۱۲ \Rightarrow \begin{cases} t' = ۱\,s \Rightarrow x_۱ = ۱ - ۸ + ۱۲ = ۵\,m \\ t = ۴\,s \Rightarrow x_۲ = (۴)^{۲} - ۸(۴) + ۱۲ = -۴\,m \\ t'' = ۵\,s \Rightarrow x_۳ = (۵)^{۲} - ۸(۵) + ۱۲ = -۳\,m \end{cases}$$

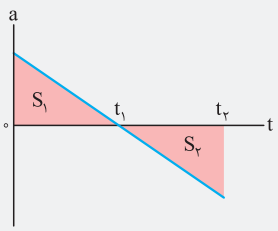
$$\Rightarrow \ell = |x_۲ - x_۱| + |x_۳ - x_۲| \Rightarrow \ell = |-۴-۵| + |-۳-(-۴)| = ۹ + ۱ = ۱\circ\,m$$

$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} \Rightarrow s_{av} = \frac{۱\circ}{۵-۱} = ۲/۵\,m/s$$

۵۴- گزینه ۲

استراتژی در سؤالاتی که نمودار شتاب ـ زمان متحرکی را به شما می‌دهند، نمودار سرعت ـ زمان متحرک را رسم کنید. چون با استفاده از نمودار سرعت ـ زمان متحرک، می‌توانید مسافت طی‌شده، جابه‌جایی، سرعت متوسط، تندی متوسط و ... را به دست بیاورید.

درس‌نامه ۱ مساحت محصور بین نمودار شتاب ـ زمان و محور t در یک بازهٔ زمانی، برابر با اندازهٔ تغییرات سرعت است. اگر نمودار شتاب ـ زمان بالای محور t باشد، علامت تغییرات سرعت مثبت و اگر پایین محور t باشد، علامت تغییرات سرعت منفی است.



تغییرات سرعت در بازهٔ زمانی صفر تا $t_۱$: $\Delta v_۱ = S_۱$

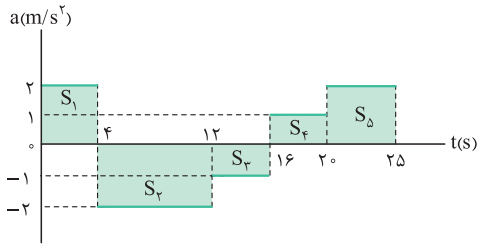
تغییرات سرعت در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۲$: $\Delta v_۲ = -S_۲$

تغییرات سرعت در بازهٔ زمانی صفر تا $t_۲$: $\Delta v = S_۱ - S_۲$

۲ سرعت متوسط: نسبت جابه‌جایی متحرک به مدت‌زمان جابه‌جایی: $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

۳ تندی متوسط: نسبت مسافت طی‌شده به مدت‌زمان: $s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t}$

گام قبل از این‌که عبارت‌ها را بررسی کنیم، باید نمودار سرعت ـ زمان متحرک را رسم کنیم. پس به سراغ مساحت محصور بین نمودار شتاب ـ زمان و محور t می‌رویم (شکل (الف))، تا با استفاده از آن بتوانیم نمودار سرعت ـ زمان متحرک را رسم کنیم.



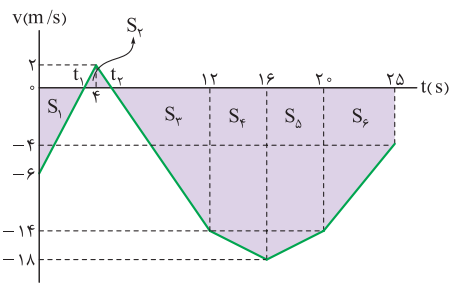
(الف)

$$\Delta v_۱ = S_۱ = ۲ \times ۴ = ۸\,m/s \;,\; \Delta v_۲ = -S_۲ = -(۱۲-۴) \times ۲ = -۱۶\,m/s$$

$$\Delta v_۳ = -S_۳ = -(۱۶-۱۲) \times ۱ = -۴\,m/s \;,\; \Delta v_۴ = S_۴ = (۲۰-۱۶) \times ۱ = ۴\,m/s$$

$$\Delta v_۵ = S_۵ = (۲۵-۲۰) \times ۲ = ۱۰\,m/s$$

گام حالا می‌توانیم نمودار سرعت ـ زمان متحرک را رسم کنیم. (شکل (ب)).



(ب)

عجب نموداری شد! برای این‌که نمودارمان کامل‌تر شود، لحظه‌های $t_۱$ و $t_۲$ را با استفاده از تشابه مثلث‌ها به دست می‌آوریم. (با کمک معادلهٔ سرعت ـ زمان هم می‌توانید به دست بیاورید.)

$$\frac{۲}{۶}=\frac{۴-t_۱}{t_۱} \Rightarrow t_۱=۱۲-۳t_۱ \Rightarrow ۴t_۱=۱۲ \Rightarrow t_۱=۳\,s$$

$$\frac{۲}{۱۴}=\frac{t_۲-۴}{۱۲-t_۲} \Rightarrow ۱۲-t_۲=۷t_۲-۲۸ \Rightarrow ۸t_۲=۴۰ \Rightarrow t_۲=۵\,s$$

گام حالا به سراغ بررسی عبارت‌ها می‌رویم.

(الف) سرعت متحرک در بازهٔ زمانی $t_۱=۳\,s$ تا $t_۲=۵\,s$ مثبت است؛ بنابراین متحرک در این بازهٔ زمانی (یعنی ۲ s) در جهت محور x حرکت می‌کند. ✓

(ب) برای این‌که مسافت طی‌شده توسط متحرک در بازهٔ زمانی $t_۱=۰\,s$ تا $t_۲=۲۵\,s$ را به دست بیاوریم، از مساحت محصور بین نمودار سرعت ـ زمان و محور t استفاده می‌کنیم (شکل (ب)).

$$\ell=S_۱+S_۲+S_۳+S_۴+S_۵+S_۶$$
$$=\frac{۳\times۶}{۲}+\frac{(۵-۳)\times(۲)}{۲}+\frac{(۱۲-۵)\times(۱۴)}{۲}+\frac{(۱۴+۱۸)\times(۱۶-۱۲)}{۲}$$
$$+\frac{(۱۴+۱۸)\times(۲۰-۱۶)}{۲}+\frac{(۱۴+۴)\times(۲۵-۲۰)}{۲}$$
$$=۹+۲+۴۹+۶۴+۶۴+۴۵=۲۳۳\,m$$

پس مسافت طی‌شده توسط متحرک در کل حرکت، برابر با ۲۳۳ m است. ×

(پ) در بازهٔ زمانی که نمودار سرعت ـ زمان متحرک به محور t نزدیک می‌شود، نوع حرکت متحرک کندشونده است؛ بنابراین با توجه به شکل (ب)، نوع حرکت متحرک در بازه‌های زمانی (۰ s,۳ s)، (۴ s,۵ s) و (۱۶ s,۲۵ s) کندشونده است که مجموعاً برابر با ۱۳ s (۹+۱+۳=) است. این مقدار را نسبت به کل زمان برحسب درصد به دست می‌آوریم.

$$\frac{۱۳}{۲۵}\times۱۰۰=٪۵۲$$ ×

(ت) مسافت طی‌شده توسط متحرک در کل زمان حرکت را در عبارت (ب) به دست آوردیم؛ پس می‌توانیم تندی متوسط متحرک در کل زمان حرکت را با جای‌گذاری داده‌ها در رابطهٔ مقابل محاسبه کنیم.

$$s_{av}=\frac{\ell}{\Delta t} \xrightarrow[\Delta t=۲۵\,s]{\ell=۲۳۳\,m} s_{av}=\frac{۲۳۳}{۲۵}=۹/۳۲\,m/s$$

اما برای محاسبهٔ سرعت متوسط متحرک در کل زمان حرکت به جابه‌جایی متحرک در این بازهٔ زمانی نیاز داریم. با توجه به شکل (ب) و با استفاده از مساحت محصور بین نمودار سرعت ـ زمان متحرک و محور t، جابه‌جایی متحرک در کل زمان حرکت را به دست می‌آوریم.

$$\Delta x=-S_۱+S_۲-S_۳-S_۴-S_۵-S_۶=-۹+۲-۴۹-۶۴-۶۴-۴۵=-۲۲۹\,m$$

در نهایت با جای‌گذاری داده‌ها در رابطهٔ زیر، سرعت متوسط متحرک در کل زمان حرکت را محاسبه می‌کنیم.

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t} \xrightarrow[\Delta t=۲۵\,s]{\Delta x=-۲۲۹\,m} v_{av}=-\frac{۲۲۹}{۲۵}=-۹/۱۶\,m/s \Rightarrow |v_{av}|=۹/۱۶\,m/s$$

همان‌طور که می‌بینید، تندی متوسط متحرک در کل زمان حرکت به اندازهٔ $۹/۳۲-۹/۱۶=۰/۱۶\,m/s$ بیشتر از بزرگی سرعت متوسط آن در این بازهٔ زمانی است. ✓

۵۵- گزینه ۱

درس‌نامه شتاب گرانش در اطراف کرهٔ زمین، با مربع فاصله از مرکز زمین نسبت وارون دارد.

$$\frac{g'}{g}=\left(\frac{R_e}{R_e+h}\right)^۲$$

g': شتاب گرانش در ارتفاع h از سطح زمین، g: شتاب گرانش در سطح زمین، R_e+h: فاصله از سطح زمین، R_e: شعاع زمین

$$\frac{g'}{g}=\left(\frac{R_e}{R_e+h}\right)^۲ \xrightarrow{h=۴R_e} \frac{g'}{g}=\left(\frac{R_e}{۵R_e}\right)^۲=\frac{۱}{۲۵}=۰/۰۴ \Rightarrow g'=۰/۰۴\,g$$

$$\text{درصد تغییرات } g=\frac{g'-g}{g}\times۱۰۰=\frac{۰/۰۴g-g}{g}\times۱۰۰=-۰/۹۶\times۱۰۰=-٪۹۶$$

۵۶- گزینه ۴

درس‌نامه

۱ نیروی اصطکاک جنبشی:

$$f_k=\mu_k\times F_N \rightarrow \text{نیروی عمودی سطح (N)}$$

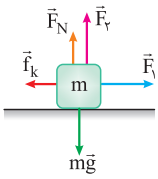
f_k: نیروی اصطکاک جنبشی (N)، μ_k: ضریب اصطکاک جنبشی

۲ رابطهٔ قانون دوم نیوتون:

$$F_{net}=ma \rightarrow \text{شتاب (N/kg)}$$

F_{net}: نیروی خالص وارد بر جسم (N)، m: جرم (kg)

گام ابتدا قانون دوم نیوتون را در راستای قائم می‌نویسیم و نیروی عمودی سطح و در ادامه نیروی اصطکاک را به دست می‌آوریم: $(F_۱=F_۲=F)$



$$(F_{net})_y=۰ \Rightarrow F_N+F_۲-mg=۰ \Rightarrow F_N=mg-F$$
$$f_k=\mu_k\times F_N=\mu_k(mg-F)$$

گام قانون دوم نیوتون را در راستای افقی می‌نویسیم:

$$(F_{net})_x=ma \Rightarrow F_۱-f_k=ma \Rightarrow F-\mu_k(mg-F)=ma$$
$$\Rightarrow F-۰/۲۵(۴۰-F)=۴\times۲/۵ \Rightarrow F-۱۰+۰/۲۵F=۱۰$$
$$\Rightarrow ۱/۲۵F=۲۰ \Rightarrow F=۱۶\,N$$

گام در حالت جدید، قانون دوم نیوتون را دوباره در راستای افقی می‌نویسیم:

$$F'-f'_k=ma' \xrightarrow{F'=۱/۲۵F=۲۰\,N} ۲۰-۰/۲۵(۴۰-۲۰)=۴a'$$
$$\Rightarrow ۲۰-۵=۴a' \Rightarrow a'=۳/۷۵\,m/s^۲$$

گام در آخر درصد تغییر شتاب را محاسبه می‌کنیم.

$$\frac{a'-a}{a}\times۱۰۰=\frac{۳/۷۵-۲/۵}{۲/۵}\times۱۰۰=٪۵۰$$

۵۷- گزینه ۴

درس‌نامه ۱ بیشینهٔ نیروی اصطکاک ایستایی که جسم برای شروع حرکت با آن روبه‌رو می‌شود، نیروی اصطکاک در آستانهٔ حرکت نامیده می‌شود و جهت آن در خلاف جهتی است که جسم می‌خواهد شروع به حرکت کند.

$$f_{s,max}=\mu_s\times F_N \rightarrow \text{نیروی عمودی سطح (N)}$$

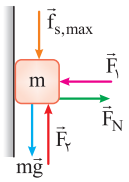
$f_{s,max}$: بیشینهٔ نیروی اصطکاک ایستایی (N)، μ_s: ضریب اصطکاک ایستایی

۲ دو نیروی عمودی سطح و نیروی اصطکاک از طرف سطح بر جسم اثر می‌کنند. این دو نیرو بر هم عمود بوده و برایند آن‌ها، نیروی سطح بر جسم نام دارد.

$$R=\sqrt{f^۲+F_N^۲}$$

در رابطهٔ بالا f می‌تواند f_s، $f_{s,max}$ یا f_k باشد.

گام نیروهای وارد بر جسم در آستانهٔ حرکت را رسم می‌کنیم:



$$(F_{net})_x=۰ \Rightarrow F_N=F_۱$$

گام نیروهای $f_{s,max}$ و F_N را به دست می‌آوریم:

$$f_{s,max}=\mu_s\times F_N=۰/۵F_N$$

$$R=\sqrt{F_N^۲+f_{s,max}^۲} \xrightarrow[f_{s,max}=۰/۵F_N]{R=۳۴\sqrt{۵}\,N} ۳۴\sqrt{۵}=\sqrt{(F_N)^۲+(۰/۵F_N)^۲}$$
$$\Rightarrow ۳۴\sqrt{۵}=\sqrt{\frac{۵}{۴}F_N^۲} \Rightarrow ۳۴\sqrt{۵}=\frac{۱}{۲}F_N\times\sqrt{۵} \Rightarrow F_N=۶۸\,N$$
$$f_{s,max}=۰/۵\times۶۸=۳۴\,N$$

گام نیروی خالص در راستای قائم را برابر صفر قرار می‌دهیم و جرم را به دست می‌آوریم:

$$(F_{net})_y=۰ \Rightarrow F_۲-f_{s,max}-mg=۰ \Rightarrow F_۲-f_{s,max}=mg$$
$$\xrightarrow[f_{s,max}=۳۴\,N]{F_۲=۳۵\,N} ۳۵-۳۴=mg \Rightarrow ۱=۱۰m \Rightarrow m=\frac{۱}{۱۰}\,kg \Rightarrow m=۱۰۰\,g$$

۵۸- گزینه ۲

درس‌نامه انتشار موج عرضی: ۱ هرگاه جهت انتشار موج عرضی به سمت چپ باشد، هر ذره از محیط می‌خواهد حرکت ذرهٔ سمت راست خود را تکرار کند. (به طور متناظر، این نکته را در مورد انتشار موج عرضی به سمت راست نیز می‌توانیم به کار ببریم.)

۲ مسافتی که هر ذره از محیط در مدت یک دوره طی می‌کند، به اندازهٔ ۴ برابر دامنه است، اما جابه‌جایی آن در مدت یک دوره، صفر است.

۳ تندی انتشار موج عرضی در یک محیط ثابت است و از روابط زیر به دست می‌آید:

$$v=\frac{\lambda\ (\text{طول موج})}{T\ (\text{دوره})}\Rightarrow v=\frac{\ell\ (\text{مسافت})}{\Delta t\ (\text{بازهٔ زمانی})}\rightarrow \text{تندی}\ (m/s)$$

موارد (الف) تا (ت) را به ترتیب بررسی می‌کنیم:

(الف) نقطهٔ M می‌خواهد حرکت ذرهٔ سمت راست خود را تکرار کند؛ پس به سوی بالا حرکت می‌کند و چون از مرکز نوسان خود دور می‌شود، حرکت کندشونده دارد. ✓

(ب) ابتدا دورهٔ حرکت را محاسبه می‌کنیم.

$$\frac{5}{4}\lambda=20\Rightarrow\lambda=16\ cm=16\times10^{-2}\ m$$

$$v=\frac{\lambda}{T}\Rightarrow 8=\frac{16\times10^{-2}}{T}\Rightarrow T=2\times10^{-2}\ s$$ ✓

در مدت $0/01\ s$ که معادل $\frac{T}{2}$ است، هر ذره از محیط مسافتی به اندازهٔ ۲ برابر دامنه را می‌پیماید که $8\ cm$ است. ✓

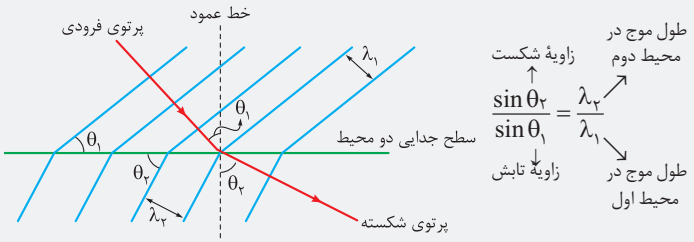
(پ) جابه‌جایی هر ذره از محیط در مدت یک دوره یعنی $0/02\ s$ برابر صفر است. البته فقط نقاطی از تصویر که در مرکز نوسان خود قرار دارند، پس از $0/01\ s$ جابه‌جایی صفر دارند، اما این موضوع برای همهٔ ذرات محیط فراگیر نیست. ×

(ت) مسافتی که موج در مدت $0/02\ s$ یعنی یک دوره طی می‌کند برابر $16\ cm$ است.

$$\ell=v\Delta t\Rightarrow \ell=8\times2\times10^{-2}=16\times10^{-2}\ m=16\ cm$$ ×

۵۹- گزینه ۳

درس‌نامه مطابق شکل زیر، وقتی نوری از یک محیط وارد محیط دیگری می‌شود، از مسیر خود منحرف شده و دچار شکست می‌شود و رابطهٔ زیر برقرار است:



◇ در هر محیط، زاویهٔ بین جبههٔ موج و سطح جدایی دو محیط (مانع)، همان زاویهٔ پرتو با خط عمود است.

◇ فاصلهٔ دو جبههٔ موج متوالی در هر محیط، طول موج در آن محیط را نشان می‌دهد.

گام با توجه به شکل $\lambda_1=6\ cm$ است. $\lambda_2=\lambda_1+2\Rightarrow\lambda_2=6+2=8\ cm$

گام با جای‌گذاری داده‌ها در رابطهٔ زیر می‌توانیم بنویسیم: (توجه کنید که در این‌جا $\theta_1=\alpha$ و $\theta_2=\beta$ هستند.)

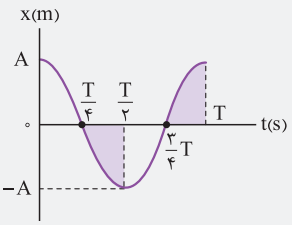
$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}=\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\Rightarrow\frac{\sin\beta}{\sin\alpha}=\frac{8}{6}$$

$$\xrightarrow{\sin\alpha=\sin37^\circ=0/6}\frac{\sin\beta}{0/6}=\frac{8}{6}\Rightarrow\sin\beta=0/8\Rightarrow\beta=53^\circ$$

۶۰- گزینه ۱

درس‌نامه ۱ معادلهٔ مکان ـ زمان و نمودار مکان ـ زمان در حرکت

هماهنگ ساده:



$$x=A\cos\omega t\ (\text{زمان: s})$$

(مکان: m) (بسامد زاویه‌ای: rad/s) (دامنه: m)

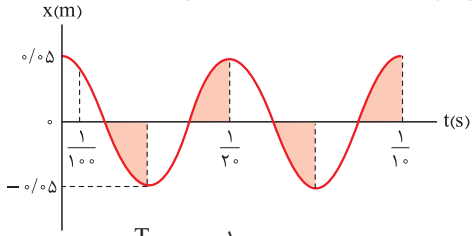
$$\omega=\frac{2\pi}{T}\ (\text{دوره: s})$$

۲ در بازه‌هایی از زمان که اندازهٔ شیب خط مماس بر نمودار مکان ـ زمان رو به کاهش است، حرکت کندشونده است. این بازه‌های زمانی در شکل قبل به صورت رنگ‌شده مشخص شده‌اند و هر کدام معادل $\frac{T}{4}$ هستند.

گام با استفاده از معادلهٔ مکان ـ زمان نوسانگر، دورهٔ حرکت را به دست می‌آوریم:

$$x=0/05\cos40\pi t\ \text{و}\ \omega=\frac{2\pi}{T}=40\pi\Rightarrow\frac{2}{T}=40\Rightarrow T=\frac{2}{40}=\frac{1}{20}\ s$$

گام بازهٔ زمانی $t_1=0/01\ s$ تا $t_2=0/15\ s$ را روی نمودار مکان ـ زمان مشخص می‌کنیم. در این بازهٔ زمانی، نوع حرکت نوسانگر در ۴ قسمت رنگی مشخص‌شده، کندشونده است.



$$\text{زمان حرکت کندشونده}=4\times\frac{T}{4}=T=\frac{1}{20}\ s$$

۶۱- گزینه ۲

شفاف‌سازی فاصلهٔ یک قله و یک درهٔ بعد از آن برابر با نصف طول موج $(\frac{\lambda}{2})$ است.

درس‌نامه ۱ تندی انتشار موج عرضی در تار تحت کشش:

$$v=\frac{2}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}}$$

(F: نیروی کشش (N)، D: قطر مقطع (m)، ρ: چگالی (kg/m³))

۲ رابطهٔ بین تندی انتشار موج، بسامد موج و طول موج:

$$\lambda=\frac{v}{f}$$

(v: تندی انتشار موج (m/s)، f: بسامد (Hz)، λ: طول موج (m))

گام فاصلهٔ یک قله تا یک درهٔ بعد از آن، برابر با نصف طول موج $(\frac{\lambda}{2})$ است؛ بنابراین می‌توانیم بنویسیم:

$$\frac{\lambda}{2}=\frac{5}{100}\Rightarrow\lambda=0/1\ m$$

گام برای این‌که بسامد ایجادشده در تار را به دست بیاوریم، به تندی انتشار موج نیاز داریم. با جای‌گذاری داده‌ها در رابطهٔ زیر تندی انتشار موج را به دست می‌آوریم:

$$v=\frac{2}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}}\xrightarrow[F=267\ N,\rho=8900\ kg/m^3]{D=8\times10^{-3}\ m,\pi=3}v=\frac{2}{8\times10^{-3}}\sqrt{\frac{267}{8900\times3}}=25\ m/s$$

گام حالا می‌توانیم بسامد ایجادشده در تار را محاسبه کنیم:

$$\lambda=\frac{v}{f}\xrightarrow[v=25\ m/s]{\lambda=0/1\ m}\frac{1}{10}=\frac{25}{f}\Rightarrow f=250\ Hz$$

۶۲- گزینه ۲

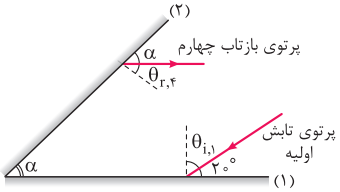
نکته در دو آینهٔ متقاطع، زاویهٔ تابش یا بازتاب در برخورد nامین پرتو به آینه‌ها از رابطهٔ مقابل به دست می‌آید:

$$\theta_{i,n}=\theta_{r,n}=|(n-1)\alpha-\theta_{i,1}|$$

در این رابطه α زاویهٔ بین دو آینه و $\theta_{i,1}$ زاویهٔ تابش در اولین برخورد پرتو به آینه‌ها است.

گام دومین برخورد به آینهٔ (۲)، چهارمین برخورد به هر دو آینه است، پس $n=4$ است؛ بنابراین می‌توانیم بگوییم چهارمین پرتوی بازتاب‌شده از دو آینه موازی آینهٔ (۱) است.

در شکل روبه‌رو پرتوی تابش اولیه و پرتوی بازتاب چهارم را رسم کرده‌ایم. از قضیهٔ دو خط موازی و یک خط مورب در هندسه کمک گرفتیم و زاویهٔ α را در محل برخورد چهارم پرتو نشان داده‌ایم.



با توجه به شکل می‌توانیم $\theta_{i,1}$ و $\theta_{r,4}$ را به این صورت نشان دهیم:

$$\theta_{i,1}=90^\circ-20^\circ=70^\circ\qquad\theta_{r,4}=90^\circ-\alpha$$

گام کافی است اطلاعاتمان را در رابطهٔ نکته بالا قرار دهیم و به پاسخ تست برسیم:

$$\theta_{r,n}=(n-1)\alpha-\theta_{i,1}\xrightarrow{n=4}90^\circ-\alpha=(4-1)\alpha-70^\circ$$

$$\Rightarrow4\alpha=160^\circ\Rightarrow\alpha=40^\circ$$

۶۳- گزینه ۳

درس‌نامه ۱ اگر بخواهیم عدد کوانتومی (n) خط طیف گسیلی اتم هیدروژن در هر رشته (n') را با استفاده از شمارهٔ خط طیفی آن رشته به دست بیاوریم، به این صورت عمل می‌کنیم که شمارهٔ خط طیفی $n-n'$ است. مثلاً عدد کوانتومی (n) سومین خط طیف گسیلی اتم هیدروژن در رشتهٔ پاشن $(n'=3)$ برابر است با: $n=3+3=6$

۲ کم‌ترین بسامد فوتون گسیلی یا جذبی ناشی از کم‌ترین انرژی ممکن است؛ یعنی حالتی که الکترون به نزدیک‌ترین مدار مجاور خود برود.

۳ **طول موج خط‌های طیف گسیلی اتم هیدروژن در هر رشته:**

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

(n': شمارهٔ رشته)

گام سومین خط رشتهٔ پاشن یعنی:

$$\begin{cases} n' = 3 \\ n = 3+3 = 6 \end{cases}$$

گام کم‌ترین بسامد رشتهٔ براکت یعنی:

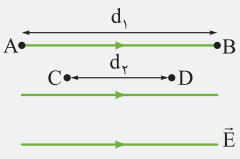
$$\begin{cases} n' = 4 \\ n = 5 \end{cases}$$

گام نسبت بسامدها را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{f_{\text{پاشن}}}{f_{\text{براکت}}} = \frac{\frac{1}{\lambda_{\text{پاشن}}}}{\frac{1}{\lambda_{\text{براکت}}}} = \frac{R(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{6^2})}{R(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{5^2})} = \frac{\frac{1}{9} - \frac{1}{36}}{\frac{1}{16} - \frac{1}{25}} \Rightarrow \frac{f_{\text{پاشن}}}{f_{\text{براکت}}} = \frac{\frac{1}{12}}{\frac{9}{400}} = \frac{400}{12\times 9} = \frac{100}{27}$$

۶۴- گزینه ۱

درس‌نامه در میدان الکتریکی یکنواخت، میدان الکتریکی در هر نقطهٔ دلخواه در این میدان، مقداری ثابت است؛ بنابراین می‌توانیم بنویسیم:

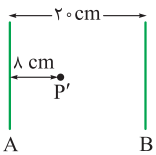


$$E_{AB} = E_{CD} \Rightarrow \frac{V_B - V_A}{d_1} = \frac{V_D - V_C}{d_2}$$

گام با توجه به این‌که میدان الکتریکی بین صفحات، یکنواخت است، در حالت اول اختلاف پتانسیل بین نقطهٔ P و صفحهٔ B را به دست می‌آوریم:

$$E = \frac{V_A - V_B}{d_{AB}} = \frac{V_P - V_B}{d_{PB}} \Rightarrow \frac{100}{16} = \frac{\Delta V_{PB}}{12} \Rightarrow \Delta V_{PB} = 75\ V$$

گام در حالت دوم با تغییر فاصلهٔ بین صفحات و جابه‌جاشدن نقطهٔ P مانند گام اول رفتار می‌کنیم. حالت جدید صفحات و نقطهٔ P در حالت جدید که P' نام‌گذاری شده، در شکل مقابل مشخص شده است.



$$E' = \frac{V_A - V_B}{d_{AB}} = \frac{V_{P'} - V_B}{d_{P'B}} \Rightarrow \frac{100}{20} = \frac{\Delta V_{P'B}}{12} \Rightarrow \Delta V_{P'B} = 60\ V$$

گام پتانسیل الکتریکی نقطهٔ P در حالت دوم و اول را مقایسه می‌کنیم:

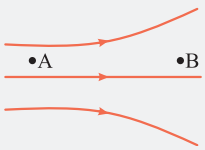
$$\Delta V_{P'B} - \Delta V_{PB} = (V_{P'} - V_B) - (V_P - V_B) = V_{P'} - V_P$$

$$\Rightarrow 60 - 75 = V_{P'} - V_P \Rightarrow V_{P'} - V_P = -15\ V$$

بنابراین پتانسیل نقطهٔ P، ۱۵ ولت کاهش می‌یابد.

۶۵- گزینه ۱

درس‌نامه ۱ هر چه خطوط میدان الکتریکی به یکدیگر نزدیک‌تر باشند، اندازهٔ میدان الکتریکی بزرگ‌تر است.



$$E_A > E_B$$

۲ **تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار ذرهٔ q:**

$$\Delta U_E = -E|q|d\cos\theta$$

(θ: زاویهٔ بین نیروی الکتریکی و جابه‌جایی؛ d: جابه‌جایی (m)؛ E: میدان الکتریکی (N/C))

گام با توجه به پایستگی انرژی مکانیکی، $\Delta U_E + \Delta K = 0$ است. تغییرات انرژی جنبشی در هر سه مسیر یکسان است؛ بنابراین تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی نیز در هر سه مسیر یکسان است.

$$\Delta K_1 = \Delta K_2 = \Delta K_3 \Rightarrow (\Delta U_E)_1 = (\Delta U_E)_2 = (\Delta U_E)_3$$

گام به کمک رابطهٔ $\Delta U_E = -E|q|d\cos\theta$ و برابربودن تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی در هر سه مسیر داریم:

$$-E_1|q|d_1\cos\theta_1 = -E_2|q|d_2\cos\theta_2 = -E_3|q|d_3\cos\theta_3$$

از آن‌جا که $\theta_1 = \theta_2 = \theta_3$ است، داریم:

$$E_1 d_1 = E_2 d_2 = E_3 d_3$$

با توجه به تراکم خطوط میدان الکتریکی، اندازهٔ میدان الکتریکی در حالت سوم از همه بیشتر و در حالت اول از همه کم‌تر است.

$$E_3 > E_2 > E_1 \Rightarrow d_3 < d_2 < d_1$$

۶۶- گزینه ۲

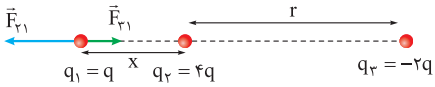
درس‌نامه

قانون کولن:

$$F = k\frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

(k: ثابت کولن $(\frac{N.m^2}{C^2})$؛ r: فاصلهٔ بین دو بار (m)؛ $|q_1||q_2|$: بارهای الکتریکی (C))

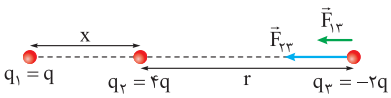
گام نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_1 را به دست می‌آوریم. توجه کنید که q_1 را q فرض می‌کنیم:



$$F_{21} = \frac{k\times q\times 4q}{x^2} = \frac{4kq^2}{x^2} \qquad F_{31} = \frac{k\times q\times|-2q|}{(x+r)^2} = \frac{2kq^2}{(x+r)^2}$$

$$F_{t(q_1)} = \frac{4kq^2}{x^2} - \frac{2kq^2}{(x+r)^2} = 2kq^2(\frac{2}{x^2} - \frac{1}{(x+r)^2})$$

گام نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_3 را به دست می‌آوریم:



$$F_{13} = F_{31} = \frac{2kq^2}{(x+r)^2} \qquad F_{23} = \frac{k\times(4q)\times|-2q|}{r^2} = \frac{8kq^2}{r^2}$$

$$F_{t(q_3)} = \frac{2kq^2}{(x+r)^2} + \frac{8kq^2}{r^2} = 2kq^2(\frac{1}{(x+r)^2} + \frac{4}{r^2})$$

گام بزرگی نیروی خالص وارد بر بار q_1، ۷۰ درصد بیشتر از بزرگی نیروی خالص وارد بر بار q_3 است؛ بنابراین داریم:

$$F_{t(q_1)} = F_{t(q_3)} + 0/7F_{t(q_3)} = 1/7F_{t(q_3)}$$

$$\Rightarrow \frac{2}{x^2} - \frac{1}{(x+r)^2} = \frac{1/7}{(x+r)^2} + \frac{6/8}{r^2} \Rightarrow \frac{2}{x^2} - \frac{2/7}{(x+r)^2} = \frac{6/8}{r^2}$$

$$\xrightarrow{\times r^2} \frac{2r^2}{x^2} - \frac{2/7r^2}{(x+r)^2} = 6/8 \Rightarrow \frac{2}{(\frac{x}{r})^2} - \frac{2/7}{(\frac{x}{r}+1)^2} = 6/8$$

اگر $\frac{x}{r}$ را برابر k فرض کنیم، آن‌گاه داریم:

$$\frac{2}{k^2} - \frac{2/7}{(k+1)^2} = 6/8$$

از گزینه‌ها کمک می‌گیریم:

$$k = 1 \Rightarrow \frac{2}{1} - \frac{2/7}{4} \neq 6/8 \ \times$$

$$k = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{2}{(\frac{1}{2})^2} - \frac{2/7}{(\frac{3}{2})^2} = 8 - 1/2 = 6/8 \ \checkmark$$

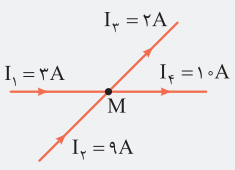
۶۷- گزینه ۴

درس‌نامه ۱ **تعریف مقاومت الکتریکی:** نسبت اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر یک رسانا به جریان الکتریکی عبوری از آن:

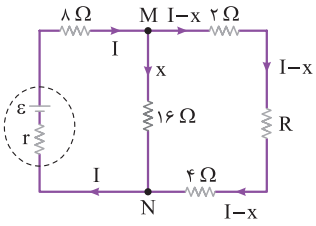
$$R = \frac{V}{I}$$

(R: مقاومت الکتریکی (Ω)؛ V: اختلاف پتانسیل الکتریکی (V)؛ I: جریان (A))

۲ **اصل پایستگی بار الکتریکی:** مجموع جریان‌هایی که به هر گره وارد می‌شوند، برابر با مجموع جریان‌هایی است که از آن گره خارج می‌شوند، مثلاً در شکل روبه‌رو، جریان $I_1 + I_2 = 12\ A$ به گره M وارد شده و جریان $I_3 + I_4 = 12\ A$ از آن خارج شده است.



گام مطابق شکل، جریان خروجی از باتری (جریان کلی) را I فرض می‌کنیم و جریان عبوری از مقاومت ۱۶ Ω را x در نظر می‌گیریم؛ بنابراین جریان عبوری از مقاومت ۴ Ω به اندازهٔ (I − x) خواهد بود.



گام اختلاف پتانسیل الکتریکی مقاومت ۸ Ω، سه برابر اختلاف پتانسیل الکتریکی مقاومت ۴ Ω است؛ بنابراین داریم:

$$V_{۸\Omega} = ۳V_{۴\Omega} \Rightarrow ۸I = ۳(۴(I-x)) \Rightarrow ۸I = ۱۲I - ۱۲x \Rightarrow x = \frac{I}{۳}$$

گام اختلاف پتانسیل الکتریکی شاخه‌های بین نقاط M و N با هم برابر است؛ بنابراین با نوشتن تساوی از دو مسیر متفاوت داریم:

$$V_{MN} = V_{MN} \Rightarrow ۱۶x = (۲ + R + ۴)(I - x)$$

$$\Rightarrow ۱۶(\frac{I}{۳}) = (R+۶)(I - \frac{I}{۳}) \Rightarrow ۱۶ = ۲R + ۱۲ \Rightarrow R = ۲\,\Omega$$

۶۸- گزینه ۳

درس‌نامه اختلاف پتانسیل دو سر باتری:

مقاومت درونی (Ω) ↑

$V = \varepsilon - rI$ ← جریان خروجی از باتری (A)

↓ نیروی محرکهٔ مولد (V)

گام با کاهش مقاومت $R_۱$، مقاومت معادل مدار کاهش می‌یابد. در نتیجه جریان خروجی از باتری (I) افزایش می‌یابد. با توجه به رابطهٔ $V_{باتری} = \varepsilon - Ir$، با افزایش جریان خروجی از باتری، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری کاهش می‌یابد.

گام جریان کل (I) بین دو مقاومت موازی $R_۲$ و $R_۳$ تقسیم می‌شود. از آن‌جا که مقاومت‌های $R_۲$ و $R_۳$ ثابت هستند، جریان کل که در حالت دوم افزایش یافته، بین آن‌ها تقسیم شده و جریان عبوری از $R_۲$ و $R_۳$ نیز زیاد می‌شود؛ پس مقدار آمپرسنج که جریان عبوری از $R_۳$ را نشان می‌دهد، افزایش می‌یابد.

گام اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری، برابر با مجموع اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر مقاومت $R_۱$ و مقاومت $R_۲$ است. به عبارتی داریم:

$$V_{باتری} = V_{R_۱} + V_{R_۲}$$

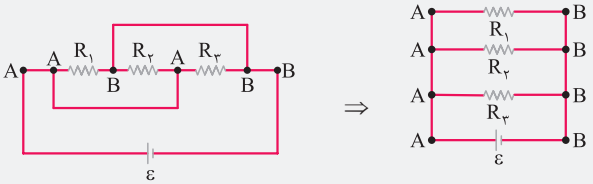
($V_{باتری}$: ↓ کاهش، $V_{R_۲}$: ↓ افزایش)

با توجه به کاهش اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری و افزایش اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر مقاومت $R_۲$ (به دلیل افزایش جریان عبوری از آن)، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر مقاومت $R_۱$ که همان عدد ولتسنج است، کاهش می‌یابد.

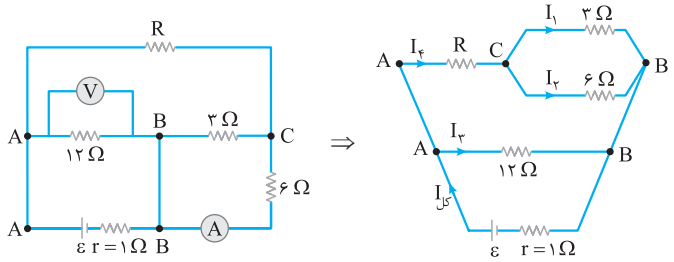
۶۹- گزینه ۴

شفاف‌سازی ولتسنج آرمانی اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر مقاومت ۱۲ Ω و آمپرسنج آرمانی، جریان عبوری از مقاومت ۶ Ω را نشان می‌دهد.

درس‌نامه ساده‌کردن شکل مدار به روش نقاط هم‌پتانسیل: برای این کار، نقاطی از مدار را که با سیم به یکدیگر وصل شده‌اند با یک نام مشترک در نظر می‌گیریم. بعد از نام‌گذاری چنین نقاطی از مدار، دو سر مولد یا دو سر مدار را مبنا قرار داده و سایر اجزای مدار را بین نقطه‌های نام‌گذاری‌شده جای‌گذاری می‌کنیم تا شکل ساده‌تری به دست بیاید.



گام با نام‌گذاری نقاط هم‌پتانسیل، مدار را به صورت ساده‌تر رسم می‌کنیم:



گام جریان عبوری از آمپرسنج، همان جریان عبوری از مقاومت ۶ Ω است. مقاومت‌های ۶ Ω و ۳ Ω با هم موازی هستند؛ بنابراین اختلاف پتانسیل الکتریکی آن‌ها با هم برابر است.

$$V_{۳\Omega} = V_{۶\Omega} \Rightarrow ۳ \times I_۱ = ۶ \times I_۲ \xrightarrow{I_۲ = ۱\,A} ۳I_۱ = ۶ \Rightarrow I_۱ = ۲\,A$$

گام جریان عبوری از مقاومت ۱۲ Ω را به دست می‌آوریم:

$$V_{ولتسنج} = ۱۲ \times I_۳ \Rightarrow ۱۲ = ۱۲ \times I_۳ \Rightarrow I_۳ = ۱\,A$$

گام طبق اصل پایستگی بار الکتریکی در شکل بالا داریم:

در گره C: $I_۴ = I_۱ + I_۲ \Rightarrow I_۴ = ۲ + ۱ = ۳\,A$

$$I_{کل} = I_۳ + I_۴ \Rightarrow I_{کل} = ۱ + ۳ = ۴\,A$$

گام اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری برابر با عدد ولتسنج است؛ بنابراین داریم:

$$V_{باتری} = \varepsilon - I_{کل} r \Rightarrow ۱۲ = \varepsilon - ۴(۱) \Rightarrow \varepsilon = ۱۶\,V$$

۷۰- گزینه ۳

درس‌نامه ۱ جریان الکتریکی خروجی از باتری:

نیروی محرکهٔ مولد (V) ↑

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r}$$

↓ مقاومت معادل خارجی (Ω) ↘ مقاومت درونی (Ω)

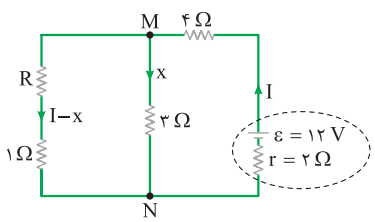
۲ توان مصرفی مقاومت:

مقاومت الکتریکی (Ω) ↑

$P = RI^۲$ ← توان مصرفی (W)

↓ جریان الکتریکی (A)

گام در شکل مقابل تقسیم‌بندی جریان I بین دو شاخه مشخص شده است.



جریان کل (خروجی از باتری) را I در نظر گرفتیم.

گام توان مصرفی مقاومت ۳ Ω، ۱۲ برابر توان مصرفی مقاومت ۱ Ω است؛ بنابراین داریم:

$$P_{۳\Omega} = ۱۲P_{۱\Omega} \xrightarrow{P=RI^۲} ۳(x)^۲ = ۱۲(۱)(I-x)^۲$$

$$\Rightarrow x^۲ = ۴(I-x)^۲ \xrightarrow{\text{جذر}} x = ۲I - ۲x \Rightarrow x = \frac{۲I}{۳}$$

گام اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطهٔ M و N را در نظر می‌گیریم تا مقاومت R را به دست آوریم:

$$V_{MN} = V_{MN} \Rightarrow x(۳) = (I-x)(R+۱)$$

$$\Rightarrow \frac{۲I}{۳} \times ۳ = \frac{I}{۳} \times (R+۱) \Rightarrow ۶ = R + ۱ \Rightarrow R = ۵\,\Omega$$

گام جریان کل مدار را به دست می‌آوریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{۱۲}{(۴ + \frac{۶ \times ۳}{۶+۳}) + ۲} = \frac{۱۲}{۸} = ۱/۵\,A$$

گام توان مصرفی مقاومت ۴ Ω به دست می‌آید:

$$P_{۴\Omega} = RI^۲ = ۴ \times (\frac{۳}{۲})^۲ = ۹\,W$$

۷۱- گزینه ۲

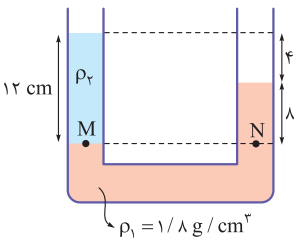
استراتژی در لوله‌های U شکل، فشار در نقاط هم‌تراز درون یک مایع را برابر با یکدیگر قرار دهید و با استفاده از آن به خواستهٔ سؤال برسید.

درس‌نامه فشار ناشی از مایع در عمق h از سطح آزاد مایع:

$$P = \rho g h$$

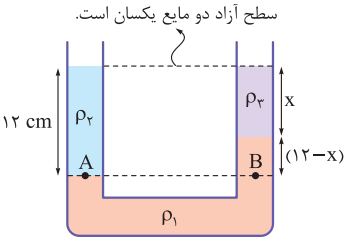
(ρ: چگالی مایع (kg/m^3)، g: شتاب گرانش (m/s^2))

گام با توجه به تعادل مایع‌ها و برابری فشار در نقطه‌های M و N در شکل مقابل، ابتدا چگالی مایع (۲) را به دست می‌آوریم:



$$P_M = P_N$$
$$\Rightarrow \rho_2 h_2 = \rho_1 h_1$$
$$\Rightarrow \rho_2 \times 12 = 1/8 \times 8$$
$$\Rightarrow \rho_2 = 1/2\ g/cm^3$$

گام پس از ریختن مایع (۳) در سمت راست لوله، وضعیت نهایی مطابق شکل زیر است. با توجه به برابری فشار در نقطه‌های A و B، مقدار x را به دست می‌آوریم:



$$P_A = P_B$$
$$\Rightarrow \rho_2 h_2 = \rho_3 h_3 + \rho_1 h_1$$
$$\Rightarrow 1/2 \times 12 = 1 \times x + 1/8 \times (12 - x)$$
$$\Rightarrow 14/4 = x + 21/6 - 1/8x$$
$$\Rightarrow -7/2 = -0/8x$$
$$\Rightarrow x = 9\ cm$$

گام حجم مایع سوم را به دست می‌آوریم:

$$V_3 = Ah_3 = 2 \times 9 = 18\ cm^3$$

۷۲- گزینه ۳

درس‌نامه

۱ انرژی جنبشی جسمی به جرم m و تندی v از رابطهٔ مقابل به دست می‌آید: $K = \frac{1}{2}mv^2$

۲ کار نیروی وزن جسم برابر با منفی تغییر انرژی پتانسیل گرانشی جسم است:

$$W_{mg} = -\Delta U = -mg\Delta h$$

در رابطهٔ بالا، اگر جسم از سطح زمین دور شود، $\Delta h > 0$ و اگر جسم به سطح زمین نزدیک شود، $\Delta h < 0$ است.

۳ **قضیهٔ کار ـ انرژی جنبشی:** کار کل انجام‌شده روی یک جسم با تغییر انرژی جنبشی آن برابر است:

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_t = K_2 - K_1$$

- رابطهٔ بالا برای هر نوع مسیری برقرار است.
- انرژی جنبشی در آغاز و پایان مسیر مهم است و این‌که در طول مسیر، انرژی جنبشی جسم چگونه تغییر کرده، اهمیتی ندارد.

۴ انرژی مکانیکی جسم برابر با مجموع انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل جسم است:

$$E = K + U$$

۵ **قانون پایستگی انرژی:** کار نیروهای اتلافی مانند اصطکاک و مقاومت هوا برابر با تغییر انرژی مکانیکی است:

$$W_f = \Delta E = \Delta K + \Delta U$$

گام کار نیروی وزن برابر است با:

$$W_{mg} = -mg\Delta h = -50 \times 10^{-3} \times 10 \times (0 - 1/6) = 0/8\ J$$

گام کار نیروی مقاومت هوا را می‌خواهیم.

روش قضیهٔ کار ـ انرژی جنبشی:

در طول مسیر، دو نیروی وزن و مقاومت هوا روی جسم کار انجام می‌دهند؛ بنابراین:

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{mg} + W_{\text{مقاومت هوا}} = K_2 - K_1$$
$$\Rightarrow W_{mg} + W_{\text{مقاومت هوا}} = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$
$$\Rightarrow 0/8 + W_{\text{مقاومت هوا}} = \frac{1}{2} \times 50 \times 10^{-3} \times (9^2 - 15^2)$$
$$\Rightarrow 0/8 + W_{\text{مقاومت هوا}} = -25 \times 10^{-3} \times (12)^2$$
$$\Rightarrow W_{\text{مقاومت هوا}} = -3/6 - 0/8 = -4/4\ J$$

روش قانون پایستگی انرژی:

$$W_{\text{مقاومت هوا}} = \Delta E = \Delta K + \Delta U = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) + mg\Delta h$$
$$\xrightarrow{mg\Delta h = -W_{mg}} W_{\text{مقاومت هوا}} = \frac{1}{2} \times 50 \times 10^{-3} \times (9^2 - 15^2) + (-0/8)$$
$$= -3/6 - 0/8 = -4/4\ J$$

روش خواستهٔ تست برابر است با:

$$\frac{|W_{\text{مقاومت هوا}}|}{W_{mg}} = \frac{4/4}{0/8} = 5/5$$

۷۳- گزینه ۳

استراتژی ابتدا کار نیروی وزن را به دست بیاورید، سپس به کمک قضیهٔ کار ـ انرژی جنبشی و با داشتن کار نیروی اصطکاک، تندی جسم در نقطهٔ B را محاسبه کنید.

گام ابتدا کار نیروی وزن را در جابه‌جایی از A تا B به دست می‌آوریم:

(چون جابه‌جایی قائم جسم رو به بالا است، بنابراین کار نیروی وزن در این جابه‌جایی منفی است.)

$$W_{mg} = -mgh_{AB} \xrightarrow{h_{AB} = 20 \times \sin 30^\circ = 10\ m} W_{mg} = -m \times 10 \times 10 = -100\ m$$

گام طبق قضیهٔ کار ـ انرژی جنبشی می‌توانیم بنویسیم:

$$W_t = \Delta K \xrightarrow[\Delta K = K_B - K_A]{W_t = W_{mg} + W_{f_k}} -100m + W_{f_k} = K_B - K_A$$
$$\xrightarrow{W_{f_k} = -\frac{1}{4}K_B} -100m - \frac{1}{4}K_B = K_B - K_A \Rightarrow K_A - 100m = \frac{5}{4}K_B$$
$$\xrightarrow{K = \frac{1}{2}mv^2} \frac{1}{2}mv_A^2 - 100m = \frac{5}{4} \times (\frac{1}{2}mv_B^2)$$
$$\xrightarrow{v_A = 20\ m/s} \frac{1}{2}m \times 400 - 100m = \frac{5}{4} \times \frac{1}{2}mv_B^2 \Rightarrow 100m = \frac{5}{8}mv_B^2$$
$$\Rightarrow v_B^2 = 160 \Rightarrow v_B = 4\sqrt{10}\ m/s$$

۷۴- گزینه ۱

استراتژی رابطهٔ تغییر طول جسم با تغییر دما را برای هر دو میله در نظر بگیرید و در نهایت اختلاف آن‌ها را برابر با ۰/۳ mm قرار داده و طول اولیهٔ میله‌ها را به دست بیاورید.

درس‌نامه محاسبهٔ اختلاف طول دو میلهٔ غیرهم‌جنس با طول اولیهٔ یکسان، پس از تغییر دمای یکسان:

$$\Delta L = L_1(\alpha_A - \alpha_B)\Delta\theta$$

با توجه به این‌که با افزایش دما، طول هر دو میله افزایش می‌یابد و ضریب انبساط طولی میلهٔ مسی از میلهٔ آهنی بیشتر است، پس افزایش طول میلهٔ مسی به اندازهٔ ۰/۳ mm از افزایش طول میلهٔ آهنی بیشتر است؛ بنابراین می‌توانیم بنویسیم:

$$\Delta L = 0/3\ mm = 3 \times 10^{-4}\ m$$
$$\xrightarrow[L_1 = L]{\Delta L = L_1(\alpha_{\text{مس}} - \alpha_{\text{آهن}})\Delta\theta} L \times (\alpha_{\text{مس}} - \alpha_{\text{آهن}}) \times \Delta\theta = 3 \times 10^{-4}$$
$$\Rightarrow L \times (1/8 \times 10^{-5} - 1/2 \times 10^{-5}) \times 125 = 3 \times 10^{-4}$$
$$\Rightarrow L \times 0/6 \times 10^{-5} \times 125 = 3 \times 10^{-4} \Rightarrow L = 0/4\ m = 40\ cm$$

۷۵- گزینه ۲

درس‌نامه

۱ **گرمای لازم برای تغییر دما:**

$$Q = mc\Delta\theta \rightarrow (K \text{ یا } ^\circ C)\ \text{تغییر دما}$$

(m: جرم (kg)، c: گرمای ویژه ($\frac{J}{kg.K}$ یا $\frac{J}{kg.^\circ C}$))

۲ **گرمای لازم برای تغییر حالت از جامد به حالت مایع:**

$$Q = mL_F$$

(L_F: گرمای نهان ذوب (J/kg))

۳ طبق قانون پایستگی انرژی، جمع جبری گرماهای مبادله‌شده تا رسیدن به حالت تعادل برابر با صفر است:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + \cdots = 0$$

دمای تعادل $\theta = ۱۰\ ^\circ C$ است، پس با توجه به قانون پایستگی انرژی می‌توانیم بنویسیم:

$$-۲۰\ ^\circ C \text{ یخ} \xrightarrow{Q_۱} ۰\ ^\circ C \text{ یخ} \xrightarrow{Q_۲} ۰\ ^\circ C \text{ آب}$$

$$\xrightarrow{Q_۳} \underset{\text{تعادل}}{۱۰\ ^\circ C \text{ آب}} \xleftarrow{Q_۴} \theta\ ^\circ C \text{ آب}$$

$$Q_۱+Q_۲+Q_۳+Q_۴=۰ \Rightarrow mc_{\text{یخ}}\Delta\theta_۱+mL_F+mc_{\text{آب}}\Delta\theta_۳+۲mc_{\text{آب}}\Delta\theta_۴=۰$$

$$\Rightarrow m\times ۲۱۰۰\times(۰-(-۲۰))+m\times ۳۳۶۰۰۰+m\times ۴۲۰۰\times(۱۰-۰)$$
$$+۲m\times ۴۲۰۰\times(۱۰-\theta)=۰$$

$$\Rightarrow ۴۲۰۰۰m+۳۳۶۰۰۰m+۴۲۰۰۰m+۸۴۰۰۰m-۸۴۰۰m\theta=۰$$

$$\Rightarrow ۵۰۴۰۰۰m=۸۴۰۰m\theta \Rightarrow \theta=\frac{۵۰۴۰۰۰}{۸۴۰۰}=۶۰\ ^\circ C$$

شیمی

۷۶- گزینه ۳

ابتدا باید تکلیف عنصرها را مشخص کنیم:

$$n=۳ \Rightarrow ۳s\ ۳p\ ۳d \begin{cases} \xrightarrow{۳e^-} ۳s^۲۳p^۱ \Rightarrow E=[_{۱۰}Ne]۳s^۲۳p^۱ \Rightarrow {}_{۱۳}Al \\ \xrightarrow{۷e^-} ۳s^۲۳p^۵ \Rightarrow X=[_{۱۰}Ne]۳s^۲۳p^۵ \Rightarrow {}_{۱۷}Cl \\ \xrightarrow{۹e^-} ۳s^۲۳p^۶۳d^۱ \Rightarrow D=[_{۱۸}Ar]۳d^۱۴s^۲ \Rightarrow {}_{۲۱}Sc \\ \xrightarrow{۱۱e^-} ۳s^۲۳p^۶۳d^۳ \Rightarrow A=[_{۱۸}Ar]۳d^۳۴s^۲ \Rightarrow {}_{۲۳}V \end{cases}$$

بررسی گزینه‌ها: ① اتم D همان ${}_{۲۱}Sc$ است که با تشکیل کاتیون سه بار مثبت به آرایش گاز نجیب آرگون می‌رسد. ${}_{۲۱}Sc:[_{۱۸}Ar]۳d^۱۴s^۲ \Rightarrow {}_{۲۱}Sc^{۳+}:[_{۱۸}Ar]$

② عنصر E همان آلومینیم است که در واکنش آن با اکسیژن، آلومینیم اکسید $(Al_۲O_۳)$، تشکیل می‌شود. نسبت شمار آنیون به کاتیون در این ترکیب با نسبت شمار کاتیون به آنیون در منیزیم فسفات $(Mg_۳(PO_۴)_۲)$ یکسان و برابر $\frac{۳}{۲}$ است.

③

نکته محلول ترکیب **برخی** فلزهای واسطه از جمله وانادیم $(_{۲۳}V)$ به رنگ‌های گوناگون دیده می‌شوند. وانادیم دارای عدد اکسایش صفر، در حالت آزاد و عنصری و دارای عددهای اکسایش ۲ (II)، ۳ (III)، ۴ (IV) و ۵ (V) در حالت ترکیب با دیگر عنصرها است. رنگ **نمک‌های مختلف وانادیم** در این عددهای اکسایش، *این‌چنین‌است*:

محلول	رنگ
نمک وانادیم (V)	زرد
نمک وانادیم (IV)	آبی
نمک وانادیم (III)	سبز
نمک وانادیم (II)	بنفش

عنصر A همان وانادیم است که بالاترین عدد اکسایش آن ۵+ است اما محلول آن در این عدد اکسایش، زردرنگ است.

④ عدد اتمی X، $(_{۱۷}Cl)$ برابر ۱۷ است. این عنصر در دورهٔ سوم قرار دارد و فلز قلیایی هم‌دوره‌اش، ${}_{۱۱}Na$ می‌باشد. تفاوت عدد اتمی این دو عنصر برابر $۶=۱۱-۱۷$ است. تفاوت عدد اتمی عنصرهای E، $(_{۱۳}Al)$ و D $(_{۲۱}Sc)$ برابر ۸ می‌باشد.

۷۷- گزینه ۳

درس‌نامه ترتیب جداشدن گازها از هوای مایع:

① اگر مقایسهٔ نقطهٔ جوش دو مادهٔ گازی A و B به صورت $A>B$ باشد، هنگام مایع‌کردن این دو گاز، ابتدا A که نقطهٔ جوش بالاتری دارد، مایع می‌شود، ولی اگر بخواهیم A و B مایع را به گاز تبدیل کنیم، ابتدا B که نقطهٔ جوش پایین‌تری دارد، به گاز تبدیل می‌شود.

ترتیب مایع‌شدن ↓ کاهش دمای جوش | A / B | افزایش دمای جوش ↑ ترتیب بخارشدن

② ترتیب نقطهٔ جوش چهار گاز هواکره که شما باید *بدونین* به صورت زیر است:

مقایسهٔ نقطهٔ جوش: $\underset{-۲۶۹\ ^\circ C}{He} < \underset{-۱۹۶\ ^\circ C}{N_۲} < \underset{-۱۸۶\ ^\circ C}{Ar} < \underset{-۱۸۳\ ^\circ C}{O_۲}$

③ اگر نمونه‌ای از هوای مایع با دمای $-۲۰۰\ ^\circ C$ را وارد برج تقطیر کنیم، ترتیب جداشدن گازها *این‌چنین‌است*:

ترتیب جداشدن گازها: $\underset{(۱)}{N_۲} \Rightarrow \underset{(۲)}{Ar} \Rightarrow \underset{(۳)}{O_۲}$

④ دقت کنید که دمای $-۲۰۰\ ^\circ C$ بالاتر از نقطهٔ جوش هلیم $(-۲۶۹\ ^\circ C)$ می‌باشد؛ بنابراین در هوای مایع با دمای $-۲۰۰\ ^\circ C$ *هلیری از هلیم نیست!* (هر ماده‌ای بالاتر از نقطهٔ جوش خود به حالت گاز است؛ پس هلیم در دمای $-۲۰۰\ ^\circ C$ هم‌چنان به حالت گاز باقی می‌ماند.)

⑤ در تهیهٔ هوای مایع با استفاده از فشار، دمای هوا را پیوسته کاهش می‌دهند. در این فرایند با کاهش دما تا $۰\ ^\circ C$ (نقطهٔ ذوب یخ یا انجماد $H_۲O$) رطوبت $(H_۲O)$ هوا به صورت یخ جدا می‌شود، سپس در دمای $-۷۸\ ^\circ C$ (نقطهٔ تصعید یا چگالش $CO_۲$)، گاز کربن دی‌اکسید به حالت جامد درآمده و از مخلوط گازی *خداحافظی می‌کنه*.

عبارت‌های «الف» و «ب» درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

(الف) دمای $۱۹۳\ K\ (-۸۰\ ^\circ C = ۱۹۳-۲۷۳)$، بالاتر از نقطهٔ جوش سه جزء اصلی سازندهٔ هوا ($N_۲$ $(-۱۹۶\ ^\circ C)$، $O_۲$ $(-۱۸۳\ ^\circ C)$ و Ar $(-۱۸۶\ ^\circ C)$) است؛ بنابراین در این دما، هر سه ماده به حالت گاز هستند.

(ب) با توجه به ترتیب نقطهٔ جوش گازهای $N_۲$، Ar و $O_۲$ داریم:

$$\text{نقطهٔ جوش: } \underset{\text{تفاوت کم‌تر}}{N_۲ < Ar} < \overset{\text{تفاوت بیشتر}}{O_۲}$$

(پ) در ستون تقطیر جزءبه‌جزء هوای مایع، اکسیژن، سومین جزئی است که از مخلوط جدا می‌شود. $O_۲$ در بین گازهای هواکره، رتبهٔ دوم درصد حجمی را دارد، نه رتبهٔ سوم!

(ت) در تهیهٔ هوای مایع، با کاهش دمای هوا، ابتدا $H_۲O$ در دمای $۰\ ^\circ C$ و بعد $CO_۲$ در دمای $-۷۸\ ^\circ C$ به صورت جامد از هوا جدا می‌شوند.

۷۸- گزینه ۴

گرافن، تک‌لایه‌ای از گرافیت است و ضخامت آن به اندازهٔ **قطر** یک اتم کربن است.

نکته تغییرات شعاع اتمی در جدول تناوبی:

در یک دوره از چپ به راست با افزایش عدد اتمی ← شعاع اتمی عناصر، کاهش می‌یابد.

در یک گروه از بالا به پایین با افزایش عدد اتمی ← شعاع اتمی عناصر، افزایش می‌یابد.

کربن $(_۶C)$ و سیلیسیم $(_{۱۴}Si)$ در جدول دوره‌ای هم‌گروه (در گروه ۱۴) می‌باشند و چون عنصر کربن بالاتر است، در نتیجه شعاع اتمی کوچک‌تری نسبت به سیلیسیم دارد.

عنصرهای بور $(_۵B)$، نیتروژن $(_۷N)$ و اکسیژن $(_۸O)$ در جدول دوره‌ای هم‌دوره (در دورهٔ دوم) هستند و از آن‌جا که عنصر کربن $(_۶C)$، بین بور و نیتروژن قرار دارد، بنابراین شعاع اتمی آن نیز، عددی مابین شعاع‌های اتمی این دو عنصر می‌باشد:

شعاع اتمی N < شعاع اتمی C < شعاع اتمی B $\rightarrow$ ۷۵ > شعاع اتمی C(برحسب pm) > ۸۵

تله *هواستون باشه که* ضخامت گرافن به اندازهٔ **قطر** یک اتم کربن است؛ نه شعاع آن! *اگه هواستون به این موضوع نباشه*، به اشتباه ① را به عنوان پاسخ انتخاب خواهید کرد *که غلط اندر غلط!*

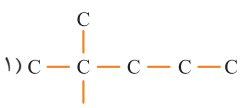
بنابراین ضخامت گرافن باید در بازهٔ زیر باشد:

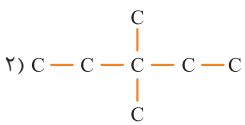
$$۲\times ۸۵ < \text{قطر کربن (برحسب pm)} < ۲\times ۷۵$$
$$\Rightarrow ۱۷۰ < \text{ضخامت گرافن (برحسب pm)} < ۱۵۰$$

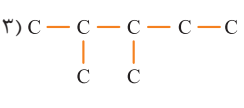
که براساس گزینه‌ها، عدد ۱۵۴ pm را می‌توان به آن نسبت داد.

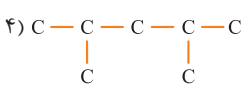
۷۹- گزینه ۲

هپتان آلکانی ۷کربنه $(C_۷H_{۱۶})$ است. برای رسم هم‌پارها یا ایزومرهایی که در آن ۲ شاخهٔ فرعی متیل $(-CH_۳)$ وجود داشته باشد، زنجیر اصلی کربنی حداکثر می‌تواند ۵کربنه باشد و ساختارهای زیر را دارا باشد:

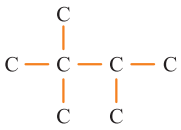
۱) 
۲،۲ـ دی‌متیل پنتان

۲) 
۳،۳ـ دی‌متیل پنتان

۳) 
۳،۲ـ دی‌متیل پنتان

۴) 
۴،۲ـ دی‌متیل پنتان

اگر زنجیر اصلی کربنی، ۴کربنه باشد، ایزومری که در آن فقط دو شاخهٔ فرعی متیل وجود داشته باشد، نداریم! ببینید:



۳،۲،۲ـ تری‌متیل بوتان

۸۰- گزینه ۱

استراتژی برای قسمت اول سؤال، تعداد مول $NaHCO_3$ و Na_2CO_3 را به ترتیب x و y در نظر بگیر و با توجه به اطلاعات داده‌شده و معادلهٔ واکنش‌ها، x و y را به دست بیار و بعد جرم جوش‌شیرین ($NaHCO_3$) و مخلوط را محاسبه و درصد جرمی جوش‌شیرین را به دست بیار! برای قسمت دوم سؤال هم، مجموع مول $NaCl$ تولیدی در دو واکنش رو به دست بیار و به کمک جرم مولی، اونو به جرم تبدیل کن.

نکته در یک مخلوط گازی، درصد و نسبت حجمی گازها با درصد و نسبت مولی آن‌ها برابر است؛ مثلاً اگر درصد حجمی گاز A، ۴۰٪ باشد، می‌توان گفت درصد مولی آن برابر ۴۰٪ است.

گام ۱ اگر تعداد مول $NaHCO_3$ و Na_2CO_3 را به ترتیب x و y در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$\underset{x\ mol}{NaHCO_3} \sim \underset{x\ mol}{NaCl} \sim \underset{x\ mol}{CO_2}$$

$$\underset{y\ mol}{Na_2CO_3} \sim \underset{2y\ mol}{2NaCl} \sim \underset{y\ mol}{CO_2}$$

$$Na_2CO_3 \text{ و } NaHCO_3 \text{ مجموع مول} = x + y = 0/35$$

$$CO_2 \text{ حجم در واکنش دوم} = \frac{75}{100} \times CO_2 \text{ حجم در واکنش اول}$$

$$\Rightarrow CO_2 \text{ مول در واکنش دوم} = \frac{75}{100} \times CO_2 \text{ مول در واکنش اول}$$

$$\Rightarrow y = 0/75x \Rightarrow x + 0/75x = 0/35 \Rightarrow 1/75x = 0/35 \Rightarrow x = 0/2$$

$$\Rightarrow y = 0/75 \times 0/2 = 0/15$$

گام ۲ جرم جوش‌شیرین ($NaHCO_3$) و جرم کل مخلوط اولیه را به دست می‌آوریم:

$$NaHCO_3 \text{ جرم مولی} = 23 + 1 + 12 + (3 \times 16) = 84\ g.mol^{-1}$$

$$Na_2CO_3 \text{ جرم مولی} = (2 \times 23) + 12 + (3 \times 16) = 106\ g.mol^{-1}$$

$$\text{جرم} = \text{مول} \times \text{جرم مولی} \Rightarrow NaHCO_3 \text{ جرم} = 0/2 \times 84 = 16/8\ g$$

$$Na_2CO_3 \text{ جرم} = 0/15 \times 106 = 15/9\ g$$

$$\text{جرم کل مخلوط اولیه} = 16/8 + 15/9 = 32/7\ g$$

گام ۳ درصد جرمی جوش‌شیرین را حساب می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی جوش‌شیرین} = \frac{NaHCO_3 \text{ جرم}}{\text{جرم مخلوط}} \times 100 = \frac{16/8}{32/7} \times 100 > 50\% \Rightarrow 51/4\%$$

گام ۴ جرم کل نمک ($NaCl$) تولیدشده را حساب می‌کنیم:

$$NaCl \text{ تولیدشده مول تعداد} = x + 2y = 0/2 + (2 \times 0/15) = 0/5\ mol$$

$$\Rightarrow NaCl \text{ جرم} = 0/5 \times 58/5 = 29/25\ g$$

تله اگر به اشتباه فرمول جوش‌شیرین را Na_2CO_3 در نظر می‌گرفتین، برای قسمت اول سؤال به عدد ۴۸/۶ می‌رسیدید.

۸۱- گزینه ۳

استراتژی با توجه به دسته‌بندی جدول تناوبی، الکترون‌های ظرفیت هر یک از عناصر دسته‌های s، p، d دورهٔ چهارم جدول تناوبی رو بررسی کن تا عنصر مورد نظر مشخص بشه. البته با کمی زرنگی از روی گزینه‌ها هم می‌تونی این عنصر رو پیدا کنی.

نکته برای به دست آوردن $n+l$ الکترون‌های یک زیرلایه، باید تعداد الکترون‌های آن زیرلایه (توان زیرلایه) نیز در مجموع اعداد کوانتومی اصلی و فرعی آن ضرب شود.

$$nl^y : (n+l) \times y \xrightarrow{\text{مثال}} 4s^2 : (4+0) \times 2 = 8$$

از آن‌جا که در دورهٔ چهارم، عناصر سه دستهٔ s، p و d حضور دارند، هر سه حالت را بررسی می‌کنیم:

× ۸ یا ۴ = مجموع $n+l$ ← $4s^2$ یا $4s^1$: الکترون‌های ظرفیت ← عنصر دستهٔ s: حالت اول

$4s^2 4p^x$: الکترون‌های ظرفیت ← عنصر دستهٔ p : حالت دوم

غیر قابل قبول $\Rightarrow x = 4/2$ ← مجموع $= 8 + 5x = 29$ ←

$3d^x 4s^y$:الکترون‌های ظرفیت ← عنصر دستهٔ d :حالت سوم

$$\rightarrow n+l \text{ مجموع} = 5x + 4y \begin{cases} y=1 \rightarrow 5x+4=29 \Rightarrow x=5 \\ y=2 \rightarrow 5x+8=29 \Rightarrow x=4/2 \text{ غیر قابل قبول} \end{cases}$$

بنابراین عنصر مورد نظر، عنصر کروم ($_{24}Cr$) با آرایش الکترونی زیر است:

الکترون‌های ظرفیتی

$$_{24}Cr : 1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 \underbrace{3d^5 / 4s^1}$$

۵=شمار الکترون‌های با l=۲

تیزبازی شاید به دست آوردن عنصر مورد نظر کمی براتون سخت باشه، اما می‌تونید با استفاده از گزینه‌ها بهش برسید: ۱ و ۲ ویژگی‌های عنصر کروم $_{24}Cr$ رو بیان می‌کنن و از اون‌جایی که این سؤال فقط یک گزینهٔ نادرست داره، پس این دو گزینه نمی‌تونن با هم غلط باشن، پس عبارت‌های درستی هستن و عنصر مورد نظر کروم است.

آرایش الکترونی اتم عنصر برم ($_{35}Br$) به صورت زیر است:

$$_{35}Br : [_{18}Ar] 3d^{10} / \underbrace{4s^2 4p^5}$$

۷= شمار الکترون‌های ظرفیت

بررسی سایر گزینه‌ها: ۱ عنصر کروم ($_{24}Cr$) در گروه ۶ جدول دوره‌ای قرار دارد و جزء فلزات واسطهٔ (دستهٔ d) دورهٔ چهارم است. ۲ طبق داده‌های طیف‌سنجی، آرایش الکترونی اتم برخی از عناصر از قاعدهٔ آفبا پیروی نمی‌کند. برای نمونه هر یک از اتم‌های کروم ($_{24}Cr$) و مس ($_{29}Cu$) در بیرونی‌ترین زیرلایهٔ خود تنها یک الکترون دارد. ($4s^1$) ۴ شمار الکترون‌های ظرفیتی در اتم عنصر کروم ($_{24}Cr$) برابر ۶ است. در گروه ۱۴ جدول تناوبی دو عنصر شبه‌فلزی ($_{14}Si$, $_{32}Ge$) وجود دارد و سه برابر ۲ می‌شه ۶!

۸۲- گزینه ۱

نکته ۱ برای پیوندهایی که حداقل ۲ و یا تعداد بیشتری از آن‌ها می‌تواند در یک مولکول وجود داشته باشد، اطلاق نام میانگین آنتالپی پیوند مناسب‌تر است.

۲ آنتالپی پیوند به نوع مولکول دارای آن پیوند هم بستگی دارد؛ مقدار آنتالپی پیوند برای یک نوع معین از پیوند، در انواع مولکول‌های دارای آن پیوند، متفاوت است.

در مولکول‌های دواتمی مانند HCl، N_2 و Br_2 *فقط و فقط!* یک نوع پیوند اشتراکی وجود دارد؛ بنابراین استفاده از واژهٔ میانگین آنتالپی پیوند برای پیوندهای موجود در آن‌ها ($H-Cl$ ، $N \equiv N$ و $Br-Br$) لازم نیست!

در پیوند سه‌گانهٔ کربن با کربن یعنی $C \equiv C$، هر دو کربن هنوز باید یک پیوند اشتراکی دیگر داشته باشند تا پایدار شوند، به همین خاطر ترکیب‌های متفاوتی وجود دارند که دارای $C \equiv C$ هستند، *مثل اینا:*

$$\underset{(1)}{H-C \equiv C-H} \qquad \underset{(2)}{Cl-C \equiv C-Cl}$$

در ترکیب شمارهٔ (۱) به هر اتم کربن، یک اتم هیدروژن وصل شده در حالی که در ترکیب شمارهٔ (۲) به هر اتم کربن، یک اتم کلر وصل شده است. کاملاً واضح است که *این دو اتم* (Cl و H) *از زمین تا آسمون با هم فرق دارن! بنابراین* قدرت پیوند $C \equiv C$ در این دو ترکیب با هم متفاوت است.

تفاوت در قدرت پیوند هم یعنی تفاوت در آنتالپی پیوند! به همین دلیل برای پیوند $C \equiv C$ استفاده از نام «میانگین آنتالپی پیوند» مناسب‌تر است.

۸۳- گزینه ۲

فرمول مولکولی هر دو ترکیب A و C، C_4H_6O است؛ از این‌رو ایزومر یکدیگر به شمار می‌روند. از آن‌جا که ترکیب C می‌تواند با مولکول‌های خود پیوند هیدروژنی برقرار کند، نقطهٔ جوش بالاتری نسبت به ترکیب A دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۱ دو ترکیب B و D با فرمول مولکولی C_8H_{16} ایزومر یکدیگرند. اما محتوای انرژی یکسانی ندارند.

۳) ساده‌ترین عضو خانوادهٔ کتون‌ها، استون ($CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$) است که مانند ترکیب A، ۶ اتم هیدروژن دارد.

۴) ساده‌ترین عضو خانوادهٔ آلدهیدها، $H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$ (CH_2O) است:

$$\text{جرم مولی } C_2H_6O - \text{جرم مولی } CH_2O = \text{جرم مولی } CH_4 = 16\ g$$

۸۴- گزینه ۳

بررسی گزینه‌ها: ۱) عنصرهای گروه ۲ ($\dot{X}\cdot$) و ۱۶ ($:\ddot{X}\cdot$) در آرایش الکترون ـ نقطه‌ای خود دارای ۲ الکترون جفت‌نشده هستند. در سه دورهٔ اول، در مجموع ۴ عنصر در گروه‌های ۲ و ۱۶ (Be، Mg، O و S) وجود دارند. دقت کنید که هلیم با این‌که دو الکترون ظرفیتی دارد، اما در آرایش الکترون ـ نقطه‌ای آن ($He:$) الکترون جفت‌نشده وجود ندارد.

نکته انرژی زیرلایه به $n+l$ و n آن‌ها بستگی دارد؛ به طوری که هر چه مقدار $n+l$ برای یک زیرلایه بیشتر باشد، انرژی آن بیشتر است. در صورتی که مقدار $n+l$ برابر باشد، زیرلایه‌ای که n بیشتری دارد، انرژی بیشتری دارد.

۲) مقدار $n+l$ سه زیرلایهٔ $4f$، $6p$ و $5d$ یکسان و برابر ۷ بوده و در نتیجه با توجه به مقدار n، مقایسهٔ انرژی زیرلایه‌های داده‌شده به صورت زیر است:

$6p > 5d > 4f$:ترتیب انرژی زیرلایه‌ها

۳) عنصر تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$)، نخستین عنصر ساخت بشر است. با توجه به این‌که عناصر دورهٔ پنجم دارای اعداد اتمی ۳۷ تا ۵۴ (بین گاز نجیب $_{36}Kr$ تا گاز نجیب $_{54}Xe$) هستند، این عنصر در دورهٔ پنجم جدول دوره‌ای قرار دارد. توجه کنید که عناصر دستهٔ d در دورهٔ پنجم جدول دوره‌ای از عدد اتمی ۳۹ شروع می‌شوند و عنصر تکنسیم ($_{43}Tc$)، پنجمین عنصر دستهٔ d (عنصر واسطه) در این دوره محسوب می‌شود.

۴) درصد فراوانی ایزوتوپ ^{235}U در مخلوط طبیعی ایزوتوپ‌های عنصر اورانیم، کم‌تر از ۰/۷ درصد است؛ در نتیجه کم‌تر از $\frac{0/7\times500}{100}=3/5$ اتم در هر ۵۰۰ اتم اورانیم، از نوع ^{235}U است.

۸۵- گزینه ۲

استراتژی شمار مول‌های مصرف‌شدهٔ نقره در واکنش‌های (I) و (II) را به ترتیب x و y در نظر بگیر. بعدش شمار مول فراورده‌های گازی و همین‌طور آب را با استفاده از مقدارهای داده‌شده به دست بیار و با استفاده از ضرایب استوکیومتری مواد و دستگاه معادله مقدار x و y رو محاسبه کن. در نهایت کافیه جرم مولی نقره رو با فرمول ($\text{شمار مول‌ها} = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}}$) حساب کنی.

گام محاسبهٔ شمار مول‌های فراورده‌های گازی و H_2O تولیدشده، به ازای x مول نقره در واکنش (I) و y مول نقره در واکنش (II) با استفاده از معادلهٔ موازنه‌شده:

$$I)\ \underset{x\ mol}{3Ag} + 4HNO_3 \rightarrow 3AgNO_3 + \underset{\frac{x}{3}\ mol}{NO} + \underset{\frac{2x}{3}\ mol}{2H_2O}$$

$$II)\ \underset{y\ mol}{Ag} + 2HNO_3 \rightarrow AgNO_3 + \underset{y\ mol}{NO_2} + \underset{y\ mol}{H_2O}$$

گام تبدیل مقادیر فراورده‌های مورد نظر به مول و به دست آوردن x و y با حل‌کردن دستگاه معادله:

$$\left.\begin{array}{l} 22/4\ L\ \text{گاز} \times \frac{1\ mol\ \text{گاز}}{22/4\ L\ \text{گاز}} = 1\ mol\ \text{گاز} \xrightarrow{NO_2,NO} \frac{x}{3}+y=1 \\ 27\ g\ H_2O \times \frac{1\ mol\ H_2O}{18\ g\ H_2O} = 1/5\ mol\ H_2O \Rightarrow \frac{2x}{3}+y=1/5 \end{array}\right\}$$

$$\xrightarrow{(-1)\times\text{معادلهٔ اول}} \frac{x}{3}=0/5 \Rightarrow x=1/5\ mol\ ,\ y=0/5\ mol$$

گام محاسبهٔ جرم مولی (یا همان جرم اتمی میانگین) نقره با استفاده از فرمول:

$$\frac{\text{جرم نقره}}{\text{جرم مولی نقره}} = \frac{\text{شمار مول‌های نقره}}{x+y} \Rightarrow \frac{21/6}{\frac{(1/5+0/5)}{2}} = 107/8\ g.mol^{-1}$$

$$\Rightarrow \text{جرم اتمی میانگین نقره} = 107/8\ amu$$

۸۶- گزینه ۲

درس‌نامه ویژگی‌های انحلال گرمادهٔ یک نمک در آب:

۱) با افزایش دما، انحلال‌پذیری آن در آب کاهش می‌یابد. ۲) نمودار انحلال‌پذیری ـ دما برای آن نزولی و شیب معادلهٔ انحلال‌پذیری‌اش برحسب دما، منفی است. ۳) با حل‌شدن در آب، دمای آب را افزایش می‌دهد. ۴) در اثر افزایش دما، محلول سیرشدهٔ آن رسوب می‌کند. ۵) انحلال لیتیم سولفات در آب و انحلال کلسیم کلرید در آب، گرماده هستند.

توجه: انحلال اکثر ترکیبات یونی در آب به صورت گرماگیر می‌باشد که ویژگی‌های آن برعکس انحلال گرماده است.

عبارت‌های اول و دوم، درست و عبارت‌های سوم و چهارم، نادرست هستند.

به ازای تغییر معین دما ($10^\circ C$)، میزان تغییر انحلال‌پذیری نمک مقدار ثابتی ($3g$ در ۱۰۰ گرم آب) است؛ بنابراین نمودار انحلال‌پذیری این نمک برحسب دما، به صورت خطی بوده و معادلهٔ آن به صورت $S=a\theta+b$ است.

در معادلهٔ انحلال‌پذیری نمک فرض‌شده، a شیب نمودار یا مقدار تغییرات انحلال‌پذیری به ازای هر واحد تغییر دما است؛ در نتیجه داریم: $|a|=\frac{3}{10}=0/3$ و از آن‌جا که با افزایش دما، انحلال‌پذیری نمک کاهش می‌یابد، نمودار انحلال‌پذیری این نمک نزولی و شیب خط منفی است ($a=-0/3$).

b، عرض از مبدأ نمودار یا همان انحلال‌پذیری نمک در دمای $0^\circ C$ و برابر ۴۹ است.

در نتیجه، معادلهٔ انحلال‌پذیری نمک مورد نظر به صورت $S=-0/3\theta+49$ خواهد بود.

بررسی عبارت‌ها: عبارت اول: با جای‌گذاری دما در معادلهٔ انحلال‌پذیری نمک، مقدار انحلال‌پذیری آن را در دمای $25^\circ C$ به دست می‌آوریم:

$$S=-0/3\theta+49 \xrightarrow{\theta=25^\circ C} S=-0/3(25)+49=41/5$$

عبارت دوم: نخست مقدار انحلال‌پذیری نمک را در دمای $80^\circ C$ محاسبه می‌کنیم:

$$S=-0/3\theta+49 \xrightarrow{\theta=80^\circ C} S=-0/3(80)+49=25$$

حالا با توجه به مقدار انحلال‌پذیری نمک در این دما، درصد جرمی محلول سیرشدهٔ آن را به دست می‌آوریم:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}}\times100=\frac{S\times100}{S+100}=\frac{25\times100}{25+100}=\%20$$

عبارت سوم: انحلال کلسیم‌کلرید ($CaCl_2$) در آب گرماده است؛ لذا نمودار انحلال‌پذیری این ماده برحسب دما مشابه نمک فرض‌شده به صورت نزولی بوده و با افزایش دما، انحلال‌پذیری هر دوی این نمک‌ها در آب کاهش می‌یابد.

عبارت چهارم: دقت کنید که نمودار انحلال‌پذیری نمک فرض‌شده، نزولی و با شیب منفی است؛ در نتیجه با کاهش دما، رسوبی تشکیل نمی‌شود، زیرا انحلال‌پذیری نمک افزایش یافته و می‌توان مقادیر بیشتری از نمک را در محلول حل کرد.

۸۷- گزینه ۲

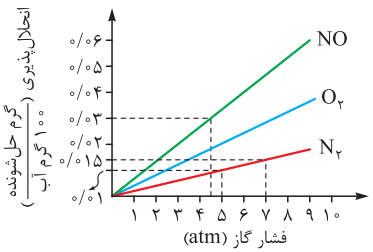
نکته در مورد گازهایی که با آب واکنش نمی‌دهند، در دما و فشار یکسان، انحلال‌پذیری گازهای قطبی از گازهای ناقطبی (با جرم مولی نزدیک به هم) بیشتر است. در بین گازهای ناقطبی، هر چه جرم مولی بیشتر باشد، انحلال‌پذیری گاز در آب بیشتر است:

انحلال‌پذیری: $NO > O_2 > N_2$

NO: گاز قطبی — O_2: گاز ناقطبی با جرم مولی بیشتر — N_2: گاز ناقطبی با جرم مولی کم‌تر

عبارت‌های (پ) و (ت) درست هستند. در نمودار داده‌شده، خط‌ها از بالا به پایین به ترتیب مربوط به NO، O_2 و N_2 هستند.

بررسی عبارت‌ها:



(الف) هر گازی که شیب نمودار انحلال‌پذیری آن در آب بیشتر باشد، تأثیر فشار بر انحلال‌پذیری آن بیشتر است.

$$\text{میزان انحلال‌پذیری گاز: } \underbrace{NO}_{\text{قطبی}} > \underbrace{O_2 > N_2}_{\text{ناقطبی}} \Rightarrow \text{تأثیر فشار بر انحلال‌پذیری گاز}$$

(ب) با توجه به نمودار، میزان انحلال‌پذیری گاز نیتروژن (N_2) در فشار ۷ اتمسفر و در دمای $20\,^\circ C$، تقریباً برابر ۰/۰۱۵ گرم در ۱۰۰ گرم آب است؛ در نتیجه در این شرایط، می‌توانیم حداکثر مقدار گاز نیتروژن که می‌تواند در ۳۰۰ گرم آب حل شده و محلول سیرشده‌ای ایجاد کند را به صورت مقابل محاسبه کنیم:

$$?\,g\,N_2 = 300\,g\,\text{آب} \times \frac{0/015\,g\,N_2}{100\,g\,\text{آب}} = 0/045\,g\,N_2$$

(پ) با توجه به نمودار، انحلال‌پذیری گاز نیتروژن (N_2) در فشار ۵ اتمسفر و در دمای $20\,^\circ C$، تقریباً برابر ۰/۰۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. از طرفی دیگر می‌دانیم که انحلال‌پذیری گازها، با افزایش مقدار نمک در آب کاهش می‌یابد؛ در نتیجه داریم:

$$\underbrace{\text{انحلال‌پذیری } N_2 \text{ در ۱۰۰ گرم آب خالص}}_{0/01\,g} > \text{انحلال‌پذیری گاز } N_2 \text{ در ۱۰۰ گرم محلول ۰/۱ مولار NaCl}$$

(ت) با توجه به نمودار انحلال‌پذیری گاز NO در فشار ۴/۵ اتمسفر و در دمای $20\,^\circ C$، تقریباً برابر ۰/۰۳ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. برای محاسبهٔ غلظت مولی محلول سیرشدهٔ گاز NO در این شرایط، می‌توانیم حجم محلول را تقریباً برابر حجم آب (حلال) در نظر بگیریم؛ لذا با توجه به چگالی آب، غلظت مولی محلول سیرشدهٔ گاز NO را در این شرایط محاسبه می‌کنیم:

روش

$$\text{غلظت مولی } (mol.L^{-1}) = \frac{n}{V} = \frac{\frac{m}{M}}{V} \simeq \frac{\frac{0/03}{30}}{\frac{100\,g\,\text{آب}}{1\,g\,\text{آب}} \times \frac{1\,mL\,\text{آب}}{10^{-3}\,L\,\text{آب}}}$$
$$\simeq 0/01\,mol.L^{-1}$$

روش

نکته انحلال‌پذیری گازها در آب ناچیز است؛ بنابراین می‌توان جرم محلول را با جرم آب و درصد جرمی محلول را با مقدار انحلال‌پذیری گاز برابر در نظر گرفت. با توجه به این‌که چگالی محلول به تقریب معادل چگالی آب ($1\,g.mL^{-1}$) است، خواهیم داشت:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{چگالی} \times \text{درصد جرمی} \times 10}{\text{جرم مولی}}$$
$$\Rightarrow \text{غلظت مولی محلول سیرشدهٔ گازها در آب} = \frac{10S}{\text{جرم مولی}}$$

$$\text{غلظت مولی} = \frac{10S}{M} = \frac{10 \times 0/03}{30} = 0/01\,mol.L^{-1}$$

۸۸- گزینه ۳

استراتژی برای قسمت اول سؤال، با توجه به این‌که فرمول یون نیترات به صورت NO_3^- و آهن دارای کاتیون‌های Fe^{2+} و Fe^{3+} است، فرمول نمک را به صورت $Fe(NO_3)_n$ در نظر بگیر و با توجه به غلظت یون نیترات در محلول و رابطهٔ بین جرم نمک و جرم یون نیترات، n رو به دست بیار! برای قسمت دوم سؤال هم با توجه به جرم محلول و مقدار نمک موجود در آن، شمار یون‌های آهن را در ۱ گرم محلول به دست بیار.

روش گام ابتدا با استفاده از فرمول ppm، جرم یون نیترات موجود در محلول را به دست می‌آوریم:

$$ppm = \frac{\text{جرم نیترات}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 992 = \frac{\text{جرم نیترات}}{250} \times 10^6$$
$$\Rightarrow \text{جرم نیترات} = 248 \times 10^{-3}\,g\,NO_3^-$$

گام حالا باید از جرم نیترات به جرم نمک موجود در محلول $Fe(NO_3)_n$ برسیم:

$$\frac{248 \times 10^{-3}}{1}\,g\,NO_3^- \times \frac{1\,mol\,NO_3^-}{62\,g\,NO_3^-} \times \frac{1\,mol\,Fe(NO_3)_n}{n\,mol\,NO_3^-} \times \frac{(56+62n)\,Fe(NO_3)_n}{1\,mol\,Fe(NO_3)_n}$$
$$= 0/36\,g\,Fe(NO_3)_n \Rightarrow 56+62n=90n \Rightarrow 56=28n \Rightarrow n=2$$
$$\Rightarrow Fe(NO_3)_2 \Rightarrow \text{آهن (II) نیترات}$$

گام برای حل قسمت دوم سؤال، با استفاده از کسر تبدیل مناسب می‌نویسیم:

$$1\,g\,\text{محلول} \times \frac{0/36\,g\,Fe(NO_3)_2}{250\,g\,\text{محلول}} \times \frac{1\,mol\,Fe(NO_3)_2}{180\,Fe(NO_3)_2} \times \frac{1\,mol\,Fe^{2+}}{1\,mol\,Fe(NO_3)_2}$$
$$\times \frac{6/02 \times 10^{23}\,Fe^{2+}}{1\,mol\,Fe^{2+}} = 8 \times 10^{-6} \times 6/02 \times 10^{23} = 4/816 \times 10^{18}\,Fe^{2+}$$

روش با استفاده از کسر تناسب می‌توانیم بنویسیم:

$$Fe(NO_3)_n \sim nNO_3^-$$

$$\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{Fe(NO_3)_n}} = \frac{\text{جرم محلول} \times ppm \times 10^{-6}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{NO_3^-}} \Rightarrow \frac{0/36}{56+62n} = \frac{250 \times 992 \times 10^{-6}}{n \times 62}$$

$$\Rightarrow \frac{0/36}{56+62n} = \frac{4}{1000n} \Rightarrow \frac{36}{56+62n} = \frac{4}{10n} \Rightarrow 56+62n = 90n$$
$$\Rightarrow 28n = 56 \Rightarrow n = 2$$

$$Fe(NO_3)_2 \sim 2NO_3^- \sim Fe^{2+}$$

$$\frac{\text{جرم محلول} \times ppm \times 10^{-6}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{NO_3^-}} = \frac{\text{تعداد ذره}}{\underbrace{\text{ضریب} \times N_A}_{Fe^{2+}}} \Rightarrow \frac{1 \times 992 \times 10^{-6}}{2 \times 62} = \frac{\text{تعداد ذره‌های } Fe^{2+}}{6/02 \times 10^{23}}$$

$$\Rightarrow \text{تعداد ذره‌های } Fe^{2+} = 8 \times 10^{-6} \times 6/02 \times 10^{23} = 4/816 \times 10^{18}$$

۸۹- گزینه ۲

بررسی گزینه‌ها: ۱) تنها نافلز مایع جدول دوره‌ای، برم ($_{35}Br$) است که در دورهٔ چهارم جدول تناوبی قرار دارد. در این دوره، تنها یک عنصر گازی وجود دارد که همان گاز نجیب کریپتون ($_{36}Kr$) با واکنش‌پذیری ناچیز است. ۲) در گروه ۱۴ جدول دوره‌ای، اتم عناصر کربن ($_6C$)، سیلیسیم ($_{14}Si$) و ژرمانیم ($_{32}Ge$) در واکنش با اتم دیگر عنصرها، تنها الکترون به اشتراک می‌گذارند اما دقت کنید که فلزهای قلع ($_{50}Sn$) و سرب ($_{82}Pb$) از این گروه، می‌توانند یون‌های تک‌اتمی با بارهای ۲+ یا ۴+ تشکیل دهند. ۳) در گروه دوم جدول دوره‌ای یا گروه فلزهای قلیایی‌خاکی، مشابه گروه‌های دیگر، از بالا به پایین، شعاع اتمی عنصرها افزایش می‌یابد، زیرا تعداد لایه‌های الکترونی اتم آن‌ها بیشتر می‌شود. هم‌چنین، بار مثبت هستهٔ عنصرها به دلیل افزایش عدد اتمی یا همان تعداد پروتون‌های عنصر، در یک گروه از بالا به پایین، افزایش می‌یابد. ۴) با مشخص‌شدن جایگاه یک عنصر در جدول دوره‌ای، دستهٔ آن عنصر (s، p، d یا f) مشخص می‌شود که عنصرهای مختلف بنا بر زیرلایهٔ در حال پرشدن اتم خود، در این ۴ دستهٔ مختلف قرار می‌گیرند.

۹۰- گزینه ۳

با توجه به این‌که در ناخالصی‌ها نیتروژن و گوگرد وجود ندارد، به کمک درصد جرمی نیتروژن در کود که در واقع مربوط به آمونیوم سولفات است، می‌توانیم درصد جرمی گوگرد را حساب کنیم. در هر مول آمونیوم سولفات ($(NH_4)_2SO_4$)، به ازای ۲ مول نیتروژن، ۱ مول گوگرد وجود دارد؛ بنابراین به ازای ۱۰۰ گرم کود خواهیم داشت:

$$16\,g\,N \times \frac{1\,mol\,N}{14\,g\,N} \times \frac{1\,mol\,S}{2\,mol\,N} \times \frac{32\,g\,S}{1\,mol\,S} = \frac{16 \times 32}{14 \times 2} \simeq 18/28\,g\,S$$
$$\Rightarrow S \text{ درصد جرمی} \simeq \%18/28$$

برای قسمت دوم سؤال، دقت کنید که جرم کود، در واقع همان جرم آمونیوم سولفات ناخالص است که داده شده است و ما باید اول به کمک درصد جرمی نیتروژن، جرم کود را به مول آمونیوم سولفات تبدیل کنیم:

روش استفاده از کسر تبدیل:

$$70\,g\,\text{کود} \times \frac{16\,g\,N}{100\,g\,\text{کود}} \times \frac{1\,mol\,N}{14\,g\,N} \times \frac{1\,mol\,(NH_4)_2SO_4}{2\,mol\,N} = 0/4\,mol\,(NH_4)_2SO_4$$

با توجه به معادلهٔ $(NH_4)_2SO_4(aq) + BaCl_2(aq) \rightarrow BaSO_4(s) + 2NH_4Cl(aq)$، با مصرف ۰/۴ مول آمونیوم سولفات، ۰/۴ مول رسوب $BaSO_4$ تولید می‌شود.

روش استفاده از کسر تناسب: $2N \sim (NH_4)_2SO_4 \sim BaSO_4$

$$\frac{70\,g \times \frac{16}{100}}{2\times 14}_{N} = \frac{x\,mol}{1}_{BaSO_4} \Rightarrow x = \frac{70\times 16}{2\times 14\times 100} = 0/4\,mol$$

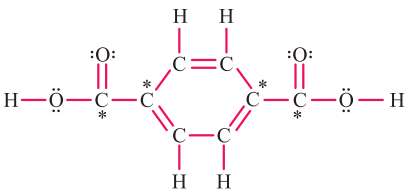
۹۱- گزینه ۱

بررسی گزینه‌ها:

۱) کربوکسیلیک اسیدها و استرهای یک‌عاملی که شمار اتم‌های کربن یکسانی دارند، ایزومر یا همپار یکدیگر هستند؛ بنابراین داریم:

این دو ترکیب، همپار هستند. ⇒ اتیل بوتانوات: استر سازندهٔ بوی آناناس $= C_6H_{12}O_2$ ⇒ ۶ کربنه
هگزانوئیک‌اسید: $C_6H_{12}O_2$ ⇒ ۶ کربنه

۲) در ساختار مولکول ترفتالیک اسید، چهار اتم کربن با هیچ اتم هیدروژنی پیوند اشتراکی ندارند:



۳) (C_nH_{2n+2}) درصد جرمی کربن در آلکان‌ها $= \frac{12n}{14n+2}\times 100$

برای این‌که *بدونیم* با افزایش n، درصد جرمی کربن چه تغییری می‌کنه، کافی است که درصد جرمی کربن در دو آلکان اولیه را حساب کنیم:

درصد جرمی کربن در $CH_4 = \frac{12}{16}\times 100 = ٪75$

درصد جرمی کربن در $C_2H_6 = \frac{2\times 12}{30}\times 100 = ٪80$

با افزایش n، درصد جرمی کربن در آلکان‌ها افزایش می‌یابد. *به نظرتون* در نهایت درصد جرمی کربن به چه عددی می‌*تونه برسه*؟! اگر از درس ریاضی کمک بگیرید و حد $\frac{12n}{14n+2}$ رو حساب کنید $(n \to \infty)$، متوجه خواهید شد که درصد جرمی کربن در آلکان‌ها نهایتاً می‌تواند به درصد جرمی کربن در آلکن‌ها (حدود ٪۸۵/۷ $= \frac{12}{14}\times 100$) برسد. بدانید و آگاه باشید که درصد جرمی هیدروژن در آلکان‌ها با افزایش شمار اتم‌های کربن کاهش می‌یابد و نهایتاً به درصد جرمی هیدروژن در آلکن‌ها (حدود ٪۱۴/۳) می‌رسد.

۴) بیش از ۹۰ درصد نفت خام مصرفی در دنیا، صرف سوزاندن و تأمین انرژی می‌شود که حدود نیمی از نفت یا تقریباً ۵۰ درصد آن، به عنوان سوخت در وسایل نقلیه و بخش اعظم نیم دیگر نفت یا تقریباً ۴۰ درصد آن، برای تأمین گرما و انرژی الکتریکی مورد نیاز ما استفاده می‌شود.

۹۲- گزینه ۲

شفاف‌سازی HCl و KOH هر دو به ترتیب اسید و باز قوی هستند. پس از واکنش HCl با KOH، pH محلول برابر با ۱۳ شده است نه ۷؛ بنابراین مقدار KOH بیشتر از HCl بوده و همهٔ KOH خنثی نشده است.

گام با اضافه‌کردن HCl به محلول KOH، مقدار از OH^- محلول باز با H^+ حاصل از یونش HCl خنثی می‌شود که سؤال گفته بعد از این خنثی‌شدن، pH محلول ۱۳ شده؛ پس ابتدا به کمک pH محلول، $[OH^-]$ را در محلول نهایی حساب می‌کنیم:

$$pH = 13 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-13}\ mol.L^{-1}$$

$$[H_3O^+][OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-13}} = 10^{-1}\ mol.L^{-1}$$

گام با داشتن $[OH^-]$ محلول نهایی، شمار مول‌های KOH باقی‌مانده در محلول را محاسبه می‌کنیم. از آن‌جا که KOH یک باز قوی یک‌ظرفیتی است، داریم:

$$[OH^-] = M = 10^{-1}\ mol.L^{-1}$$

حجم محلول ۲۰۰ mL است:

$$\text{غلظت مولی } (M) = \frac{\text{تعداد مول‌های حل‌شده}}{\text{حجم محلول برحسب لیتر}}$$

$$\Rightarrow 10^{-1} = \frac{\text{تعداد مول‌های KOH}}{\frac{200}{1000}} \Rightarrow \text{تعداد مول‌های KOH} = 0/02\ mol$$

در نتیجه پس از انجام واکنش خنثی‌شدن، ۰/۰۲ مول KOH در محلول باقی مانده است.

گام حالا حساب می‌کنیم که ۴۴/۸ mL گاز HCl با چند مول KOH واکنش می‌دهد:

$$HCl + KOH \rightarrow KCl + H_2O$$

$$44/8\ mL\,HCl \times \frac{1\ mol\,HCl}{22400\ mL\,HCl} \times \frac{1\ mol\,KOH}{1\ mol\,HCl} = 0/002\ mol$$

گام پس ۰/۰۰۲ مول KOH با ۴۴/۸ میلی‌لیتر گاز HCl خنثی شده و در نهایت ۰/۰۲ مول KOH در محلول باقی مانده؛ بنابراین در ابتدا ۰/۰۲۲ مول KOH $(0/002 + 0/02 = 0/022)$ داشته‌ایم. این مقدار KOH در ۵ میلی‌لیتر محلول وجود داشته، پس غلظت اولیهٔ KOH برابر است با:

$$\text{غلظت مولی } (M) = \frac{\text{تعداد مول‌های حل‌شده}}{\text{حجم محلول برحسب لیتر}} = \frac{0/022}{\frac{5}{1000}} = 4/4\ mol.L^{-1}$$

گام حالا می‌تونیم به کمک فرمول $M = \frac{10ad}{\text{جرم مولی}}$ (غلظت مولی)، درصد جرمی KOH را حساب کنیم:

$$M = \frac{10ad}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow 4/4 = \frac{10\times a\times 2/8}{56} \Rightarrow a = 8/8$$

۹۳- گزینه ۱

درس‌نامه دو عضو متوالی آلکان‌ها در یک گروه CH_2 با هم تفاوت دارند؛ بنابراین اختلاف آنتالپی سوختن دو عضو متوالی آلکان‌ها با هم برابر بوده و برابر با آنتالپی سوختن یک گروه CH_2 است. مثال: آنتالپی سوختن C_3H_8 − آنتالپی سوختن C_4H_{10} = آنتالپی سوختن C_2H_6 − آنتالپی سوختن C_3H_8

استراتژی اختلاف آنتالپی سوختن دو هیدروکربن متوالی به دلیل تفاوت در گروه CH_2 است؛ پس کافیه اختلاف آنتالپی سوختن اتان و پروپان رو حساب کنی تا آنتالپی سوختن یک گروه CH_2 رو به دست بیاری. با اضافه‌کردن ۳ گروه CH_2 به پروپان، هگزان حاصل می‌شود، پس کافیه آنتالپی سوختن ۳ گروه CH_2 رو به آنتالپی سوختن پروپان اضافه کنی تا به آنتالپی سوختن هگزان برسی و بتونی خواستهٔ سؤال رو محاسبه کنی.

گام اتان و پروپان در یک گروه CH_2 با هم اختلاف دارند؛ پس می‌توان نوشت:

$$\Delta H_{\text{سوختن}}(CH_2) = \text{آنتالپی سوختن اتان} - \text{آنتالپی سوختن پروپان}$$

$$= -2230 - (-1560) = -670\ kJ.mol^{-1}$$

گام هگزان (C_6H_{14}) در سه گروه CH_2 با پروپان (C_3H_8) اختلاف دارد.

$$\text{آنتالپی سوختن هگزان} = \text{آنتالپی سوختن پروپان} + 3\Delta H_{\text{سوختن}}(CH_2)$$

$$= -2230 + 3(-670) = -4240\ kJ.mol^{-1}$$

گام از سوختن ۱ مول هگزان، ۴۲۴۰ کیلوژول گرما آزاد می‌شود؛ پس گرمای آزادشده به ازای سوختن ۱۷/۲ گرم از آن برابر است با:

$$17/2\ g\ C_6H_{14} \times \frac{1\ mol\,C_6H_{14}}{86\ g\ C_6H_{14}} \times \frac{4240\ kJ}{1\ mol\,C_6H_{14}} = 848\ kJ$$

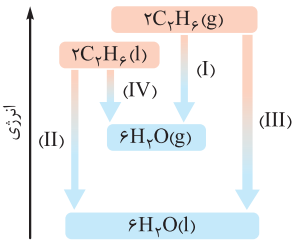
۹۴- گزینه ۳

گام سطح انرژی یک ماده در حالت مایع پایین‌تر از سطح انرژی همان ماده در حالت گاز است؛ یعنی:

سطح انرژی: $C_2H_6(l) < C_2H_6(g)$ و سطح انرژی: $H_2O(l) < H_2O(g)$

گام از آن‌جا که نیروهای بین مولکولی در اتان (وان‌درواسی)، ضعیف‌تر از نیروهای بین مولکولی در آب (پیوند هیدروژنی) هستند، آنتالپی تبخیر اتان از آنتالپی تبخیر آب کم‌تر است؛ یعنی برای تبخیر ۲ مول اتان $(2C_2H_6(l) \rightarrow 2C_2H_6(g))$ در مقایسه با تبخیر ۶ مول آب $(6H_2O(l) \rightarrow 6H_2O(g))$، گرمای کم‌تری لازم است.

گام ✌ پس نمودار انرژی ۴ واکنش سؤال با توجه به تفاوت حالت فیزیکی مواد به صورت مقابل است:



مقایسهٔ مقدار عددی گرمای آزادشدهٔ واکنش‌ها به ازای ۱ گرم اتان: $Q_{(III)} > Q_{(II)} > Q_{(I)} > Q_{(IV)}$ ($۵۲ > ۵۱/۴۳ > ۴۷/۶ > ۴۷/۰۳$)

۹۵- گزینه ۲

نکته با استفاده از ضرایب استوکیومتری مواد در یک واکنش:
الف) می‌توان سرعت متوسط مصرف یا تولید و یا همان شیب نمودار مول یا غلظت ـ زمان آن‌ها را با هم مقایسه کرد. **ب)** نمی‌توان مقدار مول مواد را در هر لحظه مقایسه کرد و فقط مقدار مول مصرفی یا تولیدی آن‌ها را می‌توان مقایسه کرد.

عبارت‌های «الف» و «پ» درست‌اند.

I) $۲H_۲S(g) + ۳O_۲(g) \rightarrow ۲H_۲O(g) + ۲SO_۲(g)$

II) $۴AsH_۳(g) + ۳O_۲(g) \rightarrow ۴As(s) + ۶H_۲O(g)$

(الف) ضریب هر دو فراورده در واکنش (I) برابر است؛ بنابراین سرعت تولید آن‌ها و شیب نمودار مول ـ زمان آن‌ها، با هم برابر است.

(ب) در واکنش (I)، ضریب $O_۲$، ۱/۵ برابر $H_۲S$ است و نه دو برابر!

(پ) *درسته!* زیرا بزرگ‌ترین ضریب در واکنش (II)، متعلق به $H_۲O$ است که جزء فراورده‌ها می‌باشد.

(ت) درسته که ضریب $O_۲$ کم‌تر از ضریب As است، اما *هواستون باشه* که ضرایب در یک معادلهٔ موازنه‌شده، نسبت تغییر تعداد مول مواد نسبت به هم را نشان می‌دهند و نه نسبت تعداد مول آن‌ها! مثلاً فرض کنید در ابتدا ۳ مول $O_۲$ در ظرف وارد شده است؛ اگر پس از مدتی ۱ مول $O_۲$ مصرف شود، تعداد مول $O_۲$ به $۲ = ۱ - ۳$ می‌رسد؛ از طرفی با توجه به معادلهٔ واکنش، به ازای مصرف ۱ مول $O_۲$، $\frac{۴}{۳}$ مول As تولید می‌شود. پس طی این زمان، تعداد مول $O_۲$ بیشتر از تعداد مول As خواهد شد.

۹۶- گزینه ۱

استراتژی برای به دست آوردن جرم آهن باقی‌مانده، ابتدا جرم آهن مصرف‌شده در ۴۰ ثانیهٔ ابتدایی را از روی سرعت گاز هیدروژن به دست آورده و مقدار حاصل را از جرم اولیهٔ آهن کم کن!

$۳Fe(s) + ۴H_۲O(g) \rightarrow Fe_۳O_۴(s) + ۴H_۲(g)$

روش ✌ گام ✌ جرم فلز آهن مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم:

$$۴۰s \times \frac{۰/۰۴\,mol H_۲}{۱s} \times \frac{۳\,mol Fe}{۴\,mol H_۲} \times \frac{۵۶\,g Fe}{۱\,mol Fe} = \frac{\overset{۱۰}{\cancel{۴۰}} \times ۰/۰۴ \times ۳ \times ۵۶}{\underset{۱}{\cancel{۴}}} = ۶۷/۲\,g Fe$$

گام ✌ جرم فلز آهن باقی‌مانده در ظرف واکنش را به دست می‌آوریم:

جرم فلز آهن باقی‌مانده = جرم فلز آهن اولیه − جرم فلز آهن مصرف‌شده

$= ۱۵۲/۸ - ۶۷/۲ = ۸۵/۶\,g Fe$

روش ✌ اگر از کسر تناسب برای حل مسائل استفاده می‌کنید باید مراحل زیر را طی کنید:

$$R = \frac{\Delta n}{\Delta t} \Rightarrow ۰/۰۴ = \frac{\Delta n}{۴۰} \Rightarrow \Delta n = ۱/۶\,mol$$

$$۳Fe \sim ۴H_۲$$

$$\frac{x}{\underbrace{۳ \times ۵۶}_{Fe}} = \frac{۱/۶}{\underbrace{۴}_{H_۲}} \Rightarrow x = ۶۷/۲$$

جرم فلز آهن باقی‌مانده = جرم فلز آهن اولیه − جرم فلز آهن مصرف‌شده

$= ۱۵۲/۸ - ۶۷/۲ = ۸۵/۶\,g Fe$

۹۷- گزینه ۴

درس‌نامه

رابطهٔ بین K_a و α: وقتی می‌گوییم درجهٔ یونش اسید ضعیف HA برابر α است، یعنی اگر غلظت اولیهٔ اسید، M باشد، به اندازهٔ $M\alpha$ یونیده شده است و غلظت تعادلی آن برابر با $M - M\alpha$ خواهد بود؛ پس می‌توان نوشت:

	HA	$\rightleftharpoons$ $H^+ +$	A^-
غلظت اولیه	M	۰	۰
تغییر غلظت	$-M\alpha$	$+M\alpha$	$+M\alpha$
غلظت تعادلی	$M - M\alpha$	$M\alpha$	$M\alpha$

$$\Rightarrow K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{(M\alpha)(M\alpha)}{M - M\alpha} = \frac{M^۲\alpha^۲}{M(۱-\alpha)} = \frac{M\alpha^۲}{۱-\alpha}$$

بنابراین برای اسیدهای ضعیف مانند HA رابطهٔ زیر برقرار است:

$$K_a = \frac{M\alpha^۲}{۱-\alpha} \xrightarrow{K_a < ۱۰^{-۴} \text{ یا } \alpha < ۰/۰۵} K_a \simeq M\alpha^۲$$

نمودار درجهٔ یونش برحسب غلظت اسید:

دیدیم که برای اسیدهای ضعیف، رابطهٔ تقریبی $K_a \simeq M\alpha^۲$ برقرار است. در دمای معین، K_a عدد ثابتی است؛ بنابراین از این رابطه نتیجه می‌گیریم که درجهٔ یونش اسیدهای ضعیف با غلظت محلول آن‌ها رابطهٔ وارونه دارد؛ یعنی هر چه محلول غلیظ‌تر باشد، درجهٔ یونش اسید در آن کم‌تر است:

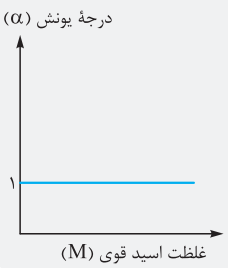
$$K_a \simeq M\alpha^۲ \Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{M}}$$
- α با M رابطهٔ وارونه دارد.
- نمودار α برحسب M خطی نیست.



◇ با توجه به رابطهٔ بالا، برای محاسبهٔ نسبت درجهٔ یونش یک اسید خیلی ضعیف در دو محلول با غلظت متفاوت، می‌توان از رابطهٔ مقابل استفاده کرد:

$$\frac{\alpha_۲}{\alpha_۱} = \sqrt{\frac{M_۱}{M_۲}}$$

بچه‌ها مراقب باشین! اسیدهای قوی به طول کامل یونش می‌یابند؛ بنابراین تغییر غلظت آن‌ها تأثیری بر درجهٔ یونش اسید ندارد.



گام ✌ با استفاده از ثابت یونش اسید و غلظت محلول، درجهٔ یونش را قبل از افزودن آب به دست می‌آوریم. حواستون باشه مقدار K_a (۰/۰۵)، عدد کوچکی نیست و باید از روابط اصلی K_a استفاده کنیم.

$$K_a = \frac{M\alpha^۲}{۱-\alpha} \xrightarrow[M=۱]{K_a = ۰/۰۵ = \frac{۱}{۲۰}} \frac{۱}{۲۰} = \frac{\alpha^۲}{۱-\alpha} \Rightarrow ۲۰\alpha^۲ + \alpha - ۱ = ۰ \Rightarrow \begin{cases} a = ۲۰ \\ b = ۱ \\ c = -۱ \end{cases}$$

$$\Rightarrow \alpha_۱, \alpha_۲ = \frac{-b \pm \sqrt{b^۲ - ۴ac}}{۲a} \Rightarrow \alpha_۱, \alpha_۲ = \frac{-۱ \pm ۹}{۴۰} \Rightarrow \begin{cases} \alpha_۱ = -\frac{۱۰}{۴۰} \text{ غ.ق.ق} \\ \alpha_۲ = \frac{۸}{۴۰} = ۰/۲ \checkmark \end{cases}$$

گام غلظت مولی محلول پس از افزودن آب را حساب می‌کنیم:

با افزودن آب، درجهٔ یونش اسید دو برابر شده و از ۰/۲ به ۰/۴ می‌رسد. با توجه به این‌که دما ثابت است، مقدار ثابت یونش اسید نیز ثابت است و تغییری نمی‌کند؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$[H^+] = M\alpha = 0/4M$$

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{M-[H^+]} \xrightarrow{K_a = 0/05 = \frac{1}{20}} \frac{1}{20} = \frac{(0/4M)^2}{M-0/4M} = \frac{0/16M^2}{0/6M} = \frac{4}{15}M$$

$$\Rightarrow M = \frac{15}{4\times 20} = \frac{3}{16}\ mol.L^{-1}$$

گام حجم آب اضافه‌شده را حساب می‌کنیم:

با افزودن آب، غلظت محلول از ۱ مولار به $\frac{3}{16}$ مولار رسیده است. با توجه به این‌که بر اثر افزایش حجم محلول، شمار مول‌های اسید تغییری نمی‌کند، خواهیم داشت:

$$\underbrace{\text{مول اسید}}_{(1)} = \underbrace{\text{مول اسید}}_{(2)} \xrightarrow{\text{حجم}\times\text{غلظت مولی}=\text{مول}} M_1V_1 = M_2V_2$$

$$\Rightarrow 1\times 1 = \frac{3}{16}\times V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{16}{3}\ L$$

$$\text{حجم آب اضافه‌شده} = V_2 - V_1 = \frac{16}{3} - 1 = \frac{13}{3}\ L = \frac{13000}{3}\ mL \simeq 4333\ mL$$

۹۸- گزینه ۱

گام محاسبهٔ جرم مولی پلی‌وینیل کلرید:

$$(C_2H_3Cl)_n \Rightarrow \text{شمار اتم‌های هیدروژن} = 3n = 6000 \Rightarrow n = 2000$$

$$\Rightarrow \text{جرم مولی} = 2000\times \text{جرم مولی } C_2H_3Cl = 2000\times 62/5 = 125000\ g.mol^{-1}$$

گام محاسبهٔ جرم مولی پلی‌پروپن:

$$(C_3H_6)_n \sim 3nCO_2$$

$$\frac{\text{مول ضریب پلی‌پروپن}}{} = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب کربن دی‌اکسید}} \Rightarrow \frac{0/5}{1} = \frac{198\times 1000}{3n\times 44} \Rightarrow n = \frac{9000}{3} = 3000$$

$$\text{جرم مولی پلی‌پروپن} = n\times \text{جرم مولی } C_3H_6 = (3000\times 42)\ g.mol^{-1}$$

گام محاسبهٔ نسبت جرم مولی پلی‌پروپن به پلی‌وینیل کلرید:

$$\frac{\text{جرم مولی پلی‌پروپن}}{\text{جرم مولی پلی‌وینیل کلرید}} = \frac{3000\times 42}{125000} = \frac{3\times 42}{125} = \frac{126}{125} \simeq 1$$

۹۹- گزینه ۴

عبارت‌های دوم، سوم، چهارم و پنجم درست هستند.

بررسی عبارت‌ها: ◆ فرمول کلی صابون‌های جامد و مایع می‌تواند به ترتیب، RCOONa و RCOOK باشد که در این دو صابون، R نشان‌دهندهٔ گروه هیدروکربنی بلندزنجیر می‌باشد؛ بنابراین ترکیب a، نوعی صابون مایع محسوب می‌شود ولی ترکیب c به علت داشتن زنجیر هیدروکربنی بسیار کوچک، صابون به شمار نمی‌آید.

◆ ترکیب b، پاک‌کنندهٔ غیرصابونی است که فرمول کلی این پاک‌کننده‌ها، $RC_6H_4SO_3^-Na^+$ می‌باشد. پاک‌کننده‌های غیرصابونی با یون‌های Ca^{2+} و Mg^{2+} تشکیل رسوب نمی‌دهند و خاصیت پاک‌کنندگی خود را حفظ می‌کنند؛ در صورتی که ترکیب a با توجه به توضیحات داده‌شده، پاک‌کنندهٔ صابونی است و این پاک‌کننده‌ها با یون‌های Ca^{2+} و Mg^{2+} تشکیل رسوب می‌دهند.

◆ فرمول زنجیرهای هیدروکربنی ترکیب d به صورت $C_{17}H_{33}$ بوده و با توجه به شمار اتم‌های هیدروژن در گروه سیرشدهٔ آلکیل (C_nH_{2n+1}) هم‌کربن آن $(C_{17}H_{35})$، در ساختار آن‌ها $\frac{35-33}{2} = 1$ پیوند دوگانه وجود دارد؛ بنابراین ترکیب d، یک استر سنگین سیرنشده است.

◆ ترکیب‌های a و d به ترتیب، صابون مایع و استر سنگین (نوعی چربی) هستند و مخلوط استر سنگین و آب، ناپایدار است و دو لایهٔ مجزا تشکیل می‌دهد. در صورتی که مقداری صابون به این مخلوط اضافه کنیم، یک کلوئید به دست می‌آید که مخلوطی پایدار و **به ظاهر همگن** است.

◆ صابون‌های مایع، نمک پتاسیم یا آمونیوم اسید چرب هستند؛ بنابراین اگر به جای بخش کاتیونی ترکیب a یا همان کاتیون K^+، کاتیون NH_4^+ قرار گیرد، هم‌چنان صابون به حالت مایع می‌ماند و حالت فیزیکی آن تغییری نمی‌کند.

۱۰۰- گزینه ۳

در ۱، ۲ و ۴، حداقل یک اسید یا باز ضعیف وجود دارد که بدون داشتن درجهٔ یونش یا ثابت یونش آن، نمی‌توان pH محلول را حساب کرد اما در ۳ با اسید و باز قوی روبه‌رو هستیم که فقط با غلظت محلول می‌توان pH را حساب کرد.

$$\left.\begin{array}{l} HNO_3 \text{ محلول}: [H^+] = 5\times 10^{-1} \\ \Rightarrow pH = 1 - \log 5 = 0/3 \\ Ba(OH)_2 \text{ محلول}: [OH^-] = 2\times 0/5 = 1 \\ \Rightarrow [H^+] = 10^{-14} \Rightarrow pH = 14 \end{array}\right\} \text{اختلاف pH} = 13/7$$

۱۰۱- گزینه ۳

درس‌نامه تفاوت در خواص، مزه، رنگ و بوی ادویه‌ها، میوه‌ها و بسیاری از مواد دیگر به دلیل تفاوت در ساختار و وجود گروه‌های عاملی متفاوت در آن‌هاست.

نام برخی از مواد و گروه‌های عاملی موجود در آن‌ها در زیر آمده است.

نام ماده	نام ترکیب موجود	گروه عاملی
بادام	بنزآلدهید	آلدهید
دارچین	×	آلدهید
میخک	۲ـ هپتانون	کتون
زردچوبه	×	کتون
رازیانه	×	اتر
گشنیز	×	الکل (هیدروکسیل)
تمشک و توت‌فرنگی	بنزوئیک اسید	کربوکسیلیک اسید (کربوکسیل)
هندوانه و گوجه‌فرنگی	لیکوپن	فاقد گروه عاملی
بوی آناناس	اتیل بوتانوات	استر
بوی موز	پنتیل اتانوات	استر
بوی سیب	متیل بوتانوات	استر
بوی انگور	اتیل هپتانوات	استر
بوی ماهی	متیل آمین	آمین
تایر اتومبیل، قایق بادبانی، لباس مسابقهٔ موتورسواری و جلیقه‌های ضد گلوله	کولار	آمید
سرکه	استیک اسید	کربوکسیلیک اسید
ریواس، انگور، لیموترش، کیوی، گوجه‌سبز	×	کربوکسیلیک اسید
شیر ترش‌شده	لاکتیک اسید	کربوکسیلیک اسید و هیدروکسیل (الکل)
کلسترول	کلسترول	الکل
ضد یخ	اتیلن گلیکول	دی الکل
اوره	اوره	آمید
روغن زیتون	×	استر سه‌عاملی سنگین
حلال چسب	اتیل استات (اتیل اتانوات)	استر

در ساختار وانیل، ۸ اتم هیدروژن و ۸ اتم کربن وجود دارد. در ساختار نفتالن $(C_{10}H_8)$ نیز ۸ اتم هیدروژن وجود دارد، اما هگزن یک آلکن ۶کربنی (C_6H_{12}) است.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۱ ترکیب مورد نظر دارای گروه عاملی آلدهیدی $(-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H)$، اتری $(-O-)$ و هیدروکسیل $(-OH)$ است. ۲ ترکیب مورد نظر مانند ترکیب آلی موجود در دارچین، دارای گروه عاملی آلدهیدی است. ۴ هر اتم اکسیژن، ۲ جفت‌الکترون ناپیوندی دارد؛ بنابراین ترکیب مورد نظر با ۳ اتم اکسیژن، در مجموع ۶ جفت‌الکترون ناپیوندی دارد. فرمول مولکولی این ترکیب $C_8H_8O_3$ و فرمول مولکولی یک آلکین (C_nH_{2n-2}) ۱۱کربنی، $C_{11}H_{20}$ بوده و جرم مولی هر دوی این ترکیب‌ها، ۱۵۲ گرم است:

$$\text{جرم‌مولی } C_8H_8O_3 = (8\times 12) + 8 + (3\times 16) = 152\ g.mol^{-1}$$

$$\text{جرم‌مولی } C_{11}H_{20} = (11\times 12) + 20 = 152\ g.mol^{-1}$$

۱۰۲- گزینه ۳

شفاف‌سازی در دما و غلظت یکسان، در محلول اسیدهای ضعیف یک‌ظرفیتی، هر چه اسید قوی‌تر باشد (ثابت یونش اسید بزرگ‌تر باشد)، شمار بیشتری از مولکول‌های اسید یونیده شده و غلظت یون‌ها در محلول آن بیشتر بوده و در نتیجه تفاوت غلظت یون‌ها با مولکول‌های یونیده‌نشدهٔ اسید، کم‌تر است.

$$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$$

غلظت اولیه: M ، ۰ ، ۰

غلظت تعادلی: $M-x$ ، x ، x

تفاوت غلظت یون‌ها با مولکول‌های یونیده‌نشدهٔ اسید: $(M-x)-2x=M-3x$

تفاوت غلظت کم‌تر $\Rightarrow$ هر چه K_a بزرگ‌تر، x بزرگ‌تر

با توجه به توضیحات داده‌شده در کادر شفاف‌سازی، باید اسید با K_a بزرگ‌تر را انتخاب کنیم:

هیدروسیانیک اسید < استیک اسید < فورمیک اسید < نیترو اسید: مقایسهٔ قدرت اسیدی (K_a)

۱۰۳- گزینه ۲

درس‌نامه

در سلول گالوانی:
- الکترود با E° کوچک‌تر ← آند (قطب منفی) سلول
- الکترود با E° بزرگ‌تر ← کاتد (قطب مثبت) سلول

- در همهٔ سلول‌های الکتروشیمیایی (گالوانی و الکترولیتی)، جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی از آند به کاتد است.
- ولتاژ هر سلول گالوانی، همان اختلاف پتانسیل میان دو نیم‌سلول کاتد و آند است. برای محاسبهٔ ولتاژ یک سلول گالوانی باید E° آند را از E° کاتد کم کنیم:

$$emf = E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ_{(\text{کاتد})} - E^\circ_{(\text{آند})} = E^\circ_{(\text{بزرگ‌تر})} - E^\circ_{(\text{کوچک‌تر})}$$

بررسی گزینه‌ها: ۱) در سلول‌های گالوانی، جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی از آند به کاتد است؛ پس در هر دو سلول داده‌شده، فلز مس نقش کاتد را دارد. *از اون‌جایی که* ولتاژ سلول (۱) بیشتر از سلول (۲) است، می‌توان فهمید که X کاهنده‌تر از Y است، *اما برای این‌که بدونیم*، X و Y چه فلزهایی هستند، باید E° آن‌ها را حساب کنیم:

$$emf = E^\circ_{(\text{کاتد})} - E^\circ_{(\text{آند})}$$

سلول (۱): $2 = 0/34 - E^\circ(X) \Rightarrow E^\circ(X) = -1/66\ V$

$\Rightarrow$ X همان فلز آلومینیم (Al) است.

سلول (۲): $1/1 = 0/34 - E^\circ(Y) \Rightarrow E^\circ(Y) = -0/76\ V$

$\Rightarrow$ Y همان فلز روی (Zn) است.

فلز آلومینیم ($_{13}Al$) جزء فلزهای اصلی دستهٔ p و فلز روی ($_{30}Zn$)، جزء فلزهای واسطهٔ دستهٔ d است.

۲) فهمیدیم که آند سلول (۱)، آلومینیم و آند سلول (۲)، روی است.

نیم‌واکنش آندی سلول (۱): $Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^-$

نیم‌واکنش آندی سلول (۲): $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ ← برابرکردن شمار الکترون‌ها ←

$$\begin{cases} 2Al \rightarrow 2Al^{3+} + 6e^- \\ 3Zn \rightarrow 3Zn^{2+} + 6e^- \end{cases}$$

به ازای مبادلهٔ ۶ مول الکترون، ۲ مول Al و ۳ مول Zn مصرف می‌شود. با توجه به این‌که $_{13}Al$ در دورهٔ سوم و $_{30}Zn$ در دورهٔ چهارم قرار دارد، *می‌شه* فهمید که جرم ۳ مول Zn قطعاً بیشتر از جرم ۲ مول Al است، نه کم‌تر! (تا این‌جا پاسخ تست مشخص شد ولی بیایید گزینه‌های بعدی رو هم بررسی کنیم.)

۳) X و Y به ترتیب آلومینیم و روی هستند؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$emf = E^\circ_{(\text{کاتد})} - E^\circ_{(\text{آند})} = E^\circ(Zn^{2+}/Zn) - E^\circ(Al^{3+}/Al)$$
$$= -0/76 - (-1/66) = 0/9\ V$$

۴) معادله‌های واکنش انجام‌شده در دو سلول به صورت زیر است:

سلول (۱): $2Al + 3Cu^{2+} \rightarrow 2Al^{3+} + 3Cu$ مجموع ضرایب $= 10$

سلول (۲): $Zn + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu$ مجموع ضرایب $= 4$

۱۰۴- گزینه ۲

گام باید به کمک اطلاعات داده‌شده، معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش را بنویسیم:

$$C_4H_{10} + O_2 \rightarrow CO + CO_2 + H_2O$$

بدون اطلاعات استوکیومتری، معادلهٔ بالا را با ضرایب مختلفی می‌توان موازنه کرد. برای پیداکردن ضرایب درست طی شرایط آزمایش، باید از داده‌های سؤال، کمک بگیریم. طبق اطلاعات سؤال، به ازای ۱۱/۶ گرم بوتان، ۱۷/۶ گرم کربن دی‌اکسید تولید شده است. جرم این مواد را به مول آن‌ها تبدیل می‌کنیم. نسبت مول مصرفی یا تولیدی مواد در یک واکنش، با نسبت ضریب استوکیومتری آن‌ها در معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش برابر است.

$$\left.\begin{array}{l} C_4H_{10}\text{ مول: } 11/6\ g\,C_4H_{10} \times \frac{1\ mol\,C_4H_{10}}{58\ g\,C_4H_{10}} = 0/2\ mol \\ CO_2\text{ مول: } 17/6\ g\,CO_2 \times \frac{1\ mol\,CO_2}{44\ g\,CO_2} = 0/4\ mol \end{array}\right\}$$

$\Rightarrow$ ضریب $CO_2 = 2$ (ضریب C_4H_{10})

اگر ضریب C_4H_{10} در معادلهٔ واکنش را ۱ در نظر بگیریم، ضریب CO_2 برابر ۲ خواهد بود و طبق موازنهٔ اتم‌های کربن، ضریب CO نیز برابر ۲ می‌باشد. یعنی داریم:

$$1C_4H_{10} \sim 2CO \sim 2CO_2$$

تیزبازی از اون‌جا که فقط با نسبت ضرایب استوکیومتری C_4H_{10}، CO_2 و CO کار داریم نیازی به نوشتن و موازنهٔ کامل واکنش نیست؛ این‌طوری می‌تونیم زمان رو هم save کنیم.

گام باید مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن در C_4H_{10} و مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن را در $2CO + 2CO_2$ به دست بیاریم تا مقدار تغییر عدد اکسایش کربن رو بتونیم محاسبه کنیم:

$$\underset{4C=-10}{C_4H_{10}} \rightarrow \underbrace{\underset{2C=+4}{2CO} + \underset{2C=+8}{2CO_2}}_{4C=+12}$$

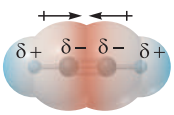
عدد اکسایش ۴ اتم کربن، از ۱۰− به ۱۲+ رسیده است، یعنی در مجموع ۲۲ واحد افزایش یافته است.

۱۰۵- گزینه ۲

۲) نادرست و ۱)، ۳) و ۴) درست هستند.

بررسی گزینه‌ها:

۱) مولکول ۴اتمی استیلن یا همان اتین با فرمول مولکولی C_2H_2، یک مولکول ناقطبی به شمار می‌رود که ساختاری خطی دارد.

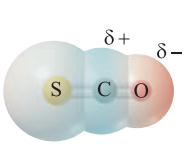


اتین (C_2H_2)

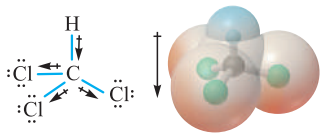
۲) در مولکول SO_3، عناصر S و O هر دو متعلق به گروه ۱۶ جدول تناوبی هستند، ولی این مولکول ناقطبی می‌باشد؛ زیرا توزیع الکترون‌ها پیرامون اتم مرکزی این مولکول، متقارن است.


گوگرد تری‌اکسید

۳) مولکول کربونیل سولفید با فرمول شیمیایی SCO و مولکول کلروفرم با فرمول شیمیایی $CHCl_3$، هر دو قطبی هستند و گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر دارند؛ زیرا اتم‌های اطراف اتم مرکزی دارای خصلت نافلزی متفاوتی هستند و توزیع الکترون‌ها یکنواخت نیست.

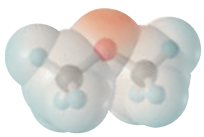


کربونیل سولفید (SCO)



کلروفرم ($CHCl_3$)

۴) در مولکول دی‌متیل اتر با فرمول شیمیایی C_2H_6O یا CH_3-O-CH_3، خاصیت نافلزی اتم O از اتم‌های C و H، بیشتر است؛ بنابراین در این مولکول، تراکم بار الکتریکی منفی روی اتم O می‌باشد و در نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی این مولکول، اتم O به رنگ سرخ است.


مولکول قطبی دی‌متیل اتر
(CH_3-O-CH_3 یا C_2H_6O)

۱۰۶- گزینه ۴

نکته مقایسهٔ آنتالپی فروپاشی شبکهٔ ترکیب یونی: **الف)** هر چه مجموع قدرمطلق بار یک کاتیون و یک آنیون در یک ترکیب یونی بزرگ‌تر باشد، ΔH فروپاشی شبکهٔ آن، بزرگ‌تر است. **ب)** هر چه شعاع یون‌ها کوچک‌تر باشد، ΔH فروپاشی شبکهٔ بلور، بزرگ‌تر است.

عبارت‌های «ب» و «پ» درست‌اند. (آ) با توجه به شمارهٔ گروه عنصرها، M، D، X و Y به ترتیب یون‌های M^{2+}، D^{3+}، X^{2-} و Y^{-} را تشکیل می‌دهند؛ پس مجموع قدرمطلق بار یک کاتیون و یک آنیون در ترکیب حاصل از واکنش D و X (۵ = ۲ + ۳) بزرگ‌تر از این مجموع در ترکیب حاصل از واکنش M و Y (۳ = ۲ + ۱) است، از این‌رو D_2X_3 آنتالپی فروپاشی بیشتری نسبت به MY_2 دارد. (ب) ترکیب $(K_2O)A_2X$ آنتالپی فروپاشی کم‌تری نسبت به $(MgO)MX$ دارد؛ پس نقطهٔ ذوب آن کم‌تر است. (پ) ترکیب حاصل از واکنش A و A_2X، X و ترکیب حاصل از واکنش Y و M، MY_2 است، نسبت شمار کاتیون به آنیون در A_2X مانند نسبت شمار آنیون به کاتیون در MY_2 برابر با ۲ است. (ت) Z یک فلز واسطه است و اکسید آن، ترکیب یونی به حساب می‌آید اما هر دو عنصر X و Y (اکسیژن و کلر) نافلز هستند و ترکیب حاصل از واکنش آن‌ها، یک مادهٔ مولکولی به شمار می‌رود. ساختار ترکیب‌های یونی و مواد مولکولی *کلی با هم فرق دارد!*

۱۰۷- گزینه ۳

نکته نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی و واکنش کلی سلول سوختی هیدروژن

نیم‌واکنش آندی: $H_2(g) \rightarrow 2H^+(aq) + 2e^-$ $\quad E^\circ = 0\ V$

نیم‌واکنش کاتدی: $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$ $\quad E^\circ = 1/23\ V$

واکنش کلی: $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$ $\quad E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} = 1/23\ V$

با اکسایش هر مول H_2 در سلول سوختی، ۲ مول الکترون مبادله می‌شود:

نیم‌واکنش آندی: $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$

$$2/5\ g H_2 \times \frac{1\ mol H_2}{2\ g H_2} \times \frac{2\ mole^-}{1\ mol H_2} = 2/5\ mole^-$$

در سلول گالوانی Al ـ Cu، با اکسایش ۱ مول یا ۲۷ گرم آلومینیم، ۳ مول الکترون مبادله می‌شود:

$Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^-$

$$2/5\ mole^- \times \frac{27\ g\ Al}{3\ mole^-} = 22/5\ g\ Al$$

۱۰۸- گزینه ۴

نکته یک واکنش زمانی به تعادل می‌رسد که غلظت مواد شرکت‌کننده در واکنش، ثابت شود.

در شکل‌های داده‌شده مولکول دواتمی بزرگ‌تر همان گاز N_2، مولکول دواتمی کوچک‌تر همان H_2 و مولکول چهاراتمی همان NH_3 است و با توجه به این‌که در زمان‌های ۴۰ و ۶۰ دقیقه، غلظت مواد شرکت‌کننده در واکنش تغییری نکرده است، تعادل ۴۰ دقیقه پس از شروع واکنش برقرار شده است؛ در نتیجه می‌توان گفت که در سامانهٔ تعادلی، ۰/۱ مول N_2 (۰/۱ × ۱ = ۰/۱)، ۰/۶ مول H_2 (۰/۶ × ۰/۱ = ۰/۶) و ۰/۶ مول NH_3 (۰/۶ × ۰/۱ = ۰/۶) وجود دارد؛ پس خواهیم داشت:

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{(\frac{0/6}{10})^2}{(\frac{0/1}{10}) \times (\frac{0/6}{10})^3} = \frac{10000}{6} \simeq 1667$$

برای قسمت دوم سؤال، با توجه به ضرایب استوکیومتری مواد شرکت‌کننده در واکنش، رابطهٔ سرعت متوسط واکنش و سرعت متوسط مصرف یا تولید مواد را به صورت زیر می‌نویسیم و به دلخواه سرعت متوسط مصرف گاز N_2 را در ۲۰ دقیقهٔ دوم واکنش یا همان زمان‌های ۲۰ تا ۴۰ دقیقه به دست می‌آوریم:

$$\bar{R}(\text{واکنش}) = \frac{\bar{R}(N_2)}{1} = \frac{\bar{R}(H_2)}{3} = \frac{\bar{R}(NH_3)}{2}$$

$$\bar{R}(\text{واکنش}) = \bar{R}(N_2) = -\frac{\Delta[N_2]}{\Delta t} = -\frac{\frac{(1-2) \times 0/1\ mol}{10\ L}}{20\ min} = \frac{0/1}{10 \times 20}$$

$$= 5 \times 10^{-4}\ mol.L^{-1}.min^{-1}$$

۱۰۹- گزینه ۴

همهٔ عبارت‌های داده‌شده، جملهٔ داده‌شده را به درستی کامل می‌کنند.

بررسی عبارت‌ها: ◇ NaOH، یک باز قوی است که در صورت انحلال با آب، یون‌های OH^- تولید می‌کند؛ با افزودن NaOH به تعادل $HF(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + F^-(aq)$، یون‌های OH^- حاصل از انحلال سود، با یون‌های H^+ موجود در تعادل واکنش داده و مولکول H_2O تولید می‌شود؛ بنابراین غلظت یون‌های H^+ در تعادل کاهش یافته و طبق اصل لوشاتلیه برای جبران کاهش غلظت این یون‌ها، مولکول‌های HF بیشتری یونیده می‌شوند؛ پس درجهٔ یونش اسید HF افزایش می‌یابد.

◇ تغییر فشار یا حجم بر جابه‌جایی تعادل‌هایی اثر دارد که مجموع تعداد مول‌های گازی واکنش‌دهنده‌ها با فراورده‌ها برابر نباشد؛ پس کاهش حجم در تعادل $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$ هیچ تأثیری بر جابه‌جایی تعادل ندارد، اما از آن‌جا که با کاهش حجم، تعداد مول CO_2 در واحد حجم افزایش پیدا می‌کند، غلظت این ماده نیز افزایش پیدا خواهد کرد.

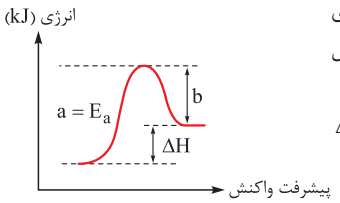
◇ با افزودن گاز H_2 به تعادل $Fe_3O_4(s) + 4H_2(g) \rightleftharpoons 3Fe(s) + 4H_2O(g)$، طبق اصل لوشاتلیه تعادل در جهت مصرف بخشی از گاز H_2 اضافه‌شده (در جهت رفت) جابه‌جا می‌شود؛ بنابراین غلظت بخار آب نیز افزایش می‌یابد. از آن‌جایی که در تعادل جدید، غلظت H_2O و H_2 هر دو زیاد شده است، پس سرعت هر دو واکنش رفت و برگشت در تعادل جدید نسبت به تعادل قبلی بیشتر می‌شود.

◇ واکنش $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ گرماده است که با کاهش دما در این تعادل، طبق اصل لوشاتلیه برای جبران کم‌شدن دما، تعادل در جهت تولید گرما یا همان در جهت رفت جابه‌جا می‌شود؛ بنابراین ثابت تعادل افزایش می‌یابد.

۱۱۰- گزینه ۱

آنتالپی یک واکنش، برابر تفاوت سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها است که با حاصل $(a - b)$ در نمودار برابر است.

$$\Delta H = a - b < E_a$$



نکته در واکنش‌های گرماگیر، مقدار انرژی فعال‌سازی واکنش همواره بیشتر از ΔH واکنش است: $E_a > \Delta H$ (واکنش‌های گرماگیر: $\Delta H > 0$)

بررسی سایر گزینه‌ها: ۲) اگر انرژی ذرات واکنش‌دهنده کم‌تر از انرژی فعال‌سازی واکنش باشد، واکنش انجام نمی‌شود (واکنش‌دهنده‌ها به فراورده تبدیل نمی‌شوند).

۳) واکنش مورد نظر گرماگیر است؛ اما واکنش حذف NO در مبدل کاتالیستی خودروهای بنزینی $(2NO \rightarrow N_2 + O_2)$، گرماده می‌باشد.

۴) در واکنش‌های گازی گرماگیر، مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش‌دهنده بیشتر از مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فراورده است.

$$\Delta H = \begin{bmatrix}\text{مجموع آنتالپی پیوندها}\\ \text{در مواد واکنش‌دهنده}\end{bmatrix} - \begin{bmatrix}\text{مجموع آنتالپی پیوندها}\\ \text{در مواد فراورده}\end{bmatrix}$$

$$\begin{pmatrix}\text{مجموع آنتالپی پیوندها}\\ \text{در مواد فراورده}\end{pmatrix} > \begin{pmatrix}\text{مجموع آنتالپی پیوندها}\\ \text{در مواد واکنش‌دهنده}\end{pmatrix} \Rightarrow \Delta H > 0 \Rightarrow \text{واکنش گرماگیر}$$

ریاضی

۱۱۱- گزینه ۳

استراتژی کافی است از تغییر متغیرهای $2^x = a$ و $5^x = b$ کمک بگیرید.

گام با استفاده از تغییر متغیر $2^x = a$ و $5^x = b$، عبارات را ساده می‌کنیم:

$$8^x = (2^3)^x = (2^x)^3 = a^3 \qquad 125^x = (5^3)^x = (5^x)^3 = b^3$$

$$20^x = (2^2 \times 5)^x = (2^x)^2 \times 5^x = a^2 b \qquad 50^x = (2 \times 5^2)^x = 2^x \times (5^x)^2 = ab^2$$

گام با جای‌گذاری در معادلهٔ اصلی داریم:

$$\frac{a^۳+b^۳}{a^۲b+ab^۲}=\frac{۱۹}{۱۰}$$

از اتحاد چاق و لاغر استفاده می‌کنیم:

$$\Rightarrow \frac{(a+b)(a^۲-ab+b^۲)}{ab(a+b)}=\frac{۱۹}{۱۰} \Rightarrow ۱۰a^۲-۱۰ab+۱۰b^۲=۱۹ab$$

$$\Rightarrow ۱۰a^۲-۲۹ab+۱۰b^۲=۰$$

جای $-۲۹ab$ می‌نویسیم $-۲۵ab-۴ab$:

$$۱۰a^۲-۲۵ab-۴ab+۱۰b^۲=۰$$

در دو جملهٔ اول از $۵a$ و در دو جملهٔ بعدی از $-۲b$ فاکتور می‌گیریم:

$$۵a(۲a-۵b)-۲b(۲a-۵b)=۰ \Rightarrow (۲a-۵b)(۵a-۲b)=۰ \Rightarrow \begin{cases}۵a=۲b\\ ۲a=۵b\end{cases}$$

گام به جای a و b، به ترتیب ۲^x و ۵^x را قرار می‌دهیم:

$$\Rightarrow \begin{cases}۵\times ۲^x=۲\times ۵^x\\ ۲\times ۲^x=۵\times ۵^x\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}۲^{x-۱}=۵^{x-۱}\\ ۲^{x+۱}=۵^{x+۱}\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}x=۱\\ x=-۱\end{cases}$$

بنابراین معادله دو جواب دارد.

۱۱۲- گزینه ۲

استراتژی کافی است اول ضابطهٔ الگو را به دست آورید و بعد نامعادلهٔ $a_n>۱۰۰$ را حل کنید.

درس‌نامه ضابطهٔ الگوی خطی به صورت $a_n=bn+c$ است.

گام جملهٔ هفدهم برابر ۵۲ و جملهٔ بیست و پنجم برابر ۵۸ است، پس:

$$\begin{cases}a_{۱۷}=۵۲ \Rightarrow ۱۷b+c=۵۲\\ a_{۲۵}=۵۸ \Rightarrow ۲۵b+c=۵۸\end{cases} \xrightarrow{\text{حل دستگاه}} b=\frac{۳}{۴},\ c=\frac{۱۵۷}{۴}$$

بنابراین ضابطهٔ الگو به صورت $a_n=\frac{۳}{۴}n+\frac{۱۵۷}{۴}$ می‌شود.

گام برای این‌که اولین جملهٔ بزرگ‌تر از ۱۰۰ این الگو را پیدا کنیم، نامعادلهٔ $a_n>۱۰۰$ را حل می‌کنیم:

$$\frac{۳}{۴}n+\frac{۱۵۷}{۴}>۱۰۰ \xrightarrow{\times ۴} ۳n+۱۵۷>۴۰۰ \Rightarrow ۳n>۲۴۳ \Rightarrow n>۸۱$$

پس اولین جملهٔ بزرگ‌تر از ۱۰۰، جملهٔ هشتاد و دوم است.

۱۱۳- گزینه ۳

درس‌نامه ۱ اگر جمع ضرایب یک چندجمله‌ای برابر صفر باشد، آن چندجمله‌ای بر $x-۱$ بخش‌پذیر است.

۲ برای این‌که معادلهٔ درجه‌دوم $ax^۲+bx+c=۰$ دارای دو ریشهٔ حقیقی متمایز باشد، باید $\Delta>۰$ شود.

گام جمع ضرایب این چندجمله‌ای برابر صفر است:

$$mx^۳+(m+۳)x^۲-(m+۲)x-m-۱=۰ \Rightarrow m+m+۳-m-۲-m-۱=۰$$

بنابراین طبق مورد (۱) درس‌نامه، این چندجمله‌ای بر $x-۱$ بخش‌پذیر است.

گام چندجمله‌ای $mx^۳+(m+۳)x^۲-(m+۲)x-m-۱=۰$ را بر $x-۱$ تقسیم می‌کنیم:

$$\begin{array}{r|l}
mx^۳+(m+۳)x^۲-(m+۲)x-m-۱ & x-۱\\
\hline
-mx^۳+mx^۲ & mx^۲+(۲m+۳)x+m+۱\\
\hline
(۲m+۳)x^۲-(m+۲)x-m-۱ & \\
-(۲m+۳)x^۲+(۲m+۳)x & \\
\hline
(m+۱)x-m-۱ & \\
-(m+۱)x+m+۱ & \\
\hline
۰ &
\end{array}$$

پس:

$$mx^۳+(m+۳)x^۲-(m+۲)x-m-۱=(x-۱)(mx^۲+(۲m+۳)x+m+۱)$$

گام یکی از ریشه‌های این معادله ۱ است. حالا برای این‌که معادله سه ریشهٔ متمایز داشته باشد، باید معادلهٔ درجه‌دوم $mx^۲+(۲m+۳)x+m+۱=۰$، ۲ ریشهٔ متمایز داشته باشد، یعنی دلتای آن مثبت باشد:

$$\Delta>۰ \Rightarrow b^۲-۴ac>۰ \Rightarrow (۲m+۳)^۲-۴m(m+۱)>۰$$

$$\Rightarrow \cancel{۴m^۲}+۱۲m+۹-\cancel{۴m^۲}-۴m>۰ \Rightarrow ۸m>-۹ \Rightarrow m>-\frac{۹}{۸}$$

تله حواستون باشه الان یهو نگین $m>-\frac{۹}{۸}$، پس کم‌ترین مقدار صحیح m می‌شه -۱. برای این‌که معادله سه ریشهٔ حقیقی متمایز داشته باشه، $x=۱$ نباید ریشهٔ معادلهٔ درجه‌دوم باشد.

گام اگر $x=۱$ ریشهٔ معادلهٔ درجه‌دوم $mx^۲+(۲m+۳)x+m+۱$ باشد، داریم:

$$m+۲m+۳+m+۱=۰ \Rightarrow ۴m+۴=۰ \Rightarrow m=-۱$$

پس $m\neq -۱$ است.

حالا احتمالاً می‌گین پس $m=۰$ می‌شه کم‌ترین مقدار صحیح m، ولی به ازای $m=۰$، معادله اصلاً درجه۳ نیست که بخواد سه تا ریشه داشته باشه، پس کم‌ترین مقدار صحیح m، برابر ۱ است.

۱۱۴- گزینه ۳

شفاف‌سازی تعداد اعضای مجموعهٔ $\{[x]\,|\,\frac{۴}{f(x)}\geq f(x)\}$، برابر تعداد مقادیری است که $[x]$ می‌تواند داشته باشد.

درس‌نامه

$$a<|\ \ |<b \xrightarrow{a,b\text{ مثبت}} \begin{cases}a<\ \ <b\\ -b<\ \ <-a\end{cases}$$

گام نامعادله را تشکیل می‌دهیم و آن را حل می‌کنیم:

$$\frac{۴}{f(x)}\geq f(x) \Rightarrow \frac{۴}{f(x)}-f(x)\geq ۰ \Rightarrow \frac{۴-f^۲(x)}{f(x)}\geq ۰$$

$$\xrightarrow[f(x)=u]{\text{تجزیه}} \frac{(۲-u)(۲+u)}{u}\geq ۰$$

(۲−: ریشه، ۲: ریشه، u: ریشه=۰)

$$\xrightarrow{\text{تعیین علامت}}$$

u		-۲		۰		۲	
عبارت	+	۰	−	∄	+	۰	−

$$\xrightarrow{\geq ۰} u\leq -۲,\ ۰<u\leq ۲$$

گام با جای‌گذاری ضابطهٔ f یعنی $|x|-۱$ به جای u، دو نامعادله داریم. هر دو را حل می‌کنیم:

$$\begin{cases}\diamond\ u\leq -۲ \Rightarrow |x|-۱\leq -۲ \Rightarrow \underbrace{|x|\leq -۱}_{\text{نشدنی}} \times\\ \diamond\ ۰<u\leq ۲ \Rightarrow ۰<|x|-۱\leq ۲ \xrightarrow{+۱} ۱<|x|\leq ۳ \xrightarrow{\text{مورد (۱) درس‌نامه}} \begin{cases}۱<x\leq ۳\\ -۳\leq x<-۱\end{cases}\end{cases} \xrightarrow{\text{اجتماع}} x\in(۱,۳]\cup[-۳,-۱)$$

گام با توجه به محدودهٔ x، مقادیر $[x]$ را می‌نویسیم:

$$\begin{cases}۱<x<۲: [x]=۱\\ ۲\leq x<۳: [x]=۲\\ x=۳: [x]=۳\\ -۳\leq x<-۲: [x]=-۳\\ -۲\leq x<-۱: [x]=-۲\end{cases} \Rightarrow \{۱,۲,۳,-۳,-۲\} \Rightarrow ۵\text{ عضو}$$

۱۱۵- گزینه ۲

درس‌نامه در عبارت درجه‌دوم $ax^۲+bx+c$، اگر:

الف) $a>۰$ و $\Delta<۰$ باشد، به ازای هر مقدار حقیقی x، عبارت مثبت می‌شود.

ب) $a<۰$ و $\Delta<۰$ باشد، به ازای هر مقدار حقیقی x، عبارت منفی می‌شود.

گام برای این‌که این نامعادله به ازای هر مقدار حقیقی x برقرار باشد، دو حالت داریم:

گام حالت اول: عبارت صورت همواره مثبت و عبارت مخرج همواره منفی باشد که باید:

۱) ضریب $x^۲$ در صورت مثبت $\Rightarrow m+۲>۰ \Rightarrow \boxed{m>-۲}$

۲) دلتای صورت منفی $\Rightarrow (m+۱)^۲-۴(m+۲)\times\frac{۱}{۴}(m+۳)<۰$

$\Rightarrow (m+۱)^۲-(m+۲)(m+۳)<۰ \Rightarrow m^۲+۲m+۱-m^۲-۵m-۶<۰$

$\Rightarrow -۳m-۵<۰ \Rightarrow -۳m<۵ \Rightarrow \boxed{m>-\frac{۵}{۳}}$

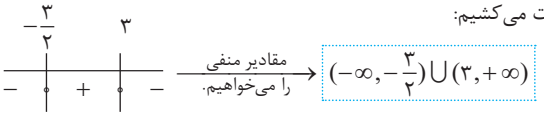
۳) ضریب $x^۲$ در مخرج منفی $\Rightarrow ۲m-۵<۰ \Rightarrow \boxed{m<\frac{۵}{۲}}$

۴) دلتای مخرج منفی $\Rightarrow ۱۶-۴(۲m-۵)(m+۱)<۰$

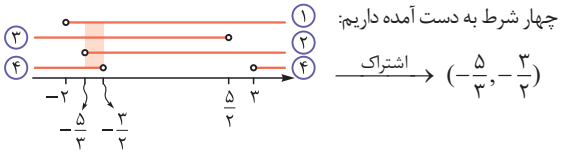
$\xrightarrow{\div ۴} ۴-(۲m-۵)(m+۱)<۰ \Rightarrow ۴-۲m^۲-۲m+۵m+۵<۰$

$\Rightarrow -۲m^۲+۳m+۹<۰ \xrightarrow{\text{ریشه‌ها}} \begin{cases} m=۳ \\ m=-\frac{۳}{۲} \end{cases}$

جدول تعیین علامت می‌کشیم:



با اشتراک‌گرفتن از چهار شرط به دست آمده داریم:



گام حالت دوم: عبارت صورت همواره منفی و عبارت مخرج همواره مثبت باشد که باید:

ضریب $x^۲$ صورت منفی: $m+۲<۰ \Rightarrow m<-۲$

ضریب $x^۲$ مخرج مثبت: $۲m-۵>۰ \Rightarrow m>\frac{۵}{۲}$

اشتراک این دو شرط $\varnothing$ است، پس این حالت امکان‌پذیر نیست و نیازی به بررسی منفی‌بودن دلتای صورت و مخرج نیست.

گام بنابراین جواب $(-\frac{۵}{۳},-\frac{۳}{۲})$ می‌شود.

۱۱۶- گزینه ۴

درس‌نامه ۱ اگر تابع $y=f(x)$ را k واحد $(k>۰)$ به راست ببریم، باید جای تمام xها، $x-k$ و اگر k واحد به چپ ببریم، باید جای تمام xها، $x+k$ قرار دهیم.

۲ اگر تابع $y=f(x)$ را k واحد $(k>۰)$ به بالا ببریم، باید ضابطه را به علاوهٔ k کنیم و اگر تابع را k واحد به پایین ببریم، باید ضابطه را منهای k کنیم.

۳ اگر تابع $y=f(x)$ را با ضریب k $(k>۰)$ در راستای محور افقی منقبض کنیم، باید به جای همهٔ xها، kx را قرار دهیم و اگر تابع را با ضریب k منبسط کنیم، باید به جای همهٔ xها، $\frac{۱}{k}x$ را قرار دهیم.

۴ برای قرینه کردن تابع $y=f(x)$ نسبت به مبدأ مختصات، به جای x، $-x$ و به جای y، $-y$ را قرار می‌دهیم.

گام برای آن‌که f را ۲ واحد به چپ ببریم (طبق مورد (۱) درس‌نامه) باید جای xهایش، $x+۲$ قرار دهیم: $f(x)=(۲x-۱)^۳ \xrightarrow{x\to x+۲} y=(۲(x+۲)-۱)^۳=(۲x+۳)^۳$

گام حالا یک واحد به ضابطه اضافه می‌کنیم تا نمودارمان ۱ واحد به بالا برود:

$y=(۲x+۳)^۳+۱$

گام برای آن‌که نمودار را در راستای افقی با ضریب ۲ منقبض کنیم باید جای xها، $۲x$ قرار دهیم:

$y=(۲x+۳)^۳+۱ \xrightarrow{x\to ۲x} y=(۲(۲x)+۳)^۳+۱=(۴x+۳)^۳+۱$

گام برای قرینه‌کردن نسبت به مبدأ، جای x، $-x$ و جای y، $-y$ قرار می‌دهیم:

$y=(۴x+۳)^۳+۱ \xrightarrow[y\to -y]{x\to -x} -y=(۴(-x)+۳)^۳+۱$

$\Rightarrow -y=(-۴x+۳)^۳+۱ \Rightarrow y=(۴x-۳)^۳-۱ \Rightarrow g(x)=(۴x-۳)^۳-۱$

گام در آخر برای محاسبهٔ $g(۱)$، $x=۱$ را در g قرار می‌دهیم: $g(۱)=(۴-۳)^۳-۱=۰$

۱۱۷- گزینه ۱

استراتژی با توجه به $x_۱=\sqrt{x_۲}$، ریشه‌ها را $x_۱$ و $x_۱^۲$ بگیرید. بعد از P و سپس از S کمک بگیرید.

درس‌نامه اگر $x_۱$ و $x_۲$ ریشه‌های معادلهٔ درجه‌دوم $Ax^۲+Bx+C=۰$ با شرط $\Delta>۰$ باشند، داریم:

ضرب ریشه‌ها: $P=x_۱x_۲=\frac{C}{A}$ جمع ریشه‌ها: $S=x_۱+x_۲=-\frac{B}{A}$

گام مجموع و حاصل‌ضرب ریشه‌های معادلهٔ $\underbrace{۱}_{A}x^۲\underbrace{-(a^۲+۲a-۴)}_{B}x+\underbrace{a^۳}_{C}=۰$ را می‌نویسیم:

$S=\frac{-B}{A}=a^۲+۲a-۴ \qquad P=\frac{C}{A}=a^۳$

گام از رابطهٔ $x_۱=\sqrt{x_۲}$ نتیجه می‌گیریم یکی از ریشه‌ها جذر ریشهٔ دیگر است (و هر دو ریشهٔ مثبت‌اند). آن‌ها را $x_۱$ و $x_۱^۲$ می‌گیریم.

از P کمک می‌گیریم. $x_۱.x_۱^۲=a^۳ \Rightarrow x_۱^۳=a^۳ \Rightarrow x_۱=a$

پس ریشه‌های معادله a و $a^۲$ هستند.

گام حالا سراغ S می‌رویم. مجموع a و $a^۲$ (یعنی ریشه‌ها) برابر با S یعنی $a^۲+۲a-۴$ است:

$a+a^۲=a^۲+۲a-۴ \Rightarrow a=۴$

گام ریشه‌ها را حساب می‌کنیم:

$\begin{cases} x_۱=a=۴ \\ x_۲=a^۲=۴^۲=۱۶ \end{cases}$

گام $x_۱+\frac{x_۲}{a-۲}=۴+\frac{۱۶}{۴-۲}=۴+۸=۱۲$

۱۱۸- گزینه ۱

استراتژی اصلاً به حل کردن معادله و پیدا کردن x برحسب a فکر نکنید! کافیست به این توجه کنید که با استفاده از اتحاد مزدوج، $(\sqrt{x+a}+\sqrt{x-۲a})(\sqrt{x+a}-\sqrt{x-۲a})=۳a$ است.

درس‌نامه اتحاد مزدوج به صورت زیر است:

$(A-B)(A+B)=A^۲-B^۲$

گام اگر فرض کنیم $\sqrt{x+a}-\sqrt{x-۲a}=M$ است، داریم:

$\underbrace{(\sqrt{x+a}-\sqrt{x-۲a})}_{M}\underbrace{(\sqrt{x+a}+\sqrt{x-۲a})}_{۵a}=\underbrace{x+a-(x-۲a)}_{۳a}$

گام پس:

$M\times ۵a=۳a \Rightarrow M=\frac{۳a}{۵a}=\frac{۳}{۵}$

۱۱۹- گزینه ۱

استراتژی کافی است با استفاده از اتحاد $(x-۱)^۳=x^۳-۳x^۲+۳x-۱$، ضابطهٔ تابع f را ساده کنید.

درس‌نامه ۱ اتحاد مکعب دوجمله‌ای به شکل زیر است:

$(A\pm B)^۳=A^۳\pm ۳A^۲B+۳AB^۲\pm B^۳$

۲ برای به دست آوردن $f^{-۱}(\alpha)$، کافی است معادلهٔ $f(x)=\alpha$ را حل کنیم که جواب آن همان $f^{-۱}(\alpha)$ است.

گام به کمک اتحاد $(x-۱)^۳=x^۳-۳x^۲+۳x-۱$، ضابطهٔ f را ساده‌تر می‌نویسیم:

$f(x)=x^۳-۳x^۲+۳x+a=\underbrace{x^۳-۳x^۲+۳x-۱}_{(x-۱)^۳}+۱+a=(x-۱)^۳+a+۱$

نکته $(f+g)(\alpha)=f(\alpha)+g(\alpha)$

گام تساوی $(f+f^{-۱})(-۱)=-۸$ معادل است با: $f(-۱)+f^{-۱}(-۱)=-۸$

◇ برای محاسبهٔ $f(-۱)$، جای xها، -۱ قرار می‌دهیم:

$f(-۱)=(-۱-۱)^۳+a+۱=-۸+a+۱=a-۷$

◆ برای محاسبهٔ $f^{-1}(-1)$، طبق مورد (۲) درس‌نامه، باید معادلهٔ $f(x)=-1$ را حل کنیم:

$$f(x)=-1 \Rightarrow (x-1)^3+a+1=-1 \Rightarrow (x-1)^3=-a-2$$
$$\xrightarrow{\text{فرجهٔ }3} x-1=\sqrt[3]{-a-2} \Rightarrow x=1+\sqrt[3]{-a-2}=1-\sqrt[3]{a+2}$$
$$\Rightarrow f^{-1}(-1)=1-\sqrt[3]{a+2}$$

گام با جای‌گذاری دو مقدار به‌دست‌آمده در -8 = $f(-1)+f^{-1}(-1)$، داریم:

$$(a-7)+(1-\sqrt[3]{a+2})=-8 \Rightarrow a+2=\sqrt[3]{a+2} \xrightarrow{t=\sqrt[3]{a+2}} t^3=t$$
$$\Rightarrow t^3-t=0 \Rightarrow t(t^2-1)=0 \Rightarrow \begin{cases} t=0 \Rightarrow \sqrt[3]{a+2}=0 \Rightarrow a=-2 \\ t=1 \Rightarrow \sqrt[3]{a+2}=1 \Rightarrow a=-1 \\ t=-1 \Rightarrow \sqrt[3]{a+2}=-1 \Rightarrow a=-3 \end{cases}$$

گام بنابراین مجموع مقادیر a برابر است با: $-2+(-1)+(-3)=-6$

۱۲۰- گزینه ۳

درس‌نامه ۱ معادلهٔ خط با طول از مبدأ p و عرض از مبدأ q به صورت زیر است:

$$\frac{x}{p}+\frac{y}{q}=1$$

۲ برای ترکیب دو تابع f و f^{-1} داریم:

الف) $(fof^{-1})(x)=x, x\in R_f$ ب) $(f^{-1}of)(x)=x, x\in D_f$

۳ برای محاسبهٔ $f^{-1}(\alpha)$، کافی است معادلهٔ $f(x)=\alpha$ را حل کنیم.

گام ضابطهٔ تابع خطی f را می‌نویسیم:

$$\frac{x}{p}+\frac{y}{q}=1 \Rightarrow \frac{x}{4}+\frac{y}{6}=1 \xrightarrow{\times 6} y=\frac{-3}{2}x+6$$

(طول از مبدأ، عرض از مبدأ)

پس:

$$f(x)=\frac{-3}{2}x+6$$

گام f و g در $x=2$ متقاطع‌اند، پس $g(2)$ با $f(2)$ برابر است؛ در نتیجه:

$$f^{-1}(\underbrace{g(2)}_{f(2)})=f^{-1}(f(2))=2$$

گام برای محاسبهٔ $g(f^{-1}(3))$ دو مرحله داریم:

۱) اول برای محاسبهٔ $f^{-1}(3)$، معادلهٔ $f(x)=3$ را حل می‌کنیم:

$$f(x)=3 \Rightarrow -\frac{3}{2}x+6=3 \Rightarrow -\frac{3}{2}x=-3 \Rightarrow x=2$$

پس $f^{-1}(3)=2$ است.

۲) حالا $g(2)$ = $g(\underbrace{f^{-1}(3)}_{2})$ می‌شود. $g(2)$ همان $f(2)$ است که برابر است با:

$$f(x)=\frac{-3}{2}x+6 \Rightarrow f(2)=-3+6=3$$

گام در آخر داریم: $(f^{-1}og)(2)+(gof^{-1})(3)=2+3=5$

۱۲۱- گزینه ۳

درس‌نامه ۱ تابع $y=a(x+b)^3+c$ با شرط $a>0$، اکیداً صعودی و با شرط $a<0$، اکیداً نزولی است. ۲ برای به دست آوردن کم‌ترین مقدار سهمی $y=ax^2+bx+c$، با شرط $a>0$، باید به جای x طول رأس سهمی یعنی $x=-\frac{b}{2a}$ را جای‌گذاری کنیم.

گام تابع $f(x)=(2k^2-k)x^3-4$ نزولی اکید است؛ پس ضریب x^3، منفی است:

$$2k^2-k<0 \Rightarrow k(2k-1)<0 \xrightarrow{\text{بین ریشه‌ها}} 0<k<\frac{1}{2}$$

گام بنابراین ما باید محدودهٔ تغییرات $4k^2-k$ وقتی $0<k<\frac{1}{2}$ است را پیدا کنیم.

ابتدا k_S (طول رأس سهمی یا همان $\frac{-b}{2a}$) را حساب می‌کنیم: $k_S=\frac{-b}{2a}=\frac{1}{2(4)}=\frac{1}{8}$

مقدار عبارت درجه‌دوم $4k^2-k$ را در سه نقطهٔ ابتدا، انتها و k_S حساب می‌کنیم:

(ابتدا) $k=0: 4(0)^2-0=0$ (انتها) $k=\frac{1}{2}: 4(\frac{1}{2})^2-\frac{1}{2}=\frac{1}{2}$

(رأس) $k=\frac{1}{8}: 4(\frac{1}{8})^2-\frac{1}{8}=\frac{1}{16}-\frac{1}{8}=\frac{-1}{16}$

بین سه مقدار به‌دست‌آمده، کم‌ترین مقدار $\frac{-1}{16}$ و بیشترین $\frac{1}{2}$ است، پس محدودهٔ تغییرات بازهٔ $[\frac{-1}{16},\frac{1}{2})$ است.

گام $b-a=\frac{1}{2}-(\frac{-1}{16})=\frac{9}{16}$

۱۲۲- گزینه ۱

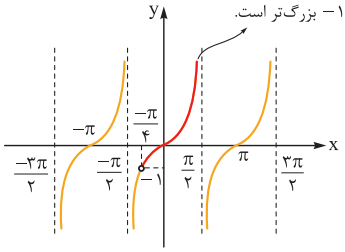
استراتژی محدودهٔ تغییرات $\frac{\pi}{4}-\frac{x}{2}$ را پیدا کنید. بعد ببینید در این محدوده، تغییرات تانژانت چگونه است.

گام اول محدودهٔ کمان را حساب می‌کنیم:

$$\frac{-\pi}{2}<x<\pi \xrightarrow{\times(-\frac{1}{2})} \frac{\pi}{4}>\frac{-x}{2}>\frac{-\pi}{2} \xrightarrow{+\frac{\pi}{4}} \frac{\pi}{2}>\frac{\pi}{4}-\frac{x}{2}>\frac{-\pi}{4}$$

گام نمودار $y=\tan x$ به صورت روبه‌رو است:

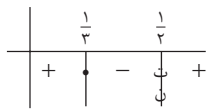
وقتی $\frac{-\pi}{4}<x<\frac{\pi}{2}$ است، تانژانت از -1 بزرگ‌تر است.



گام باید $\frac{m}{2m-1}$ از -1 بزرگ‌تر باشد:

$$\frac{m}{2m-1}>-1 \Rightarrow \frac{m}{2m-1}+1>0 \Rightarrow \frac{m+2m-1}{2m-1}>0 \Rightarrow \frac{3m-1}{2m-1}>0$$

تعیین علامت



مثبت‌ها $\Rightarrow m\in(-\infty,\frac{1}{3})\cup(\frac{1}{2},+\infty)$

تیزبازی به ازای $x=0$ و $x=\frac{\pi}{2}$ داریم:

$$\tan(\frac{\pi}{4}-\frac{x}{2})=\frac{m}{2m-1} \begin{cases} \xrightarrow{x=0} \tan(\frac{\pi}{4})=\frac{m}{2m-1} \Rightarrow 1=\frac{m}{2m-1} \Rightarrow m=1 \\ \xrightarrow{x=\frac{\pi}{2}} \tan(0)=\frac{m}{2m-1} \Rightarrow 0=\frac{m}{2m-1} \Rightarrow m=0 \end{cases}$$

حالا فقط ① هم شامل صفر و هم شامل ۱ است.

۱۲۳- گزینه ۲

استراتژی اول $\cos(2x)$ و بعد $\cos(4x)$ را محاسبه کنید. حالا با حل یک معادلهٔ مثلثاتی به جواب می‌رسید.

درس‌نامه ۱ $\cos(2\alpha)=2\cos^2\alpha-1$

۲ برای حل معادلات مثلثاتی به شکل $\cos A=\cos B$ داریم: $A=2k\pi\pm B$

گام اول مقدار $\cos(2x)$ را به دست می‌آوریم:

$$\cos(2x)=2\cos^2x-1=2(\frac{\sqrt{5}-1}{4})^2-1=\cancel{2}\times\frac{5+1-2\sqrt{5}}{\cancel{16}_{8}}-1$$
$$=\frac{6-2\sqrt{5}}{8}-1=\frac{3-\sqrt{5}}{4}-1=\frac{3-\sqrt{5}-4}{4}=\frac{-\sqrt{5}-1}{4} \Rightarrow \cos(2x)=\frac{-\sqrt{5}-1}{4}$$

گام مقدار $\cos(4x)$ را هم به دست می‌آوریم: (به جای α در $\cos^2(2\alpha)=2\cos^2\alpha-1$ قرار می‌دهیم $2x$.)

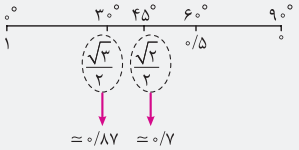
$$\cos(4x)=2\cos^2(2x)-1=2(\frac{-\sqrt{5}-1}{4})^2-1$$
$$=\cancel{2}\times\frac{5+1+2\sqrt{5}}{\cancel{16}_{8}}-1=\frac{6+2\sqrt{5}}{8}-1=\frac{3+\sqrt{5}}{4}-1=\frac{3+\sqrt{5}-4}{4}=\frac{\sqrt{5}-1}{4}$$

گام مقدار $\cos x$ و $\cos 4x$، هر دو برابر با $\frac{\sqrt{5}-1}{4}$ شد، پس x جواب حادهٔ معادلهٔ $\cos(4x)=\cos x$ است. معادله را حل می‌کنیم:

$$\cos(4x)=\cos(x) \Rightarrow 4x=2k\pi\pm x \Rightarrow \begin{cases}4x=2k\pi+x\\4x=2k\pi-x\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}3x=2k\pi\\5x=2k\pi\end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases}x=\frac{2k\pi}{3} \Rightarrow \text{جواب حاده ندارد.}\\x=\frac{2k\pi}{5} \xrightarrow{\text{جواب حاده}} x=\frac{2\pi}{5}\end{cases}$$

تیزبازی اندازهٔ زوایای حادهٔ معروف و مقدار کسینوس‌هایشان را ببینید:



مقدار تقریبی $\frac{\sqrt{5}-1}{4}$ می‌شود: $\frac{2/2-1}{4}\simeq 0/3$

عدد $0/3$ بین صفر و $0/5$ است؛ پس x باید عددی در محدودهٔ 60° تا 90° باشد.

در بین گزینه‌ها فقط $\frac{2\pi}{5}$ رادیان که 72° می‌شود در این محدوده قرار دارد.

۱۲۴- گزینه ۲

درس‌نامه ۱ $\cos(-\alpha)=\cos(\alpha)$

۲ در توابع مثلثاتی به شکل $y=a\cos u$ یا $y=a\sin u$ داریم: $\max=|a|$, $\min=-|a|$

۳ برای حل معادلات مثلثاتی داریم:

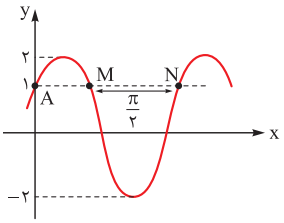
$\sin A=\sin B \Rightarrow \begin{cases}A=2k\pi+B\\A=2k\pi+\pi-B\end{cases}$
$\cos A=\cos B \Rightarrow A=2k\pi\pm B$
$\tan A=\tan B \Rightarrow A=k\pi+B$

گام مقدار تابع در $x=0$ را حساب می‌کنیم:

$$f(x)=2\cos(bx-\frac{\pi}{3}) \Rightarrow f(0)=2\cos(\frac{-\pi}{3})$$

$$\xrightarrow{\text{مورد (۱) درس‌نامه}} 2\cos(\frac{\pi}{3})=2(\frac{1}{2})=1$$

گام چون نمودار انتقال عمودی ندارد، پس min و max آن، قرینه‌اند و برابر با:



$$f(x)=2\cos(bx-\frac{\pi}{3})$$

$$\Rightarrow \begin{cases}\max=|\text{ضریب پشت cos}|=|2|=2\\\min=-|\text{ضریب پشت cos}|=-|2|=-2\end{cases}$$

پس شکل بهتر نمودار به صورت مقابل است:

گام برای به دست آوردن طول نقاط M و N باید معادلهٔ $f(x)=1$ را حل کنیم:

$$2\cos(bx-\frac{\pi}{3})=1 \Rightarrow \cos(bx-\frac{\pi}{3})=\frac{1}{2} \Rightarrow \cos(bx-\frac{\pi}{3})=\cos\frac{\pi}{3}$$

حالا با استفاده از مورد (۳) درس‌نامه داریم:

$$\Rightarrow bx-\frac{\pi}{3}=2k\pi\pm\frac{\pi}{3} \Rightarrow \begin{cases}bx=2k\pi \Rightarrow x=\frac{2k\pi}{b} \xrightarrow{k=0,1} \underbrace{x=0}_{\text{نقطهٔ A}} \ , \ \underbrace{x=\frac{2\pi}{b}}_{\text{نقطهٔ N}}\\bx=2k\pi+\frac{2\pi}{3} \Rightarrow x=\frac{2k\pi}{b}+\frac{2\pi}{3b} \xrightarrow{k=0} \underbrace{x=\frac{2\pi}{3b}}_{\text{نقطهٔ M}}\end{cases}$$

گام فاصلهٔ M تا N برابر $\frac{\pi}{2}$ است؛ پس:

$$\frac{2\pi}{b}-\frac{2\pi}{3b}=\frac{\pi}{2} \Rightarrow \frac{6\pi-2\pi}{3b}=\frac{\pi}{2} \Rightarrow \frac{4\pi}{3b}=\frac{\pi}{2} \Rightarrow 3b=8 \Rightarrow b=\frac{8}{3}$$

۱۲۵- گزینه ۱

استراتژی کافی است با استفاده از نسبت‌های مثلثاتی زاویه‌ای و نسبت‌های دوآلفایی، عبارت را ساده کنید تا به یک معادلهٔ مثلثاتی ساده برسید.

درس‌نامه ۱ برای ساده‌کردن نسبت‌های مثلثاتی $\pi-\alpha$ و $\frac{3\pi}{2}-\alpha$ داریم:

$\sin(\pi-\alpha)=\sin\alpha$	$\sin(\frac{3\pi}{2}-\alpha)=-\cos\alpha$
$\cos(\pi-\alpha)=-\cos\alpha$	$\cos(\frac{3\pi}{2}-\alpha)=-\sin\alpha$
$\tan(\pi-\alpha)=-\tan\alpha$	$\tan(\frac{3\pi}{2}-\alpha)=\cot\alpha$
$\cot(\pi-\alpha)=-\cot\alpha$	$\cot(\frac{3\pi}{2}-\alpha)=\tan\alpha$

۲ $\sin(\alpha).\cos(\alpha)=\frac{1}{2}\sin(2\alpha)$

۳ برای حل معادلات مثلثاتی داریم:

$\sin A=\sin B \Rightarrow \begin{cases}A=2k\pi+B\\A=2k\pi+\pi-B\end{cases}$
$\cos A=\cos B \Rightarrow A=2k\pi\pm B$
$\tan A=\tan B \Rightarrow A=k\pi+B$

گام معادله را ساده‌تر می‌نویسیم:

$$4\underbrace{\sin(\frac{3\pi}{2}-\frac{x}{2})}_{-\cos(\frac{x}{2})}\underbrace{\cos(\pi-x)}_{-\cos x}=1 \Rightarrow 4\cos(\frac{x}{2})\cos x=1$$

گام دو طرف را در $\sin\frac{x}{2}$ ضرب می‌کنیم و از اتحاد $\sin\alpha\cos\alpha=\frac{1}{2}\sin 2\alpha$ استفاده می‌کنیم:

$$4\underbrace{\sin\frac{x}{2}\cos\frac{x}{2}}_{\frac{1}{2}\sin x}\cos x=\sin\frac{x}{2} \Rightarrow \underbrace{2\sin x\cos x}_{\sin 2x}=\sin\frac{x}{2} \Rightarrow \sin 2x=\sin\frac{x}{2}$$

گام معادلهٔ مثلثاتی بالا را با کمک مورد (۳) درس‌نامه حل می‌کنیم:

$$\sin 2x=\sin\frac{x}{2} \Rightarrow \begin{cases}2x=2k\pi+\frac{x}{2} \Rightarrow \frac{3}{2}x=2k\pi \xrightarrow{\times\frac{2}{3}} x=\frac{4}{3}k\pi\\2x=2k\pi+\pi-\frac{x}{2} \Rightarrow \frac{5}{2}x=2k\pi+\pi \xrightarrow{\times\frac{2}{5}} x=\frac{2}{5}(2k\pi+\pi)\end{cases}$$

گام جواب‌های در محدودهٔ $[0,2\pi]$ را پیدا می‌کنیم:

$$\begin{cases}x=\frac{4}{3}k\pi \xrightarrow{k=0,1} 0,\frac{4\pi}{3}\\x=\frac{2}{5}(2k\pi+\pi) \xrightarrow{k=0,1,2} \frac{2\pi}{5},\frac{6\pi}{5},2\pi\end{cases}$$

تله حواست باشه یهو الان جواب‌ها رو جمع نکنی و بگی که جواب ۳ یعنی $\frac{74\pi}{15}$ می‌شه‌ها! ببین چون دو طرف معادله را در $\sin\frac{x}{2}$ ضرب کرده بودیم، ممکن است ریشهٔ نادرستی به معادله اضافه شده باشد.

از بین ۵ جواب به‌دست‌آمده، فقط آن‌هایی را چک می‌کنیم که $\sin\frac{x}{2}$ را صفر می‌کنند، یعنی $x=0$ و $x=2\pi$. هر دو جواب رد می‌شوند.

پس مجموع سه جواب معادله در این بازه برابر است با:

$$\frac{4\pi}{3}+\frac{2\pi}{5}+\frac{6\pi}{5}=\frac{20\pi+6\pi+18\pi}{15}=\frac{44\pi}{15}$$

۱۲۶- گزینه ۲

درس‌نامه برخی از قوانین لگاریتم را در زیر ببینید:

الف) $A=B \Rightarrow \log_m A=\log_m B$ (می‌توان از طرفین در مبنای دلخواه لگاریتم گرفت.)

ب) $\log_b a^m=m\log_b a$

پ) $\log_a a=1$

ت) $\log_m a+\log_m b=\log_m ab$

ث) $\frac{\log_m a}{\log_m b}=\log_b a$

گام اول از طرفین معادلهٔ $۲^x = ۳^{۳-x}$ در مبنای ۲ لگاریتم می‌گیریم:

$$۲^x = ۳^{۳-x} \Rightarrow \log_۲ ۲^x = \log_۲ ۳^{۳-x}$$
$$\Rightarrow x\underbrace{\log_۲ ۲}_{۱} = (۳-x)\log_۲ ۳ \Rightarrow x = (۳-x)\log_۲ ۳$$

x را تنها می‌کنیم:

$$\Rightarrow x = ۳\log_۲ ۳ - x\log_۲ ۳ \Rightarrow x + x\log_۲ ۳ = ۳\log_۲ ۳$$
$$\Rightarrow x(\underbrace{۱}_{\log_۲ ۲} + \log_۲ ۳) = \underbrace{۳\log_۲ ۳}_{\log_۲ ۳^۳} \Rightarrow x \times \log_۲ ۶ = \log_۲ ۲۷$$
$$\Rightarrow x = \frac{\log_۲ ۲۷}{\log_۲ ۶} = \log_۶ ۲۷ = \log_۶ ۳^۳ = ۳\log_۶ ۳ \Rightarrow x = ۳\log_۶ ۳$$

گام حالا به جای xها در $\frac{\frac{x}{۳}+۱}{\frac{x}{۳}+\log_۶ ۲}$، $۳\log_۶ ۳$ را قرار می‌دهیم:

$$\frac{\frac{۳\log_۶ ۳}{۳}+۱}{\frac{۳\log_۶ ۳}{۳}+\log_۶ ۲} = \frac{\log_۶ ۳+\log_۶ ۶}{\log_۶ ۳+\log_۶ ۲} = \frac{\log_۶ ۱۸}{\log_۶ ۶} \overset{(ت)}{=} \log_۶ ۱۸$$

۱۲۷- گزینه ۱

درس‌نامه ۱ در تابع نمایی $y = a^x + b$، معادلهٔ خط‌چین افقی، $y = b$ است.

۲ برای محاسبهٔ $f^{-۱}(k)$، کافی است معادلهٔ $f(x) = k$ را حل کنیم. جواب این معادله، همان $f^{-۱}(k)$ است.

گام ضابطه را به شکل $f(x) = -۲^{\underbrace{a}_{\text{خط‌چین افقی}}+۲^{b+\frac{x}{۲}}}$ می‌نویسیم.

معادلهٔ خط‌چین افقی $y = ۴$ است، پس $a = ۴$ است.

گام نمودار از مبدأ مختصات عبور می‌کند. پس نقطهٔ $(۰,۰)$ در آن صدق می‌کند:

$$f(x) = -۲^{b+\frac{x}{۲}} + ۴ \Rightarrow ۰ = -۲^{b+۰} + ۴ \Rightarrow ۲^b = ۴ \Rightarrow b = ۲$$

پس ضابطه به صورت $f(x) = -۲^{۲+\frac{x}{۲}} + ۴$ می‌شود.

گام برای محاسبهٔ $f^{-۱}(۳)$، معادلهٔ $f(x) = ۳$ را حل می‌کنیم:

$$۳ = -۲^{۲+\frac{x}{۲}} + ۴ \Rightarrow ۲^{۲+\frac{x}{۲}} = ۱ \xrightarrow{\text{توان، صفر بوده}} ۲ + \frac{x}{۲} = ۰ \Rightarrow x = -۴$$

پس: $f^{-۱}(۳) = -۴$

۱۲۸- گزینه ۲

استراتژی دستهٔ اول $\{۱,۲\}$، دستهٔ دوم $\{۳,\dots,۶\}$، دستهٔ سوم $\{۷,\dots,۱۴\}$ و ... است. حالا کافی است به این دقت کنید که اعداد اول دسته‌ها تشکیل الگو می‌دهند.

درس‌نامه اگر تعدادی عدد متوالی داشته باشیم، برای پیداکردن میانگین آن‌ها کافی است میانگین اولین و آخرین عدد را حساب کنیم، به عبارت دیگر:

$$a, a+۱, a+۲, \dots, b \xrightarrow{\text{میانگین}} \frac{a+b}{۲}$$

گام چند دستهٔ اول را می‌نویسیم:

$$\underbrace{\{۱,۲\}}_{\text{دستهٔ اول}}, \underbrace{\{۳,۴,۵,۶\}}_{\text{دستهٔ دوم}}, \underbrace{\{۷,۸,\dots,۱۴\}}_{\text{دستهٔ سوم}}, \underbrace{\{۱۵,۱۶,\dots,۳۰\}}_{\text{دستهٔ چهارم}}, \dots$$

گام حالا به اعداد اول دسته‌ها توجه کنید:

$$\underset{۲^۱-۱}{۱}, \underset{۲^۲-۱}{۳}, \underset{۲^۳-۱}{۷}, \underset{۲^۴-۱}{۱۵}, \dots$$

گام همان‌طور که می‌بینید، عدد اول هر دسته، یک واحد کم‌تر از ۲ به توان شمارهٔ آن دسته است؛ پس عدد اول دستهٔ نهم برابر $۲^۹ - ۱ = ۵۱۲ - ۱ = ۵۱۱$ و عدد اول دستهٔ دهم $۲^{۱۰} - ۱ = ۱۰۲۴ - ۱ = ۱۰۲۳$ است. حالا واضح است که عدد آخر دستهٔ نهم، یک واحد کم‌تر از عدد اول دستهٔ دهم، یعنی برابر $۱۰۲۳ - ۱ = ۱۰۲۲$ است، پس دستهٔ نهم به صورت زیر می‌شود:

$$\underbrace{\{۵۱۱,۵۱۲,۵۱۳,\dots,۱۰۲۲\}}_{\text{دستهٔ نهم}}, \underbrace{\{۱۰۲۳,\dots\}}_{\text{دستهٔ دهم}}$$

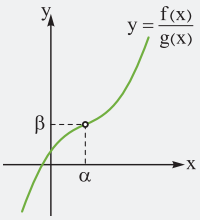
گام حالا طبق درس‌نامه، میانگین اعداد دستهٔ نهم برابر $\frac{۵۱۱+۱۰۲۲}{۲} = ۷۶۶/۵$ است. جزء صحیح این عدد برابر $[۷۶۶/۵] = ۷۶۶$ بوده که مجموع ارقام آن برابر $۱۹ = ۶+۶+۷$ است.

۱۲۹- گزینه ۳

درس‌نامه ۱ جواب‌های معادلهٔ مثلثاتی $\sin x = \cos x$، به صورت $x = k\pi + \frac{\pi}{۴}$ است.

۲ $\cos(۲\alpha) = \cos^۲(\alpha) - \sin^۲(\alpha)$

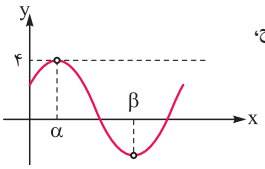
۳ به شکل روبه‌رو دقت کنید:



تابع y در نقطه‌ای به طول α حفره دارد. حفره نقطه‌ای است که:

الف) مقدار صورت و مخرج کسر در آن (به ازای $x = \alpha$) برابر صفر است.

ب) حاصل حد تابع در $x \to \alpha$ پس از رفع ابهام برابر β است.



گام واضح است که در دو حفرهٔ این تابع، مقدار مخرج، یعنی $\cos x - \sin x$ باید برابر صفر باشد:

گام معادلهٔ $\cos x - \sin x = ۰$ را به کمک مورد (۱) درس‌نامه حل می‌کنیم:

$$\cos x - \sin x = ۰ \Rightarrow \sin x = \cos x \Rightarrow x = k\pi + \frac{\pi}{۴}$$

جواب‌های مثبت این معادله به ترتیب $\frac{\pi}{۴}$، $\frac{۵\pi}{۴}$ و ... هستند، پس $\alpha = \frac{\pi}{۴}$ و $\beta = \frac{۵\pi}{۴}$ می‌شود.

گام $x = \frac{\pi}{۴}$ طول یکی از حفره‌های تابع است، پس مقدار صورت و مخرج تابع f در $x = \frac{\pi}{۴}$ برابر صفر می‌شود. مخرج که مجهولی ندارد، پس صورت را به ازای $x = \frac{\pi}{۴}$، مساوی صفر قرار می‌دهیم:

$$a\cos(۲\times\frac{\pi}{۴}) + b = ۰ \Rightarrow \underbrace{a\cos\frac{\pi}{۲}}_{۰} + b = ۰ \Rightarrow b = ۰$$

اگر $x = \frac{۵\pi}{۴}$ را در صورت یا مخرج قرار دهیم به چیز جدیدی نمی‌رسیم!

گام بنابراین ضابطهٔ تابع به شکل $f(x) = \frac{a\cos(۲x)}{\cos x - \sin x}$ می‌شود.

با توجه به نمودار حد تابع f در $x \to \frac{\pi}{۴}$ (یا همان $x \to \alpha$ که $\alpha = \frac{\pi}{۴}$ است)، برابر ۴ است:

$$\lim_{x\to\frac{\pi}{۴}} f(x) = ۴ \Rightarrow \lim_{x\to\frac{\pi}{۴}} \frac{a\cos ۲x}{\cos x - \sin x} = ۴ \Rightarrow \lim_{x\to\frac{\pi}{۴}} \frac{\overbrace{a(\cos^۲ x - \sin^۲ x)}^{\text{مزدوج}}}{\cos x - \sin x} = ۴$$

$$\Rightarrow \lim_{x\to\frac{\pi}{۴}} \frac{a\,(\cos x - \sin x)(\cos x + \sin x)}{\cos x - \sin x} = ۴$$

$$\Rightarrow a(\underbrace{\cos\frac{\pi}{۴}}_{\frac{\sqrt{۲}}{۲}} + \underbrace{\sin\frac{\pi}{۴}}_{\frac{\sqrt{۲}}{۲}}) = ۴ \Rightarrow a\sqrt{۲} = ۴ \Rightarrow a = ۲\sqrt{۲}$$

۱۳۰- گزینه ۳

استراتژی وقتی $x \to ۱$، حد مخرج $\frac{|f(x)|}{x-۱}$ صفر است؛ پس برای آن‌که حدمان صفر شود، باید عبارت درجه‌دومی که در صورت قرار می‌گیرد، عامل $(x-۱)^۲$ داشته باشد.

گام ضابطهٔ f به صورت زیر است:

$$f(x) = a + x(x-b) = x^۲ - bx + a$$

گام حد داده‌شده به صورت زیر می‌شود:

$$\lim_{x\to۱}\frac{|f(x)|}{x-۱} = ۰ \Rightarrow \lim_{x\to۱}\frac{|x^۲ - bx + a|}{x-۱}$$

چون حد مخرج صفر و حاصل کل حد صفر است، پس صورت باید عامل $(x-1)^2$ داشته باشد که بعد ساده‌شدن $(x-1)$ها از صورت و مخرج، یک عامل $x-1$ در صورت بماند و حاصل حد را صفر کند. با توجه به این‌که $|x^2-bx+a|$ باید حاصل $(x-1)^2$ داشته باشد و ضریب x^2، یک است، پس:

$$f(x)=(x-1)^2=x^2\underbrace{-2}_{b}x+\underbrace{1}_{a}$$

گام حاصل حد داده‌شده را حساب می‌کنیم:

$$\lim_{x\to-\infty}(x+\sqrt{f(x)-x})=\lim_{x\to-\infty}(x+\sqrt{(x-1)^2-x})=\lim_{x\to-\infty}(x+\sqrt{x^2-3x+1})$$

نکته وقتی $x\to\pm\infty$، هم‌ارزی $\sqrt{x^2+bx+c}\simeq|x+\frac{b}{2}|$ را داریم.

پس:

$$\lim_{x\to-\infty}(x+\underbrace{\sqrt{x^2-3x+1}}_{\sim|x-\frac{3}{2}|})=\lim_{x\to-\infty}(x+\underbrace{|x-\frac{3}{2}|}_{\text{منفی}})=\lim_{x\to-\infty}(x-x+\frac{3}{2})=\frac{3}{2}=1/5$$

۱۳۱- گزینه ۲

استراتژی باید با کمک دستگاه دو معادله و دو مجهول، حد راست و چپ f و g را پیدا کنید.

گام برای راحتی کار فرض می‌کنیم:

$$\lim_{x\to1^+}f(x)=a,\ \lim_{x\to1^-}f(x)=b,\ \lim_{x\to1^+}g(x)=c,\ \lim_{x\to1^-}g(x)=d$$

گام با توجه به نمودار $3f-g$ حد راست تابع $3f-g$ در $x=1$ برابر ۵ و حد چپ آن برابر ۱ است:

$$\lim_{x\to1^+}(3f(x)-g(x))=5\Rightarrow 3a-c=5\quad(I)$$

$$\lim_{x\to1^-}(3f(x)-g(x))=1\Rightarrow 3b-d=1\quad(II)$$

گام به طور مشابه برای نمودار $f+2g$ داریم:

$$\lim_{x\to1^+}(f(x)+2g(x))=4\Rightarrow a+2c=4\ (*)$$

$$\lim_{x\to1^-}(f(x)+2g(x))=-2\Rightarrow b+2d=-2\ (**)$$

گام با حل دستگاه دو معادله و دو مجهول (I) و (*) داریم:

$$\begin{cases}3a-c=5\\a+2c=4\end{cases}\Rightarrow a=2\ ,\ c=1$$

گام به طور مشابه با حل دستگاه دو معادله و دو مجهول (II) و (**) داریم:

$$\begin{cases}3b-d=1\\b+2d=-2\end{cases}\Rightarrow b=0\ ,\ d=-1$$

گام حد راست و چپ تابع $f-g$ در $x=1$ را محاسبه می‌کنیم:

$$\lim_{x\to1^+}(f(x)-g(x))=a-c=2-1=1$$

$$\lim_{x\to1^-}(f(x)-g(x))=b-d=0-(-1)=1$$

حد راست و چپ تابع $f-g$ در $x=1$ با هم برابرند؛ پس این تابع در $x=1$ حد داشته و حد آن برابر ۱ است.

۱۳۲- گزینه ۴

شفاف‌سازی آهنگ لحظه‌ای تغییر شیب خط مماس ⟵ مشتق دوم

استراتژی در صورت جای ۵- بنویسید $3+8-$. بعد اتحاد مکعب تشکیل دهید و کسر را تفکیک کنید تا ضابطه ساده‌تر شود، سپس $f''(3)$ را محاسبه کنید!

درس‌نامه ۱ اتحاد مکعب دوجمله‌ای به شکل زیر است:

$$(A\pm B)^3=A^3\pm3A^2B+3AB^2\pm B^3$$

۲ آهنگ لحظه‌ای تغییر تابع f در $x=\alpha$، برابر $f'(\alpha)$ است.

گام اول ضابطهٔ f را کمی ساده‌تر می‌کنیم:

$$f(x)=\frac{x^3-6x^2+12x-5}{x-2}=\frac{x^3-6x^2+12x-8+3}{x-2}$$

$$=\frac{(x-2)^3}{x-2}+\frac{3}{x-2}\Rightarrow f(x)=(x-2)^2+3(x-2)^{-1}$$

گام دقت کنید! شیب خط مماس یعنی مشتق، آهنگ لحظه‌ای تغییر هم یعنی مشتق، پس ما در اصل، مشتقِ مشتقِ f در $x=3$، یعنی $f''(3)$ را می‌خواهیم.

از f دو بار مشتق می‌گیریم:

$$f(x)=(x-2)^2+3(x-2)^{-1}\Rightarrow f'(x)=2(x-2)-3(x-2)^{-2}$$

$$\Rightarrow f''(x)=2+6(x-2)^{-3}=2+\frac{6}{(x-2)^3}$$

گام $x=3$ را در f'' قرار می‌دهیم:

$$f''(3)=2+\frac{6}{(3-2)^3}=2+\frac{6}{1}=8$$

۱۳۳- گزینه ۱

استراتژی کافی است به معادله‌های $f(-1)=0$، $f'(0)=0$ و $f'(-1)=0$ توجه کنید.

درس‌نامه اگر خط مماس بر منحنی f در نقطه‌ای به طول α افقی باشد، $f'(\alpha)=0$ می‌شود.

گام مشتق f را حساب می‌کنیم:

$$f(x)=-x^3+bx^2+cx+d\Rightarrow f'(x)=-3x^2+2bx+c$$

با توجه به نمودار تابع، خط مماس بر منحنی f در $x=0$ و $x=-1$ افقی است، پس f' باید در $x=0$ و $x=-1$ صفر شود:

$$f'(0)=0\Rightarrow c=0$$

$$f'(-1)=0\Rightarrow -3-2b+\underbrace{c}_{0}=0\Rightarrow b=\frac{-3}{2}$$

تا این‌جا ضابطه به شکل $f(x)=-x^3-\frac{3}{2}x^2+d$ شد.

گام مقدار تابع در $x=-1$ برابر صفر است:

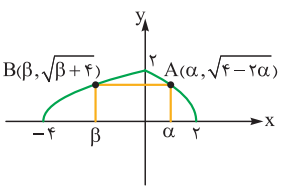
$$f(-1)=0\Rightarrow 1-\frac{3}{2}+d=0\Rightarrow d=\frac{1}{2}$$

۱۳۴- گزینه ۴

درس‌نامه ۱ نقطهٔ شناور: نقاط روی منحنی $y=f(x)$ را می‌توانیم به صورت $A(\alpha,f(\alpha))$ در نظر بگیریم. مثلاً نقاط روی منحنی $y=\sqrt{x-5}$ را به صورت $A(\alpha,\sqrt{\alpha-5})$ فرض می‌کنیم.

۲ برای به دست آوردن طول نقاط اکسترمم یک تابع، کافی است ریشه‌های صورت و مخرج مشتق آن را به دست آوریم. (نقاط سر و ته بازهٔ دامنه هم می‌توانند طول نقاط اکسترمم باشند.)

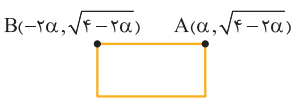
گام A نقطه‌ای روی منحنی $y=\sqrt{4-2x}$ است، پس مختصات آن را به‌صورت $A(\alpha,\sqrt{4-2\alpha})$ فرض می‌کنیم. حالا B روی منحنی $y=\sqrt{x+4}$ است، پس می‌توانیم مختصات آن را به صورت $B(\beta,\sqrt{\beta+4})$ در نظر بگیریم.



گام عرض دو نقطهٔ A و B با هم برابر است، پس:

$$\sqrt{\beta+4}=\sqrt{4-2\alpha}\Rightarrow\beta+4=4-2\alpha\Rightarrow\beta=-2\alpha$$

پس مختصات B را می‌توانیم به صورت $B(-2\alpha,\sqrt{4-2\alpha})$ در نظر بگیریم.



$$\Rightarrow\begin{cases}\text{طول: }\alpha-(-2\alpha)=3\alpha\\\text{عرض: }\sqrt{4-2\alpha}\end{cases}$$

طول و عرض این مستطیل برابر است با:

بنابراین مساحت مستطیل برابر $S=3\alpha\sqrt{4-2\alpha}$ می‌شود.

گام از S مشتق می‌گیریم:

$$S=3\alpha\sqrt{4-2\alpha}\Rightarrow S'=3\sqrt{4-2\alpha}+3\alpha\times\frac{-2}{2\sqrt{4-2\alpha}}$$

$$=3\sqrt{4-2\alpha}-\frac{3\alpha}{\sqrt{4-2\alpha}}=\frac{3(4-2\alpha)-3\alpha}{\sqrt{4-2\alpha}}=\frac{12-9\alpha}{\sqrt{4-2\alpha}}$$

$$\Rightarrow\begin{cases}\text{ریشهٔ صورت: }12-9\alpha=0\Rightarrow 9\alpha=12\Rightarrow\alpha=\frac{12}{9}=\frac{4}{3}\\\text{ریشهٔ مخرج: }4-2\alpha=0\Rightarrow 2\alpha=4\Rightarrow\alpha=2\end{cases}$$

گام ۱ $\frac{۴}{۳}$ و ۲ طول نقاط اکسترمم هستند. مقدار تابع در این دو مقدار را محاسبه می‌کنیم:

$$S=۳\alpha\sqrt{۴-۲\alpha} \Rightarrow \begin{cases} S(۲)=۰ \\ S(\frac{۴}{۳})=۴\times\sqrt{\frac{۴}{۳}}=\frac{۸}{\sqrt{۳}}=\frac{۸\sqrt{۳}}{۳} \end{cases}$$

بنابراین بیشترین مساحت این مستطیل، $\frac{۸\sqrt{۳}}{۳}$ است.

۱۳۵- گزینه ۳

استراتژی کافی است از حالت‌بندی و جایگشت استفاده کنید.

گام ۱ حالت‌بندی می‌کنیم:

۱) خواهر, ○, ○, ○, ○, خواهر — $۲!$ روی ○,○,○,○ (۴!) — $۴!\times ۲! = ۴۸$

۲) خواهر, ○, ○, ○, خواهر, ○ — $۲!$ روی ○,○,○ (۳!) — $۳!\times ۲\times ۲! = ۲۴$

۲ شخص غیر برادر و خواهر!

۳) خواهر, ○, ○, خواهر, ○, ○ — $۲!$ روی ○,○ (۲!) و $۲!$ روی ○,○ (۲!) — $۲!\times ۲!\times ۲! = ۸$

برادرها

۴) ○ خواهر, ○, ○, ○ — $۲!$ روی ○,○,○ (۳!) — $۲!\times ۳!\times ۲! = ۲۴$

۲ شخص غیر برادر و خواهر!

۵) ○, خواهر, ○, ○, خواهر, ○ — $۲!$ روی ○,○ (۲!) و $۲!$ روی ○,○ (۲!) — $۲!\times ۲!\times ۲! = ۸$

برادرها

۶) ○, ○, خواهر, ○, ○, خواهر — $۲!$ روی ○,○ (۲!) و $۲!$ روی ○,○ (۲!) — $۲!\times ۲!\times ۲! = ۸$

برادرها

گام ۲ مجموع تعداد کل حالات برابر است با: $۴۸+۲۴+۸+۲۴+۸+۸=۱۲۰$

۱۳۶- گزینه ۲

شفاف‌سازی اگر فردی به آنفولانزا مبتلا شود، با احتمال ۰/۸ بعد از یک هفته بهبود می‌یابد.

درس‌نامه قانون ضرب احتمالات: $P(A\cap B)=P(B\mid A).P(A)$

روش گام ۱ دو پیشامد را به صورت زیر تعریف می‌کنیم:

A: مبتلاشدن به آنفولانزا B: بهبودیافتن بعد از یک هفته

یک درصد از افراد به آنفولانزا مبتلا می‌شوند، یعنی $P(A)=۰/۰۱$، حالا اگر فردی به آنفولانزا مبتلا شود (شرط)، با احتمال ۰/۸ بعد از یک هفته بهبود می‌یابد، پس $P(B\mid A)=۰/۸$ است.

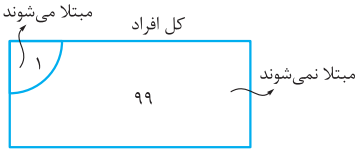
گام ۲ احتمال آن که فردی به آنفولانزا مبتلا شود و بعد از یک هفته بهبود نیابد، برابر است با:

$$P(A\cap B')=P(A-B)=P(A)-\underbrace{P(A\cap B)}_{\text{مورد (۱) درس‌نامه}}$$

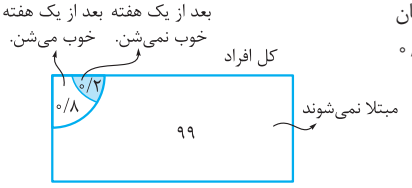
$$=P(A)-P(B\mid A).P(A)=P(A)(۱-\underbrace{P(B\mid A)}_{۰/۸})=۰/۰۱\times ۰/۲=۰/۰۰۲$$

۰/۰۰۲، همان ۰/۲ درصد است.

روش گام ۱ ۱ درصد افراد به آنفولانزا مبتلا می‌شوند:



گام ۲ در قسمت مبتلاها (همان ۱ درصد)، ۰/۸ بهبود می‌یابد و ۰/۲ بهبود نمی‌یابند:



$\Rightarrow$ ۰/۲ درصد، آنفولانزا می‌گیرند، ولی بعد از یک هفته خوب نمی‌شوند.

۱۳۷- گزینه ۱

استراتژی کافیه به این نکته توجه کنید که ارتفاعی شیبش مثبت است که شیب ضلع متناظرش منفی باشد ($m_{\text{ارتفاع}}=\frac{-۱}{m_{\text{ضلع}}}$).

درس‌نامه

۱ اگر دو خط بر هم عمود باشند، شیب‌هایشان قرینه و معکوس یکدیگر می‌شود.

۲ برای پیداکردن محل تقاطع دو خط $ax+by=c$ و $a'x+b'y=c'$، باید دستگاه دو معادله و دو مجهول مقابل را حل کنیم:

$$\begin{cases} ax+by=c \\ a'x+b'y=c' \end{cases}$$

۳ فاصلهٔ نقطهٔ $A(x_۰,y_۰)$ از خط $ax+by+c=۰$، برابر است با: $\frac{|ax_۰+by_۰+c|}{\sqrt{a^۲+b^۲}}$

گام ۱ ارتفاع وارد بر هر ضلع، بر آن ضلع عمود است، پس طبق مورد (۱) درس‌نامه شیب هر ارتفاعی، قرینه و معکوس شیب ضلع متناظرش است. شیب هر سه ضلع را حساب می‌کنیم:

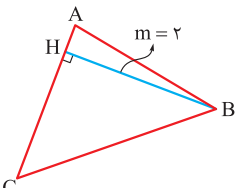
$$AB: x-۲y=۳ \Rightarrow y=\frac{۱}{۲}x-\frac{۳}{۲} \Rightarrow m_{AB}=\frac{۱}{۲} \xrightarrow{\text{قرینه و معکوس}} m_h=-۲$$

$$AC: x+۲y=۱ \Rightarrow y=\frac{-۱}{۲}x+\frac{۱}{۲} \Rightarrow m_{AC}=\frac{-۱}{۲} \Rightarrow m_{h'}=۲ \checkmark$$

$$BC: y=x \Rightarrow m_{BC}=۱ \Rightarrow m_{h''}=-۱$$

پس با ارتفاع وارد بر AC کار داریم.

گام ۲ یک شکل تقریبی می‌کشیم:



برای نوشتن معادلهٔ BH، نیاز به نقطهٔ B (که از تقاطع AB و BC به دست می‌آید) و شیبش ($m=۲$) داریم.

دو خط AB و BC را قطع می‌دهیم:

$$\left.\begin{array}{l} y=\frac{۱}{۲}x-\frac{۳}{۲} \\ y=x \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{۱}{۲}x-\frac{۳}{۲}=x \Rightarrow \frac{x}{۲}=\frac{-۳}{۲} \Rightarrow x=-۳ \xrightarrow{y=-۳} B(-۳,-۳)$$

گام ۳ معادلهٔ خط گذرنده از $B(-۳,-۳)$ با شیب $m=۲$ را می‌نویسیم:

$$y+۳=۲(x+۳) \Rightarrow y-۲x-۳=۰$$

گام ۴ فاصلهٔ نقطهٔ $(۰,۰)$ از خط $y-۲x-۳=۰$ برابر است با:

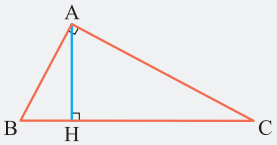
$$\frac{|۰-۲(۰)-۳|}{\sqrt{(-۲)^۲+۱^۲}}=\frac{۳}{\sqrt{۵}}\times\frac{\sqrt{۵}}{\sqrt{۵}}=\frac{۳}{۵}\sqrt{۵}=۰/۶\sqrt{۵}$$

۱۳۸- گزینه ۳

استراتژی به این توجه کنید که نسبت فواصل H از دو ضلع قائم، برابر نسبت طول دو ضلع قائم است.

درس‌نامه ۱ اگر نسبت تشابه دو مثلث k باشد، نسبت اجزای متناظر فرعی آن دو مثلث (نسبت ارتفاع‌های نظیر، نسبت میانه‌های نظیر و نسبت نیمسازهای نظیر) هم k می‌شود.

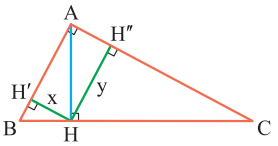
۲ اگر در مثلث قائم‌الزاویهٔ ABC، ارتفاع وارد بر وتر را رسم کنیم، سه مثلث به‌وجودآمده متشابه هستند:



$\overset{\Delta}{ABH} \cong \overset{\Delta}{ACH} \cong \overset{\Delta}{ABC}$

به علاوه نسبت تشابه این مثلث‌ها برابر نسبت وترهایشان است، برای مثال نسبت تشابه دو مثلث ABH و ACH برابر نسبت AB به AC است.

گام در مثلث قائم‌الزاویهٔ ABC، نقطهٔ H، نقطهٔ تلاقی ارتفاع وارد بر وتر است:



گام در شکل بالا، فاصلهٔ H از اضلاع قائم را برابر x و y فرض کردیم. دو مثلث ABH و ACH متشابه‌اند و HH' و HH'' ارتفاع‌های این دو مثلث‌اند. نسبت ارتفاع این دو مثلث، یعنی $\frac{HH''}{HH'}$ یا همان $\frac{y}{x}$، برابر نسبت تشابه دو مثلث، یعنی برابر $\frac{AC}{AB}$ است.

گام طبق گفتهٔ سؤال این نسبت برابر $\frac{\sqrt{5}}{2}$ است:

$$\frac{AC}{AB}=\frac{\sqrt{5}}{2} \Rightarrow \begin{cases} AC=\sqrt{5}t \\ AB=2t \end{cases}$$

گام با استفاده از قضیهٔ فیثاغورس در مثلث ABC داریم: (طبق گفتهٔ سؤال وتر $3\sqrt{3}$ است.)

$$AB^2+AC^2=BC^2 \Rightarrow (2t)^2+(\sqrt{5}t)^2=(3\sqrt{3})^2$$

$$\Rightarrow 4t^2+5t^2=27 \Rightarrow 9t^2=27 \Rightarrow t^2=3 \Rightarrow t=\sqrt{3}$$

گام بنابراین:

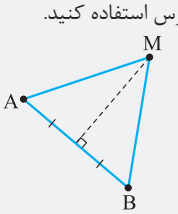
$$\begin{cases} AB=2t=2\sqrt{3} \\ AC=\sqrt{5}t=\sqrt{5}\times\sqrt{3} \end{cases} \Rightarrow S_{\overset{\Delta}{ABC}}=\frac{AB.AC}{2}=\frac{2\sqrt{3}\times\sqrt{5}\times\sqrt{3}}{2}=3\sqrt{5}$$

۱۳۹- گزینه ۴

استراتژی از D عمودی بر BC وارد کرده و از قضیهٔ فیثاغورس استفاده کنید.

درس‌نامه اگر M روی عمودمنصف پاره‌خط AB باشد، داریم:

$$AM=BM$$



گام C روی عمودمنصف BD واقع است، پس $BC=CD$ می‌شود.

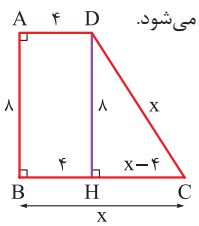
فرض کنید $BC=CD=x$ است.

گام از D، عمود DH را بر BC وارد می‌کنیم:

چهارضلعی ABHD مستطیل است، پس:

$$BH=AD=4$$

$$DH=AB=8$$



از طرفی $BC=x$ است، پس $CH=BC-BH=x-4$ می‌شود.

گام در مثلث CDH فیثاغورس می‌زنیم:

$$CH^2+DH^2=CD^2 \Rightarrow (x-4)^2+8^2=x^2$$

$$\Rightarrow x^2-8x+16+64=x^2 \Rightarrow 8x=80 \Rightarrow x=10$$

بنابراین محیط ABCD برابر است با:

$$AB+BC+CD+AD=8+10+10+4=32$$

۱۴۰- گزینه ۲

درس‌نامه ۱ فاصلهٔ دو نقطهٔ $A(x_1,y_1)$ و $B(x_2,y_2)$ برابر است با:

$$AB=\sqrt{(x_2-x_1)^2+(y_2-y_1)^2}$$

۲ در هر بیضی داریم:

الف) اگر F و F' کانون‌های بیضی باشند، $FF'=2c$ می‌شود.

ب) طول قطر بزرگ بیضی برابر $2a$ و طول قطر کوچک بیضی برابر $2b$ است.

پ) رابطهٔ بین a، b و c در بیضی به صورت مقابل است: $a^2=b^2+c^2$

ت) خروج از مرکز هر بیضی برابر نسبت $\frac{c}{a}$ است.

گام فاصلهٔ دو کانون برابر با $2c$ است:

$$\left.\begin{matrix} F(-\sqrt{5},1) \\ F'(\sqrt{5},1) \end{matrix}\right\} \Rightarrow FF'=2\sqrt{5} \Rightarrow 2c=2\sqrt{5} \Rightarrow c=\sqrt{5}$$

گام رابطهٔ بین a، b و c را می‌نویسیم: $a^2=b^2+c^2 \xrightarrow{c=\sqrt{5}} a^2-b^2=5$

گام مجموع قطر بزرگ و کوچک ۱۰ است: $2a+2b=10 \Rightarrow a+b=5$

رابطهٔ گام دوم را تجزیه می‌کنیم: $(a-b)\underbrace{(a+b)}_{5}=5 \Rightarrow a-b=1$

گام از حل دو معادلهٔ $a+b=5$ و $a-b=1$، داریم:

$$\begin{cases} a=3 \\ b=2 \end{cases}$$

گام خروج از مرکز برابر است با:

$$e=\frac{c}{a}=\frac{\sqrt{5}}{3}$$

زمین‌شناسی

۱۴۱- گزینه ۱

استراتژی برای پاسخ به سؤالات چندموردی ابتدا پاسخ آن قسمت از سؤال که می‌دانید را بدهید سپس سراغ سایر موارد بروید.

درس‌نامه

	نقش	وضعیت
سنگ آهک کارستی (حفره‌دار)	تشکیل آبخوان	مناسب
	کیفیت آب آبخوان	نامناسب (آب سخت)
	تکیه‌گاه سازه	نامناسب (فرار آب یا نشست زمین)
	سنگ مخزن نفت	مناسب
	پوش‌سنگ نفتی	نامناسب

سنگ آهک کارستی، به واسطهٔ وجود حفرات انحلالی، قابلیت تشکیل آبخوان را دارد. پوش‌سنگ باید لایه‌ای نفوذناپذیر باشد تا جلوی حرکت نفت و گاز به سمت سطح زمین را بگیرد. سنگ آهک کارستی چون دارای حفرات انحلالی است نمی‌تواند مانع این حرکت شود و بنابراین به عنوان پوش‌سنگ مناسب نیست. این سنگ برای تکیه‌گاه سد مناسب نیست، زیرا می‌تواند مشکلات جدی از قبیل فرار آب یا نشست زمین را به همراه داشته باشد.

تیزبازی در این تست اگر پاسخ قسمت اول و دوم را می‌دانستید خیلی زودتر از آن‌چه فکر می‌کردید به پاسخ می‌رسیدید. (☺)

مشاوره با یک تست ترکیبی خوب از فصل‌های مختلف کتاب درسی روبه‌رو هستین که این مباحث در کنکورهای سراسری ۹۸ و ۱۴۰۱ مورد سؤال قرار گرفته‌اند.

۱۴۲- گزینه ۲

افزایش تنش، نفوذپذیری و انحلال‌پذیری سنگ‌ها، سبب ناپایداری تونل می‌شود (رد ۱، ۳ و ۴). تونل‌هایی که در بالای سطح ایستابی قرار می‌گیرند، از پایداری بیشتری برخوردار هستند؛ پس هرچه فاصلهٔ سطح ایستابی از زمین بیشتر باشد، احتمال برخورد تونل با سطح ایستابی کم‌تر شده و سازه پایدارتر خواهد بود.

مشاوره این مبحث در کنکورهای سراسری ۹۹ و ۱۴۰۰ مورد سؤال قرار گرفته است.

۱۴۳- گزینه ۲

درس‌نامه اورپیمان یک کانی سمی با ترکیب شیمیایی As_4S_3 است. در ترکیب این کانی آرسنیک وجود دارد.



کانی اورپیمان (As_4S_4) ـ سمّی

عنصر	نوع	کجا یافت می‌شود	راه ورود به بدن	بیماری‌ای که ایجاد می‌کند	توضیحات بیشتر
آرسنیک	جزئی سمی	◇ زغال‌سنگ ◇ برخی سنگ‌های آذرین و دگرگونی	پوست، تنفس، تغذیه	لکه‌های پوستی، سخت‌شدن و شاخی‌شدن کف دست و پا (کراتوسیس)، دیابت و سرطان پوست	از جمله عناصری که آتشفشان‌ها آن را پخش می‌کنند.

کانی اورپیمان دارای عنصر آرسنیک است و یکی از عوارض تجمع آرسنیک در بدن شاخی‌شدن کف دست و پاها (کراتوسیس) است.

مشاوره مبحث بیماری‌ها با منشأ زمین‌زاد، هرساله در کنکورهای سراسری مورد سؤال قرار گرفته است.

۱۴۴- گزینه ۳

درس‌نامه به عقیدهٔ بوون بیشتر ماگماها ترکیب بازالتی دارند.

◇ گابرو معادل درونی سنگ بازالت است که در پی سد امیرکبیر استفاده شده است.

◇ کانی الیوین در سری ناپیوستهٔ واکنشی بوون متبلور می‌شود. (نه پیوسته)

◇ کانی الیوین یک کانی سیلیکاتی است.

کانی A الیوین و سنگ B بازالت است.

۱۴۵- گزینه ۳

درس‌نامه

افق خاک	خصوصیات
A	بالاترین لایهٔ خاک ـ رشد ریشهٔ گیاهان در آن ـ معمولاً حاوی گیاخاک فراوان (هوموس) به همراه ماسه و رس ـ رنگ خاکستری تا سیاه به خاطر وجود مواد آلی ـ دارای شدت بالای هوازدگی و تخریب و تجزیه
B	خاک میانی ـ حاوی رس، ماسه، شن، املاح شسته‌شده از افق A ـ مقدار کمی گیاخاک
C	خاک زیرین ـ تخریب و تجزیهٔ کم مواد سنگی ـ تغییر کم در سنگ اولیه ـ حاوی قطعات سنگی خردشده ـ بالاتر از سنگ بستر قرار دارد.

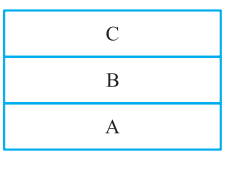
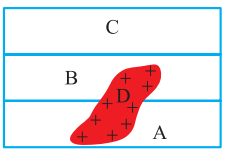
در افق A خاک نسبت به افق B، میزان تخریب و تجزیه بیشتر و مقدار شن کم‌تر است.

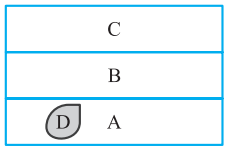
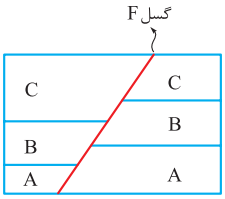
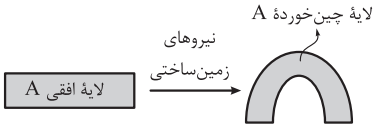
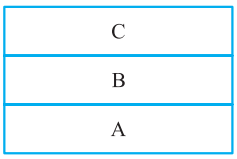
بررسی سایر گزینه‌ها: (۱) افق A دارای هوموس بیشتر و رنگ تیره‌تر (به واسطهٔ مقدار بیشتر مواد آلی) است. (۲) در افق B شدت هوازدگی کم‌تر (به خاطر این‌که کم‌تر در معرض عوامل هوازدگی قرار دارد) و درصد ذرات درشت دانه بیشتر است. (۴) افق B می‌تواند دارای ضخامت کم‌تر یا بیشتر نسبت به افق A باشد و مقدار مواد آلی (هوموس) آن کم‌تر است.

مشاوره حتماً ویژگی‌های هر افق را خوب یاد بگیرید، این مبحث در کنکورهای سراسری ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ مورد سؤال قرار گرفته است.

۱۴۶- گزینه ۱

درس‌نامه

نکات تعیین سن نسبی پدیده‌ها	مثال
در یک توالی از لایه‌های رسوبی، در صورت عدم وارونگی و برگشتگی در لایه‌ها، لایه‌های قدیمی‌تر در پایین و لایه‌های جوان‌تر در بالا قرار دارند (هر لایه از لایهٔ بالایی خود قدیمی‌تر و از لایهٔ پایینی خود جوان‌تر است).	مقایسهٔ سن نسبی: $A > B > C$ 
تودهٔ نفوذی (آذرین) هر لایه‌ای را که قطع کند از آن جوان‌تر است. در صورتی که یک تودهٔ نفوذی، تودهٔ نفوذی دیگری را قطع کند از آن جوان‌تر است.	مقایسهٔ سن نسبی: $A > B > D > C$ 

نکات تعیین سن نسبی پدیده‌ها	مثال
در صورت وجود قطعه‌سنگ در یک لایه، سن قطعه‌سنگ بیشتر از لایهٔ دربرگیرندهٔ آن است، زیرا قطعه‌سنگ از قبل وجود داشته و در زمان رسوب‌گذاری لایهٔ رسوبی، توسط لایه احاطه شده است.	مقایسهٔ سن نسبی: $D > A > B > C$ 
گسل هر لایه‌ای را که قطع کند از آن جوان‌تر است. در صورتی که یک گسل، گسل دیگری را قطع کند از آن جوان‌تر است.	مقایسهٔ سن نسبی: $A > B > C > F$ 
به طور معمول لایه‌ها به صورت افقی تشکیل می‌شوند و ممکن است در اثر نیروهای زمین‌ساختی دچار چین‌خوردگی شوند؛ بنابراین، پدیدهٔ چین‌خوردگی جوان‌تر و رسوب‌گذاری و تشکیل لایهٔ رسوبی قدیمی‌تر است.	 مقایسهٔ سن نسبی: چین‌خوردگی > رسوب‌گذاری
استثناء: در صورتی که لایه‌ها در اثر نیروهای زمین‌ساختی، برگشته یا وارونه شده باشند، لایه‌های پایینی جوان‌تر از لایه‌های بالایی خود خواهند بود. **نکته**: در صورتی که در لایه‌های بالاتر، فسیل‌های قدیمی‌تر یافت شود، نشان‌دهندهٔ وارونه‌شدن لایه‌ها است.	 (با فرض وارونه‌شدن لایه‌ها) مقایسهٔ سن نسبی: $C > B > A$

نکته در این سؤال چون شیل قدیمی‌تر از سنگ آهک است، بنابراین در هنگام رسوب‌گذاری لایهٔ سنگ آهک، احتمال حضور قطعاتی از شیل در لایهٔ سنگ آهک وجود دارد، اما احتمال وجود قطعات لایهٔ سنگ آهک در شیل وجود ندارد.

با توجه به وجود فسیل قدیمی‌تر (نخستین گونهٔ تریلوبیت) در لایهٔ شیل و فسیل جوان‌تر (نخستین گیاه آونددار) در لایهٔ سنگ آهک، می‌توان نتیجه گرفت که لایه‌ها وارونه یا برگشته هستند. از طرفی نخستین گونهٔ تریلوبیت در کامبرین و نخستین گیاه آونددار در سیلورین ظاهر شدند. بنابراین، توالی رسوبی فوق مربوط به دوران پالئوزوئیک است (تأیید درستی (۱)).

چون تودهٔ نفوذی آذرین (گرانیتی) لایه‌های شیل و سنگ آهک را قطع کرده، پس از این لایه‌ها جوان‌تر است. از طرفی، در اثر گرمای تودهٔ نفوذی، بخشی از سنگ‌ها دچار دگرگونی شده و هالهٔ دگرگونی ایجاد شده است.

سن پدیده‌ها از قدیم به جدید: شیل ← سنگ آهک ← تودهٔ نفوذی گرانیتی ← ایجاد هالهٔ دگرگونی

مشاوره این مبحث مهم، در کنکورهای سراسری ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ مورد سؤال قرار گرفته است. پیشنهاد می‌کنیم که مثال‌های بیشتر و تست‌های متنوع از این مطلب داشته باشید.

۱۴۷- گزینه ۱

گام ۱ ابتدا مشخص کنید، شکل تاقدیس است یا ناودیس، این کار را با استفاده از اطلاعات روی شکل می‌توانید انجام دهید.

در صورتی که لایه‌های سنگی طوری خم شوند که لایه‌های قدیمی‌تر در مرکز و لایه‌های جدیدتر در حاشیه قرار گیرند، تاقدیس تشکیل می‌شود و چنان‌چه لایه‌های جدیدتر در مرکز و لایه‌های قدیمی‌تر در حاشیهٔ چین قرار گیرند، ناودیس به وجود می‌آید.

گام ۲ سپس با توجه به حرکت طبقات روی سطح گسل نسبت به زیر آن نوع گسل را مشخص کنید.

عادی	فرادیواره نسبت به فرودیواره به سمت پایین حرکت کرده است.
معکوس	فرادیواره نسبت به فرودیواره به سمت بالا حرکت کرده است.

با توجه به جدول مقیاس زمان در زمین‌شناسی، شکل یک تاقدیس است.

اولین خزنده ⟵ کربنیفر
اولین گیاهان گلدار ⟵ کرتاسه
فرودیواره نسبت به فرادیواره به سمت پایین حرکت کرده؛ پس گسل از نوع معکوس و تنش از نوع فشاری می‌باشد.

مشاوره به خاطر داشته باشین که بهترین فصل‌ها برای طراحی سؤال‌های ترکیبی فصل ۱ و ۶ هستن.

۱۴۸- گزینه ۱

درس‌نامه

خصوصیات پگماتیت‌ها
نحوهٔ تشکیل: حضور مقادیر زیادی آب و مواد فرّار علاوه بر سرعت‌بخشیدن به انتقال اتم‌ها در ماگما، منجر به پایین‌آمدن نقطهٔ انجماد ماگما گردیده و زمان تبلور بسیار کند و طولانی شده و شرایط برای رشد بلورهای تشکیل‌دهندهٔ سنگ پگماتیت فراهم می‌شود.
ویژگی: دارای بلورهای بسیار درشت
مشتقات: کانسار مهمی برای بعضی عناصر خاص مانند لیتیم و سزیم و بعضی کانی‌های گوهری مانند بریل یا زمرد (سیلیکات بریلیم) یا کانی‌های صنعتی مانند مسکوویت (طلق نسوز) است.

پگماتیت‌ها کانسار مهمی برای بعضی عناصر خاص مانند لیتیم و سزیم و بعضی کانی‌های گوهری مانند بریل یا زمرد (سیلیکات بریلیم) یا کانی‌های صنعتی مانند مسکوویت (طلق نسوز) هستند. زبرجد (نوع شفاف و قیمتی کانی اُلیوین) از مشتقات پگماتیت‌ها نیست.

مشاوره توجه به خط‌به‌خط مطالب کتاب درسی لازم است. این مبحث در کنکورهای سراسری ۹۸، ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ مورد سؤال قرار گرفته است.

۱۴۹- گزینه ۴

جهت بررسی عوامل زمین‌شناسی مؤثر بر شایع‌شدن یک بیماری خاص اقدام به تهیهٔ نقشه‌های ژئوشیمیایی عناصر می‌شود. با توجه به این‌که سرطان پوست و دیابت از بیماری‌های مرتبط با ازدیاد آرسنیک در بدن هستند. در نتیجه می‌بایست نقشهٔ پراکندگی ژئوشیمیایی عنصر آرسنیک تهیه شود.

مشاوره با یک تست مفهومی امّا ساده روبه‌رو هستید که این مبحث در کنکورهای سراسری ۹۸ و ۹۹ مورد سؤال قرار گرفته است.

۱۵۰- گزینه ۳

درس‌نامه

مواد آتشفشانی	تفاوت در	توضیحات
تفرا، لاوا (گدازه) و فومرول	حالت فیزیکی	تفرا به حالت جامد، لاوا یا گدازه (و همین‌طور ماگما) به حالت مایع و فومرول به حالت گازی است.
خاکستر، لاپیلی و قطعه‌سنگ	اندازهٔ ذرات	خاکستر کوچک‌تر از ۲ میلی‌متر، لاپیلی بین ۲ تا ۳۲ میلی‌متر بلوک و همین‌طور بمب آتشفشانی بزرگ‌تر از ۳۲ میلی‌متر است.
بلوک و بمب آتشفشانی	شکل هندسی	بمب آتشفشانی دوکی‌شکل است. بلوک زاویه‌دار است.

به مواد مذاب درون زمین ماگما می‌گویند. در صورتی که این مواد مذاب از دهانهٔ آتشفشان خارج شوند و به سطح زمین برسند لاوا (یا گدازه) نامیده می‌شود؛ بنابراین، دلیل تفاوت ماگما و لاوا، عمق قرارگیری آن‌ها است. در سایر گزینه‌ها، دلیل تفاوت مواد آتشفشانی نام‌برده، به درستی مشخص شده است.

مشاوره در بعضی از تست‌ها پاسخ سؤال مستقیم در کتاب درسی نیست و تحلیلی یا مفهومی هستند. موضوع آتشفشان در کنکورهای سراسری ۸۹، ۹۹ و ۱۴۰۰ پرسش شده و مورد علاقهٔ طراحان است.

۱۵۱- گزینه ۲

درس‌نامه

نام پهنه	سنگ‌های اصلی	منابع اقتصادی	ویژگی‌ها
کوه‌های شرق ایران و مکران	سنگ‌های آذرین و رسوبی	معادنی مانند: منیزیت ـ مس ـ کرومیت ـ طلا	تشکیل آتشفشان‌های تفتان و بزمان + سنگ‌های قدیمی‌تر از کرتاسه ندارد. فرورانش پوستهٔ اقیانوسی دریای عمان به زیر ایران در منطقهٔ مکران
ارومیه ـ دختر	سنگ‌های آذرین	ذخایر فلزی	فرورانش تتیس نوین به زیر ایران مرکزی

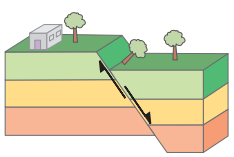
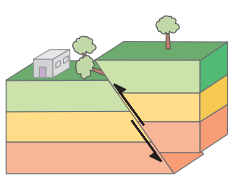
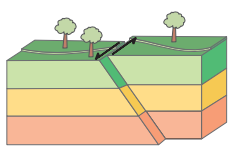
از ویژگی‌های هر دو پهنهٔ زمین‌ساختی «ارومیه ـ دختر» و «کوه‌های شرق ایران و مکران» فرورانش ورقهٔ اقیانوسی به زیرقاره‌ای در بخشی از آن است. در پهنهٔ زمین‌ساختی کوه‌های شرق ایران و مکران، فرورانش پوستهٔ اقیانوسی دریای عمان به زیر ایران را در منطقهٔ مکران داریم و از ویژگی‌های پهنهٔ زمین‌ساختی ارومیه ـ دختر فرورانش تتیس نوین به زیر ایران مرکزی در گذشتهٔ این سرزمین است. از طرفی، ذخایر فلزی به عنوان منبع اقتصادی اصلی هر دو پهنهٔ زمین‌ساختی «ارومیه ـ دختر» و «کوه‌های شرق ایران و مکران» است.

امتداد پهنهٔ ارومیه ـ دختر، شمال غربی ـ جنوب شرقی است.

مشاوره این جدول بسیار مهم است و هرساله در کنکورهای سراسری مورد سؤال قرار گرفته است و همین‌جا بگم که چاره‌ای جز حفظ مطالب آن ندارید. (😊) بهتره آن را خیلی مرور کنید.

۱۵۲- گزینه ۲

درس‌نامه دو تا جدول زیر رو خوب بخون که برای حل این‌گونه سؤالا به دردت می‌خوره!

نوع گسل	ویژگی	نوع تنش	شکل
عادی	۱- سطح گسل مایل است. ۲- فرادیواره نسبت به فرودیواره به سمت پایین یا فرودیواره نسبت به فرادیواره به سمت بالا حرکت کرده است.	کششی	
معکوس	۱- سطح گسل مایل است. ۲- فرادیواره نسبت به فرودیواره، به سمت بالا یا فرودیواره نسبت به فرادیواره به سمت پایین حرکت کرده است.	فشاری	
امتدادلغز	۱- لغزش سنگ‌ها در امتداد سطح گسل است. ۲- حرکت قطعات شکسته‌شده، در امتداد افق است.	برشی	

رویدادهای زیستی	دوره	دوران
انسان	کواترنری	سنوزوئیک
تنوع پستانداران	نئوژن	
	پالئوژن	
انقراض دایناسورها نخستین گیاهان گلدار	کرتاسه	مزوزوئیک
نخستین پرنده	ژوراسیک	
نخستین پستاندار نخستین دایناسور	تریاس	
انقراض گروهی	پرمین	پالئوزوئیک
نخستین خزنده	کربنیفر	
نخستین دوزیست	دونین	
نخستین گیاهان آونددار	سیلورین	
نخستین ماهی‌ها	اردوویسین	
نخستین تریلوبیت	کامبرین	

گام ۱ ابتدا نوع گسل را با توجه به اطلاعات داده‌شده در سؤال مشخص می‌کنیم. شکل داده‌شده نشان‌دهندهٔ یک گسل در لایه‌های رسوبی است. با توجه به این‌که در صورت سؤال مطرح شده است که عامل اصلی تشکیل‌دهندهٔ گسل فوق تنش فشاری است، در نتیجه، گسل از نوع معکوس است.

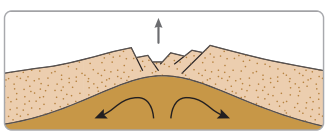
گام ۲ سپس حرکت فرادیواره نسبت به فرودیواره را مشخص می‌کنیم. در گسل معکوس، فرادیواره نسبت به فرودیواره، به سمت بالا یا فرودیواره نسبت به فرادیواره به سمت پایین حرکت می‌کند.

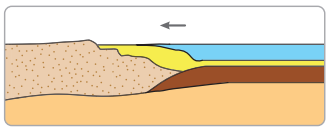
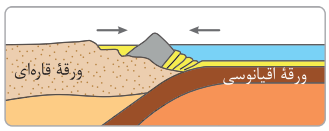
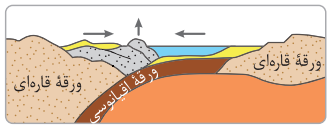
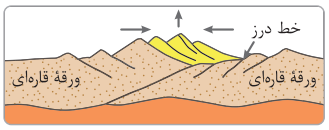
گام ۳ در نهایت سن نسبی لایه‌ها را تعیین می‌کنیم. بنابراین، لایه‌های D و E و همین‌طور لایه‌های B و C هم‌سن هستند (رد ① و ④)، چون لایهٔ A بالای لایهٔ C قرار گرفته در نتیجه دارای سن کم‌تری نسبت به لایهٔ C است (رد ③).

مشاوره معمولاً تست‌های این قسمت با موضوع زمان در زمین‌شناسی به صورت ترکیبی مطرح می‌شوند. این مبحث مهم در کنکورهای سراسری ۹۹ و ۱۴۰۱ مورد سؤال قرار گرفته است.

۱۵۳- گزینه ۴

درس‌نامه

نام مرحله	توضیح و مثال	تصویر
(۱) مرحلهٔ جنینی	جریان‌های همرفتی سست‌کره، پوستهٔ قاره‌ای را گرم کرده و موجب کشش آن می‌شود. تا این‌که پوسته کشیده شده و در نهایت شکسته می‌شود و ریفت درون قاره‌ای ایجاد می‌شود. این مرحله که آغاز یک چرخهٔ تکتونیکی است با فوران‌های بازالتی پایان می‌پذیرد؛ نظیر ریفت شرق آفریقا.	
(۲) مرحلهٔ جوانی	در این مرحله، در محل شکاف ایجادشده، مواد مذاب سست‌کره به بستر اقیانوس رسیده و پشته‌های میان‌اقیانوسی تشکیل می‌شوند و پوستهٔ جدید ایجادشده به طرفین حرکت کرده و باعث شکل‌گیری اقیانوسی با عرض کم می‌شود؛ همانند دریای سرخ کنونی (دورشدن عربستان از آفریقا).	

(۳) مرحلهٔ بلوغ	گسترش کف اقیانوس در این مرحله ادامه یافته و قاره‌های واقع در دو طرف آن تدریجاً از هم دورتر می‌گردند، زمانی که حوضهٔ اقیانوسی گسترش می‌یابد، در این مرحله در امتداد پشته‌های میان‌اقیانوسی فوران‌های خطی درون‌اقیانوسی تشکیل می‌شود؛ همانند اقیانوس اطلس امروزی.	
(۴) مرحلهٔ افول	در این مرحله، در برخی از اقیانوس‌ها مانند اقیانوسِ آرام ورقهٔ اقیانوسی از حاشیه به زیر ورقهٔ قاره‌ای مجاور خود رانده می‌شود و یا در بخشی از آن، ورقهٔ اقیانوسی از حاشیه به زیر ورقهٔ اقیانوسی دیگر فرورانده شده و با ادامهٔ فرورانش، درازگودال اقیانوسی و جزایر قوسی به وجود می‌آیند. در نهایت در این مرحله حوضهٔ اقیانوسی شروع به بسته‌شدن می‌کند.	
(۵) مرحلهٔ پایانی	با ادامهٔ بسته‌شدن حوضهٔ اقیانوسی، قاره‌های دو طرف اقیانوس به هم نزدیک می‌شوند. نزدیکی قاره‌ها سبب شکل‌گیری رشته‌کوه‌ها و کوچک‌ترشدن حوضهٔ اقیانوسی می‌شود. ماگماتیسم (فعالیت آذرین درونی) همانند مرحلهٔ قبل است. دریای مدیترانه در چنین وضعیتی قرار دارد.	
(۶) مرحلهٔ خط درز	با بسته‌شدن اقیانوس و برخورد ورقه‌ها، رسوبات فشرده شده و رشته‌کوه‌هایی مانند هیمالیا (برخورد هندوستان به آسیا) و زاگرس (برخورد عربستان به ایران) را به وجود می‌آورند. (مراحل افول، پایانی و خط درز به عنوان کوه‌زایی در نظر گرفته می‌شود.)	

مشاوره مبحث مربوط به حرکت ورقه‌ها و چرخهٔ ویلسون نیز یکی از موضوعات پرتکرار در کنکور است. در کنکورهای سراسری ۹۹، ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ مورد سؤال قرار گرفته است.

۱۵۴- گزینه ۲

درس‌نامه علت سختی آب‌نمک‌های محلول در آن است.

ملاک تعیین سختی آب، یون‌های کلسیم (Ca^{2+}) و منیزیم (Mg^{2+}) است.

این یون‌ها فراوان‌ترین یون‌های موجود در آب هستند.

برای محاسبهٔ میزان سختی آب از رابطهٔ مقابل استفاده می‌شود: سختی کل (میلی‌گرم در لیتر)

$$TH = ۲/۵\,Ca^{2+} + ۴/۱\,Mg^{2+}$$

$$TH = ۲/۵\,Ca^{2+} + ۴/۱\,Mg^{2+} \Rightarrow TH = (۲/۵\times ۳۵) + (۴/۱\times ۱۰)$$

$$TH = (۲/۵\times ۳۵) + (۴/۱\times ۱۰) \Rightarrow TH = ۸۷/۵ + ۴۱ \Rightarrow TH = ۱۲۸/۵$$ میلی‌گرم در لیتر

مشاوره محاسبهٔ سختی آب یکی از مسائل مهم کتاب درسیه و طراحان محترم کنکور بسیار زیاد بهش علاقه دارن و زیاد سؤال ازش میدن.

۱۵۵- گزینه ۳

درس‌نامه پایداری خاک‌های ریزدانه، به میزان رطوبت آن‌ها بستگی دارد. هر چه‌قدر رطوبت خاک‌های ریزدانه بیشتر باشد، پایداری آن‌ها کم‌تر می‌شود. اگر رطوبت در این خاک‌ها، از حدی بیشتر شود، خاک به حالت خمیری درمی‌آید و تحت تأثیر وزن خود روان می‌شود.

شرط پدیدهٔ روان‌شدن خاک: ریزدانه بودن خاک + مقدار رطوبت بالا

ذرات خاک‌های c و d کوچک‌تر از b و a هستند که در این میان رطوبت ذرات خاک c، از d بیشتر و در نتیجه ناپایدارتر است؛ پس ③ درست است.

مشاوره بچه‌ها به مقایسهٔ اندازه‌ها و نسبت‌های گفته‌شده در کتاب درسی توجه کنید. نمونه‌ای از این تست‌ها را در کنکور ۹۸ و ۱۴۰۱ مشاهده کرده‌اید.