

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۱

الف) درست است. انقباض دهلیزها بسیار زودگذر است. ثبت موج QRS کمی قبل از پایان انقباض دهلیزها آغاز می‌شود.

ب) درست است. موج T اندکی پیش از پایان انقباض همزمان بطن‌ها و بازگشت آن‌ها به حالت استراحت ثبت می‌شود.

پ) نادرست است. همزمان با شروع استراحت دهلیزها، پیام الکتریکی در رشته‌های هادی دیواره بین بطن‌ها جریان دارد و در یاخته‌های ماهیچه‌ای بطن‌ها پخش نشده است.

ت) درست است. زمانی که جریان الکتریکی از گره اول به گره دوم منتقل می‌شود، هنوز بطن‌ها منقبض نشده‌اند و دریچه‌های سینی ابتدای سرخرگ‌ها بسته‌اند.

۲

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در تنظیم منفی رونویسی تمایل مهارکننده به قند بیش از اپراتور است. محرک فعالیت آنزیم

رونویسی‌کننده لاکتوز است نه مونوساکارید. فراورده‌ی نهایی ژن، آنزیم‌ها هستند که سبب سرعت گرفتن واکنش‌های شیمیایی می‌شوند.

۳

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. موارد الف، ب و ج صحیح می‌باشند.

در ابتدا توجه کنید که توصیفاتی که در سؤال آمده است به چه صورت است:

- پنجمین رنای ناقل با توانایی گذر از هر سه جایگاه رناتن: رنای ناقل ششم، زیرا رنای ناقل اول نمی‌تواند از جایگاه A عبور کند.

- پنجمین آمینواسید استقرار یافته در جایگاه A ریبوزوم: آمینواسید ششم، زیرا آمینواسید اول نمی‌تواند از جایگاه A عبور کند.

- پنجمین رابطه مکملی بین کدون و آنتی کدون تشکیل شده در جایگاهی از رناتن رابطه مکملی ششم، زیرا وقتی رابطه مکملی اول تشکیل گردید هنوز جایگاهی در رناتن وجود نداشت. بررسی همه موارد:

الف) بلافاصله قبل از استقرار رنای ناقل هفتم در P، پنجمین رنای ناقل با توانایی گذر از هر سه جایگاه رناتن (رنای ناقل ششم)، رشته پلی‌پپتیدی خود را از دست داده است.

ب) بلافاصله بعد از استقرار رنای ناقل هفتم در A، پنجمین آمینواسید استقرار یافته در جایگاه A ریبوزوم (آمینواسید ششم)، با مصرف آب دارای گروه کربوکسیل آزاد می‌گردد. زیرا پیوند بین رنای ناقل و آمینواسید قطع می‌شود و آمینواسیدها از سمت کربوکسیل خود به رنای ناقل متصل می‌شوند.

ج) بلافاصله بعد از استقرار رنای ناقل هفتم در P، پنجمین رابطه مکملی بین کدون و آنتی کدون تشکیل شده در جایگاهی از رناتن (رابطه مکملی ششم)، شکسته می‌شود.

د) بلافاصله قبل از استقرار رنای ناقل هفتم در A، پنجمین رنای ناقل از E خارج شده است و قبل از آن پنجمین حرکت رناتن انجام شده است. پس به خاطر «بلافاصله» غلط است. هر رنای پیک در ارتباط با یک ژن در یاخته یوکاریوتی یک کدون پایان دارد.

۴

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. بررسی موارد:

الف) با توجه به شکل کتاب درسی، در مرحله‌ی آغاز در مقابل همه‌ی نوکلئوتیدهای بخش باز شده، نوکلئوتید مکمل قرار نگرفته است. به علاوه توجه کنید که در مقابل نوکلئوتیدهای یکی از رشته‌های ژن، به هیچ وجه باز مکملی قرار نخواهد گرفت.

ب) توجه کنید که در مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه هم، شاهد خروج tRNA هستیم. بنابراین لفظ «برخلاف» صحیح نیست.

ج) توجه کنید در مرحله‌ی آغاز ترجمه هم مونومرهای به هم چسبیده در آنتی کدون به مونومرهای کدون متصل می‌شوند.

د) در مرحله‌ی آغاز رونویسی توالی راه‌انداز و در مرحله‌ی پایان ترجمه، توالی کدون پایان فرایند را کنترل می‌کنند.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. موارد ج و د عبارت را به نادرستی کامل می‌کنند.

مورد ج) آب نوعی ماده معدنی است که حدود ۹۵ درصد ادرار را تشکیل می‌دهد و در واقع فراوان‌ترین ماده دفعی معدنی ادرار محسوب می‌شود. رسوب بلورهای اوریک اسید در مفاصل باعث بیماری نقرس می‌شود که با دردناک شدن مفاصل و التهاب آن‌ها همراه است. اوریک اسید همراه با آب به لوله‌های مالپیگی حشرات وارد می‌شود پس در واقع وجه تشابه (نه تمایز) آب و اوریک اسید دفع از طریق لوله‌های مالپیگی است.

مورد د) فراوان‌ترین ماده دفعی آلی در ادرار، اوره است. اوریک اسید انحلال‌پذیری زیادی در آب ندارد بنابراین تمایل آن به رسوب کردن و تشکیل بلور زیاد است. تجمع آمونیاک در خون به سرعت به مرگ می‌انجامد.

بررسی موارد درست:

مورد الف) یون‌ها ذرات بارداری هستند که می‌توانند در ادرار مشاهده شوند. کلیه در خزندگان و پرندگان توانمندی زیادی در بازجذب آب دارد. مثانه دوزیستان هم آب را ذخیره می‌کند و هم یون‌ها را.

مورد ب) افراد مبتلا به دیابت بی‌مزه به دلیل برهم خوردن توازن آب و یون‌ها در بدنشان، نیازمند توجه جدی هستند. امکان بازجذب آب و یون‌ها در راست‌روده ملخ وجود دارد.

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اتصال برخی رناهای تک‌رشته‌ای به رنای پیک یک مثال ذکر شده در کتاب درسی برای مرحله بعد از رونویسی است که از فعالیت رناتن جلوگیری می‌کند و باعث می‌شود ترجمه متوقف شده و پس از مدتی رنا تجزیه شود. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: تغییر در میزان فشردگی کروموزوم مربوط به مراحل قبل از رونویسی و در سطح فام‌تنی است. (نه حین رونویسی!)

گزینه ۲: پروتئین‌های دارای قابلیت اتصال به دنا می‌تواند هیستون باشد که نقش آن‌ها در مرحله پیش از رونویسی است. اما تغییر در میزان اتصال رنابسپاراز به دنا و عوامل رونویسی از مراحل تنظیم بیان ژن در حین رونویسی است.

گزینه ۳: تغییر میزان تولید رنا از مراحل حین رونویسی بوده که مثلاً توالی افزاینده به همراه عوامل رونویسی متصل به آن با ایجاد خمیدگی در دنا در آن نقش دارد.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

گزینه ۱: تنظیم بیان ژن در پروکاریوت‌ها می‌تواند در هر یک از مراحل ساخت رنا و پروتئین، تأثیر بگذارد ولی به طور معمول در مرحله رونویسی انجام می‌شود.

گزینه ۲: جانور مورد مطالعه گریفت موش بود (دقت کنید جانور با جاندار فرق می‌کند) که نوعی یوکاریوت است و در یوکاریوت‌ها می‌شود با تغییر در میزان فشردگی فام‌تن در بخش‌های خاصی، دسترسی رنابسپاراز را به ژن مورد نظر تنظیم کرد، از آنجا که دسترسی رنابسپاراز تنظیم می‌شود، پس نوعی تنظیم بیان ژن پیش از رونویسی است.

گزینه ۳: نه لزوماً، چرا که رناهای کوچک مکمل در صورت اتصال به رنای پیک، از کار رناتن جلوگیری کرده و عمل ترجمه را متوقف می‌کنند.

گزینه ۴: گوچه قرمز نابالغ هنوز هسته داشته و می‌تواند عوامل رونویسی داشته باشد، ولی عوامل رونویسی برای تنظیم بیان ژن هنگام رونویسی هستند.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در اینجا باید تنظیم مثبت و منفی را بررسی کنیم. در تنظیم مثبت، جایگاه اتصال فعال‌کننده و توالی راه‌انداز موجب شروع رونویسی می‌شود. اما در تنظیم منفی، بر اساس اینکه سلیقه طراح چه بوده است، راه‌انداز یا اپراتور مدنظر است. در هر حالت، تغییری در پاسخ سؤال رخ نمی‌دهد. بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: اپراتور برخلاف جایگاه اتصال فعال‌کننده، در مجاورت نخستین ژن قرار دارد.

گزینه ۲: توالی‌های ژنی تنظیمی هیچ‌گاه نمی‌توانند بر ساختار محصول ژن اثر بگذارند.

گزینه ۳: دقت کنید که نوکلئوتید رمزه، در رنا قرار دارد نه رشته الگوی دنا!! این گزینه از پایه و اساس نادرست است.

گزینه ۴: هر دو می‌توانند به پروتئین (فعال‌کننده و مهارکننده) متصل شوند. پروتئین‌ها از یک یا چند زنجیره بلند و بدون شاخه تشکیل شده‌اند.

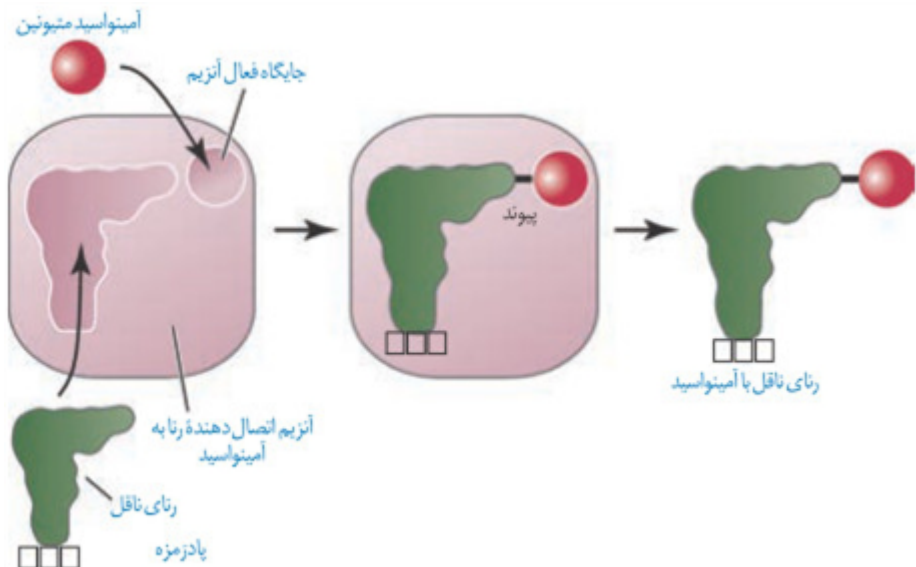
گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ۹

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. بررسی گزینه‌ها: ۱۰

(۱) منظور رنابسپاراز است. دقت کنید اتصال آمینواسید به رنای ناقل توسط آنزیم رنابسپاراز انجام نمی‌شود.

(۲) آمینواسیدها براساس توالی پادرمزه به رنای ناقل متصل می‌شوند. توالی سه نوکلئوتیدی موجود در انتهای رنای ناقل در همه رناهای ناقل یکسان است.

(۳) با توجه به شکل زیر، آمینواسید و رنای ناقل در یک جایگاه فعال آنزیم قرار نمی‌گیرند.



(۴) پادرمزه متیونین UAC می‌باشد که براساس آن، آمینواسید متیونین از طریق بخش کربوکسیل خود در تشکیل پیوند با رنای ناقل شرکت می‌کند. بخش آمین این آمینواسید آزاد است.

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در صورت سؤال به رناهای پیک بالغ شده، اشاره شده است که در پی پیرایش از رنای پیک اولیه ایجاد می‌شوند. فقط مورد د به درستی بیان شده است. بررسی موارد: ۱۱

الف) بخش‌های حلقه مانند بخشی از مولکول دنا بوده و توالی‌های اینترون را تشکیل می‌دهند. دقت کنید این بخش‌ها در رنای بالغ فاقد رونوشت هستند.

ب) دقت داشته باشید رنای پیک بالغ در سیتوپلاسم حین ترجمه با رنای ناقل تشکیل پیوند هیدروژنی می‌دهد. البته دقت داشته باشید که رنای پیک در برخی موارد با گروهی از رناهای کوچک نیز تشکیل پیوند هیدروژنی می‌دهد.

ج) رنای پیک اولیه همواره واجد رونوشت جایگاه پایان رونویسی است. جایگاه پایان جزء اینترون محسوب نمی‌شود، بنابراین بعد از پیرایش، هم رونوشت بخش‌های اگزون ژن و هم رونوشت جایگاه پایان در رنای بالغ وجود خواهد داشت.

د) رنای پیک بالغ همواره به دنبال شکسته شدن پیوند فسفودی‌استر حین جدا شدن رونوشت‌های اینترون از رشته رنای پیک اولیه ایجاد می‌شود.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. گزینه ۳ صحیح می‌باشد. رونوشت‌های میانه در هسته طی پیرایش حذف شده و به سیتوپلاسم جهت ترجمه نمی‌رسند. ضمناً دقت کنید ممکن است نواحی از رونوشت‌های اگزون قبل از کدون آغاز ترجمه AUG و بعد از کدون پایان ترجمه قرار گیرند که مورد ترجمه قرار نمی‌گیرند. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: نادرست است. ممکن است برخی میانه‌ها تعداد نوکلئوتید بیشتری از بیانه مجاور خود داشته باشند.
گزینه ۲: نادرست است. دقت کنید در طی پیرایش اغلب رناهای پیک یوکاریوتی توالی‌های رونوشت میانه حذف شود نه میانه‌ها! نکته مهم: میانه و بیانه توالی‌های مولکول دنا در ناحیه ژن هستند ولی رونوشت میانه و رونوشت بیانه توالی‌هایی از رنا می‌باشد.
گزینه ۴: نادرست است. دقت کنید هر چه از مولکول دنا به رنای بالغ حرکت کنیم تعداد مونومرهای مورد استفاده کمتر می‌شود. مولکول دنا برخلاف رنا دو رشته‌ای می‌باشد و توالی میانه و بیانه بر روی هر دو رشته آن نوکلئوتید دارند. از رنای نابالغ تک رشته رونوشت‌های میانه حذف شده و در رنای بالغ تک رشته فقط رونوشت بیانه مشاهده می‌شود.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. پروتئین هموگلوبین، حامل بیشترین مقدار اکسیژن در خون بوده و پروتئین میوگلوبین، ذخیره‌کننده اکسیژن در ماهیچه اسکلتی می‌باشد.

پروتئین میوگلوبین، ساختار نهایی آن سطح سوم ساختاری پروتئین‌ها بوده و در این سطح، تاخوردگی الگوهایی از پیوند هیدروژنی صورت می‌گیرد. پروتئین هموگلوبین نیز ساختار نهایی چهارم دارد. در هر دو پروتئین ذکر شده، پیوندهای پپتیدی پیش از پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: دقت داشته باشید که میوگلوبین، در تار تند نسبت به تار کند، گروه هم بیشتری ندارد، بلکه به تعداد بیشتری مشاهده می‌شود. همچنین در ارتباط با قسمت دوم گزینه نیز دقت داشته باشید که در یک گروه هم تنها یک یون آهن قرار دارد و یون آهن در مرکز گروه هم قرار دارد نه مرکز رشته‌های پلی‌پپتیدی.

گزینه ۲: در تولید هموگلوبین بیش از یک ژن دنا خطی نقش دارند. دقت داشته باشید که کربن دی‌اکسید نیز قابلیت اتصال به هموگلوبین را دارد؛ ولی باعث گازگرفتگی و کاهش ظرفیت حمل اکسیژن نمی‌شود.

گزینه ۴: توجه داشته باشید که پروتئین‌های هموگلوبین و میوگلوبین، فعالیت آنزیمی ندارند.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اغلب آنزیم‌ها از جنس پروتئین‌ها هستند. البته برخی از انواع رنا نیز نقش آنزیمی دارند. همانطور که می‌دانید همه پروتئین‌ها و رناها در ساختار خود کربن، اکسیژن، هیدروژن و نیتروژن دارند. پس این گزینه در رابطه با همه آنزیم‌ها صدق می‌کند. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: اگر واکنشی انجام نشدنی باشد، حتی با اضافه کردن آنزیم نیز انجام نمی‌شود. پس این گزینه در رابطه با هیچ آنزیمی صدق نمی‌کند.

گزینه ۳: بعضی از آنزیم‌ها برای فعالیت خود به یون‌های فلزی مانند آهن، مس و یا مواد آلی مثل ویتامین‌ها نیاز دارند. (نه همه آنزیم‌ها!)

گزینه ۴: آنزیم‌هایی که در دمای پایین غیرفعال می‌شوند، با برگشت دما به حالت طبیعی می‌توانند مجدداً فعال شوند.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در هیچ‌یک از مراحل آزمایش‌های ایوری و گریفیت، از آنزیم برای از بین بردن (کشتن) باکتری‌های پوشینه‌دار استفاده نشد و مرگ باکتری‌ها به وسیله حرارت بالا رخ می‌دهد. بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) در سومین آزمایش گریفیت، دستگاه ایمنی موش بر علیه کپسول باکتری‌های کشته‌شده و آنتی‌ژن‌های سطح کپسول، پادتن ترشح می‌کند.

(۲) در دومین و سومین مرحله آزمایش ایوری و همکارانش، مشخص شد که دنا همان ماده‌ی وراثتی است.

(۴) در اولین مرحله آزمایشات ایوری و همکارانش فقط پروتئاز و در آزمایش سوم از انواعی از آنزیم‌های هیدرولیزکننده‌ی مواد آلی استفاده شد.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. پیوند هیدروژنی در ساختار دوم میوگلوبین، بین بخش‌هایی از (نه کل) زنجیره پلی‌پپتیدی برقرار می‌شود. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: حین تشکیل ساختار سوم، گروه‌های R آمینواسیدهای آب‌گریز به یکدیگر نزدیک می‌شوند، پس در کمترین فاصله از یکدیگر قرار گرفته‌اند.

گزینه ۳: ساختار سوم، ساختار نهایی میوگلوبین است. این ساختار در نتیجهٔ تاخوردگی‌های بخش‌های تشکیل‌دهنده ساختار دوم این پروتئین ایجاد می‌شود.

گزینه ۴: ساختار چهار ساختار نهایی هموگلوبین است. هر پروتئینی که ساختار چهارم را دارد، دارای بیش از یک رشته پلی‌پپتیدی است.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ساختارهای صفحه‌ای و مارپیچی دو نمونه معروف ساختار دوم می‌باشند. دقت کنید که برهم‌کنش‌های آب‌گریز موجب تشکیل ساختار سوم می‌گردند. بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) در هر دو ساختار، پیوند هیدروژنی بین گروه‌های عاملی شکل می‌گیرد. تا ساختار سوم تنها یک زنجیره پلی‌پپتیدی داریم.

(۳) در ساختار صفحه‌ای، گروه‌های R مربوط به آمینواسیدهای مجاور، در دو جهت مخالف قرار دارند.

(۴) چون یک بسپار خطی است، همانند رشته‌های دنا و رنای خطی، تعداد پیوندهای اتصالی بین مونومرها یکی کمتر از تعداد کل مونومرها می‌باشد.

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. بررسی همهٔ موارد:

مورد الف: باز شدن پیچ و تاب فامینه مربوط به قبل از همانندسازی می‌باشد.

مورد ب: در پروکاریوت‌ها (نه یاختهٔ پوششی نای انسان) با رسیدن دو راهی‌های یک جایگاه آغاز همانندسازی به یکدیگر، فرایند همانندسازی پایان می‌یابد.

مورد ج: طی همانندسازی دنا اتصال نوکلئوتیدها به وسیلهٔ پیوند فسفودی‌استر صورت می‌گیرد.

مورد د: در فرایند ویرایش این مورد رخ می‌دهد.

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. حین همانندسازی دنا، حلقوی باکتری‌ها، رشته جدید دئوکسی ریبونوکلئوتیدی در حال تشکیل به

صورت خطی است و در پایان همانندسازی با اتصال به انتهای رشته، به حالت حلقوی درمی‌آید. پس در طول همانندسازی، رشته

دئوکسی ریبونوکلئوتیدی خطی در *E.coli* قابل مشاهده است. همانندسازی جایگاه پایان مربوط به آخرین بخش فرایند همانندسازی است.

گزینه ۱ و ۳: توجه کنید که باز شدن پیچ و تاب فامینه و جدا شدن هیستون‌ها از دنا قبل از همانندسازی رخ می‌دهد و این فرآیندها بخشی از همانندسازی محسوب نمی‌گردند.

گزینه ۲: طی همانندسازی، نوکلئوتیدهای آزاد برای قرار گرفتن در ساختار رشته جدید باید دو گروه از سه گروه فسفات خود را از

دست بدهند و تک فسفات شوند که این فرایند منجر به افزایش غلظت یون فسفات در یاخته می‌شود. اولین آنزیم‌های فعال در

همانندسازی هلیکازها هستند که منجر به باز شدن دو رشته دنا از همدیگر می‌شوند. قرار گرفتن نوکلئوتیدها در ساختار رشته

پلی‌نوکلئوتیدی پس از فعالیت هلیکازها رخ می‌دهد.

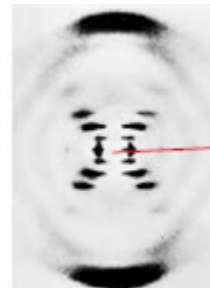
- الف) دقت کنید نوکلئوتید قرار گرفته در رشته، همان نوکلئوتید تک فسفات است، بنابراین فقط یک پیوند پرنرژژی در ساختار نوکلئوتید سه فسفات به منظور قرارگیری در رشته شکسته می شود و ۲ فسفات چسبیده به هم از آن جدا می شود.
- ب) هر نوکلئوتید که در رشته در حال تشکیل قرار می گیرد، تحت تأثیر فعالیت دنابسپاراز بررسی می شود؛ به جز اولین نوکلئوتید. به دنبال تشکیل هر پیوند فسفودی استر، دنابسپاراز نوکلئوتید قرار گرفته در رشته را مورد بررسی قرار می دهد.
- ج) ممکن است فقط فعالیت بسپارازی بر روی نوکلئوتید قرار گرفته در رشته صورت گرفته باشد و نیازی به فعالیت نوکلئازی نباشد.
- د) اولین نوکلئوتید وقتی در رشته در حال ساخت قرار می گیرد، فقط پیوند هیدروژنی تشکیل می دهد.

- مورد اول) نادرست - ممکن است به شکل آنزیم ها یا پروتئین های آزاد در سیتوپلاسم باشند، مانند آنزیم های مؤثر در گلیکولیز، یا پروتئین های سازنده دوک تقسیم.
- مورد دوم) نخستین بخشی از یک رشته پلی پپتیدی که ساخته می شود، سر آمینی آن می باشد. واضح است که قبل از تکمیل ترجمه، سر آمینی رشته پلی پپتیدی به درون شبکه آندوپلاسمی زیر وارد شده است. این شبکه در ساخت آنزیم های کافنده تن نقش دارد.
- مورد سوم) درست - واضح است که ریزکیسه های جوانه زده از شبکه آندوپلاسمی زیر، به سطح مقعر دستگاه گلژی که دور از غشا قرار دارد، وارد می شوند.
- مورد چهارم) نادرست - می دانیم که در طی حمله لنفوسیت های کشته طبیعی یا لنفوسیت T کشته، پروتئین های آنزیمی به درون یاخته های بدن انسان وارد می شوند. این پروتئین ها توسط خود یاخته ساخته نشده اند.

- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. آزمایش هایی که در آن موش ها مردند، آزمایش اول و آزمایش چهارم بودند. در هر دو آزمایش، موش ها به علت سینه پهلوی مردند؛ بنابراین می توان گفت در شش موش های مرده، باکتری های دارای پوشینه مشاهده می شوند. بررسی سایر گزینه ها:
- گزینه ۲: در آزمایش چهارم، مخلوطی از باکتری های زنده بدون پوشینه و باکتری های مرده پوشینه دار به موش ها تزریق شدند. برخی از باکتری های بدون پوشینه طی این آزمایش پوشینه دار شدند؛ در نتیجه، باکتری های بدون پوشینه نیز در خون آن ها وجود داشت.
- گزینه ۳: در آزمایش چهارم، باکتری های پوشینه دار تزریق شده به موش ها، کشته شده بودند.
- گزینه ۴: این عبارت فقط درباره آزمایش چهارم گریتیت صادق است. در آزمایش اول، مرگ موش ها مطابق انتظار او بود.

- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. بعد از گریتیت نیز افرادی مثل چارگاف، ایوری و واتسون کریک پیرامون ماده وراثتی به تحقیق پرداختند. ماهیت ماده ژنتیکی در نتیجه پژوهش های ایوری مشخص شد. بررسی سایر گزینه ها:
- ۲) با ایجاد پوشینه در باکتری هایی که قبل از آن فاقد پوشینه بوده اند، فهمید که ماده وراثتی به همراه ویژگی های ارثی که درون آن وجود دارد می تواند منتقل شود.
- ۳) در آزمایش چهارم گریتیت، تعداد زیادی از باکتری های فاقد پوشینه، پوشینه دار شدند.
- ۴) در آزمایش چهارم باکتری های پوشینه دار زنده را درون شش و خون موش ها مشاهده کرد.

- گزینه ۱: غلط - اولاً فرانکلین و ویلکینز این کار را انجام دادند ثانیاً اگر استفاده واتسون و کریک از داده‌های تصویر پرتو ایکس در ساخت مدل دنا را هم مدنظر قرار دهیم در مرکز تصویر نقاط روشن وجود داشته و این گزینه نادرست است.
- گزینه ۲: صحیح - آزمایش مزلسون و استال به منظور بررسی چگونگی همانندسازی بوده و طی همانندسازی نحوه توزیع دنا بین یاخته‌های تکثیر یافته نیز بررسی شد.
- گزینه ۳: غلط - چارگاف فقط برابر بودن پورین‌ها و پیریمیدین‌ها را یافت و دلیل آن بعدها مشخص شد.
- گزینه ۴: غلط - ویلکینز و فرانکلین با استفاده از تصویر پرتو ایکس دنا ابعاد مولکول را تشخیص دادند.



- گزینه ۱: درست - دلیل: در آزمایش‌های مزلسون و استال از باکتری استفاده شد که نوعی سلول پروکاریوتی می‌باشد و با توجه به همانندسازی باکتری‌ها در محیط کشت N^{14} در دور اول همانندسازی، رشته دنا جدید، شامل یک رشته دنا حاوی N^{15} و یک رشته دیگر دنا حاوی N^{14} می‌باشد، در نتیجه چگالی متوسط دارد.
- گزینه ۲: درست - دلیل: پیوندهای بین نوکلئوتیدهای متقابل در دو رشته دنا، پیوند هیدروژنی می‌باشد؛ از طرفی آنزیم هلیکاز دو رشته دنا را از هم باز می‌کند. بنابراین آنزیم هلیکاز پیوندهای هیدروژنی را از هم باز می‌کند. قسمت دوم عبارت هم صحیح می‌باشد.
- گزینه ۳: نادرست - دلیل: منظور عبارت پروکاریوت‌ها می‌باشد. اغلب پروکاریوت‌ها فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در دنا خود دارند.
- گزینه ۴: درست - دلیل: در راکیزه (میتوکندری) یوکاریوت‌ها، مقداری دنا به صورت حلقوی وجود دارد؛ همچنین قارچ‌ها هم یوکاریوت هستند.

- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. محل گره سینوسی - دهلیزی، در دیواره پشتی دهلیز راست و زیر منفذ بزرگ سیاهرگ زیرین است. بررسی گزینه‌ها:

- گزینه ۱: منظور سرخرگ ششی است.
- گزینه ۲: منظور سرخرگ کرونری سمت چپ است.
- گزینه ۳: منظور سرخرگ کرونری سمت راست، بین دریچه‌های سینی سرخرگ ششی و سه‌لختی منشعب می‌شود.
- گزینه ۴: منظور سرخرگ کرونری سمت چپ است.

- در دوزیستان، پس از بلوغ گردش خون مضاعف می‌شود. در این جانوران برخلاف ماهی‌ها (که دارای گردش خون ساده هستند) خون روشن و تیره در بطن، با هم مخلوط می‌شوند. بررسی موارد نادرست:
- مورد الف) هم در جانداران دارای گردش خون باز و هم در کرم خاکی (جاندار دارای ساده‌ترین گردش خون بسته)، دریچه‌هایی در ابتدای رگ‌های خارج شده از قلب مشاهده می‌شوند.
- مورد ب) قسمت اول مربوط به پلاناریا و قسمت دوم مربوط به اسفنج است، در اسفنج یاخته‌های یقه‌دار وجود دارند.
- مورد د) توجه داشته باشید که همولنف از طریق منفذ دریچه‌دار وارد قلب می‌شود و لفظ دریچه منفذدار نادرست است.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. منظور گردیزه‌ها هستند.

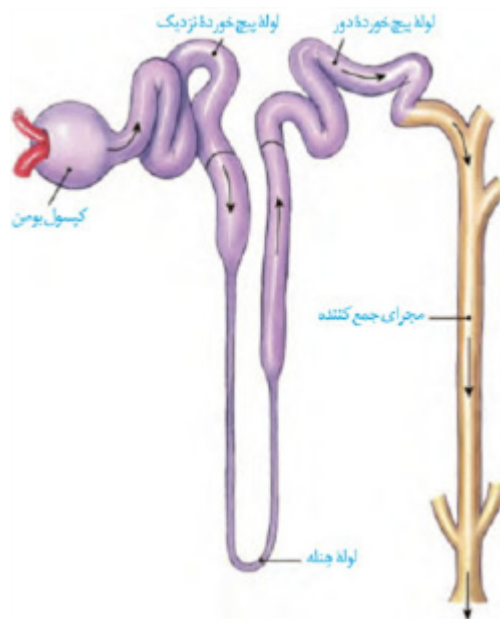
لوله پیچ‌خورده نزدیک، نزدیک‌ترین لوله پیچ‌خورده به کپسول بومن (کپسول ابتدای هر گردیزه) می‌باشد. این لوله پیچ‌خورده با توجه به شکل مقابل، در تماس با قطورترین بخش لوله هنله است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) نازک‌ترین بخش هر گردیزه، نازک‌ترین بخش لوله هنله است که در دو انتهای خود با لوله‌هایی با قطر متفاوت ارتباط دارد.

(۲) کپسول بومن، حجیم‌ترین بخش گردیزه است و با لوله پیچ‌خورده نزدیک تماس دارد در حالی که کمترین پیچ‌خوردگی در این لوله مشاهده نمی‌شود.

(۴) لوله پیچ‌خورده دور، نزدیک‌ترین بخش لوله‌ای شکل به مجرای جمع‌کننده می‌باشد، اما قطورترین لوله پیچ‌خورده، لوله پیچ‌خورده نزدیک است.



گزینه ۲ پاسخ صحیح است. منظور از علامت سؤال، بافت پیوندی متراکم است.

موارد الف، ج و د درست است. بررسی موارد:

مورد الف) در مورد بافت پیوندی متراکم درست است.

مورد ب) نادرست. برای مثال، گلبول‌های سفید و بیگانه‌خوارهای موجود در آن، در محل استقرار فعلی به وجود نیامده‌اند.

مورد ج) درست. منظور بافت چربی احاطه‌کننده کلیه‌ها است.

مورد د) درست. تمامی یاخته‌های موجود در شکل، هسته کشیده دارند؛ اما می‌توان به واسطه وجود یاخته‌های بیگانه‌خوار،

گلبول‌های سفید و رگ‌های خونی، لفظ «بعضی» را درست گرفت.

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در بخش بالاروی هنله، طول بخش قطور بیشتر است. جهت جریان مواد در هنله بالارو و سیاهرگ

مجاور هنله، یکسان است. بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) ابتدای بخش پایین‌روی هنله، ضخیم‌ترین بخش هنله است. جهت جریان مواد در این بخش از هنله و سرخرگ مجاور هنله، یکسان است.

(۲) لوله پیچ‌خورده نزدیک، دارای بیشترین میزان بازجذب است. بخشی از خون خروجی از کلافک در مجاورت آن جریان می‌یابد و بخش دیگر توسط انشعابی به اطراف لوله هنله وارد می‌شود.

(۳) لوله پیچ‌خورده دور، آخرین بخش لوله‌ای شکل گردیزه است. مویرگ مجاور آن خون را به سرخرگ مجاور لوله هنله وارد می‌کند.

۳۱

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در صورت افزودن دناى دارای N^{15} به محیط حاوی N^{14} و وقوع دو دور همانندسازی نیمه حفاظتی، دو دناى دارای چگالی متوسط و دو دناى دارای چگالی سبک تشکیل می شود. اما در صورت وقوع دو دور همانندسازی پراکنده، هر چهار دناى حاصل از دور دوم همانندسازی، چگالی متوسط داشته و در بخش میانی لوله قرار می گیرند. بررسی سایر گزینه ها:

(۲) در صورت افزودن دناى دارای N^{14} به محیط حاوی N^{15} و وقوع دو دور همانندسازی حفاظتی، یک دنا دارای چگالی سبک و سه دنا دارای چگالی سنگین می باشند. از طرفی در صورت وقوع دو دور همانندسازی نیمه حفاظتی، دو دنا دارای چگالی متوسط و دو دنا دارای چگالی سنگین می باشند.

(۳) در صورت افزودن دناى دارای N^{15} به محیط حاوی N^{14} و وقوع سه دور همانندسازی نیمه حفاظتی، دو دنا دارای چگالی متوسط و شش دنا دارای چگالی سبک خواهند بود. در صورت وقوع سه دور همانندسازی حفاظتی، یک دنا دارای چگالی سنگین و هفت دنا دارای چگالی سبک هستند.

(۴) در صورت افزودن دناى دارای N^{14} به محیط حاوی N^{15} و وقوع یک دور همانندسازی غیر حفاظتی، دو دنا با چگالی متوسط تشکیل می شوند.

۳۲

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

ترجمه صورت سؤال: سامانه مالپیگی در حشرات + غده راست روده ای (ماهیان غضروفی)

با توجه به همکاری سامانه مالپیگی و دستگاه گوارش، محتوای لوله های مالپیگی به روده، تخلیه و با عبور مایعات در روده، آب و یون ها باز جذب می شوند. اوریک اسید از طریق روده به همراه مواد دفعی دستگاه گوارش دفع می شود. در ماهیان غضروفی مواد دفعی (محلول نمک بسیار غلیظ) توسط غدد راست روده ای به روده وارد می شود و توسط محتویات دفعی لوله گوارش در نهایت دفع می گردد. بررسی سایر گزینه ها:

(۱) در حشرات اوریک اسید از طریق روده به همراه مواد دفعی دستگاه گوارش دفع می شود و بازجذبی به همولنف ندارد - عبارت این گزینه برای ماهیان غضروفی درست نیست.

تذکر: غدد راست روده ای، محلول نمک غلیظ به روده می ریزد نه مواد زائد نیتروژن دار.

(۲) در حشرات چندین لوله مالپیگی (نه لوله ای) وجود دارد.

(۳) در حشرات، نمک، آب و اوریک اسید، به لوله های مالپیگی وارد می شود. ماهیان غضروفی لوله مالپیگی ندارند.

۳۳

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بازجذب آب و یون های ملخ در راست روده اش صورت می گیرد، هسته یاخته هایش در یک سطح قرار ندارند. بررسی سایر گزینه ها:

گزینه ۱: خزندگان و پرندگان دریایی و بیابانی که آب دریا یا غذای نمک دار مصرف می کنند، می توانند نمک اضافه را از غدد نمکی به صورت قطره های غلیظ دفع کنند.

گزینه ۲: کلیه در پرندگان و خزندگان همانند مثانه در دوزیستان توانایی زیادی در بازجذب آب دارد.

گزینه ۴: در پارامسی به علت ورود آب، فشار اسمزی واکوئول انقباضی به مرور کاهش می یابد؛ سپس با انجام انقباض (نه اسمز) آب درون این واکوئول، از پارامسی خارج می شود.

۳۴

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

(۱) هنله و جمع کننده

(۲) مطابق شکل

(۳) نادرست - در هیچ بخش لوله ای شکل نفرون، مراحل تشکیل ادرار آغاز نمی شود!

(۴) منظور لگنچه است.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. شماره ۱ سرخرگ و ابران و شماره ۲ سرخرگ آوران است و سرخرگ آوران نسبت به وبران فشار، قطر و ماده دفعی بیشتری دارد.

گزینه ۱: غلط - چون که بخش ۲ آورنده خون به کلافک (گلمرول) است و انقباض آن سبب کاهش فشار در کلافک خواهد شد.
گزینه ۲: صحیح - بخش ۲ خون با ماده دفعی بیشتر را به کلافک می‌برد و بخش ۱ که سرخرگ وبران است ماده دفعی نیتروژن‌دار کمتری دارد.

گزینه ۳: غلط - بخش ۲ در ادامه کلافک یا گلمرول و بخش ۱ در ادامه مویرگ‌های اطراف لوله‌های گردیزه (نفرون) را می‌سازد.
گزینه ۴: غلط - دیواره هر دو مویرگ از نوع سنگفرشی تک‌لایه است و (برخلاف مویرگ‌های ناپیوسته) فضای بین‌یاخته‌ای اندک دارد.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. تنها مورد د عبارت را به درستی تکمیل می‌کند. بررسی همه موارد:

الف) ساده‌ترین سامانه گردش مواد در اسفنج مشاهده می‌شود. در اسفنج در محل ورود و خروج آب یاخته‌های یقه‌دار مشاهده نمی‌شوند.

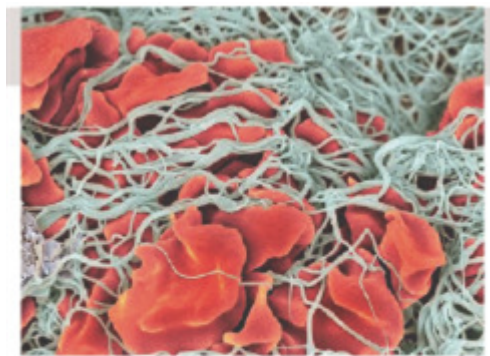
ب) ساده‌ترین سامانه گردش خون مضاعف در دوزیستان مشاهده می‌شود. در قورباغه تنها در بطن خون تیره و روشن ترکیب می‌شوند نه حفراتی از قلب!

ج) ساده‌ترین سامانه گردش مواد اختصاصی، گردش خون باز می‌باشد که در بندپایان مشاهده می‌شود. در گردش خون باز مویرگ وجود ندارد.

د) ساده‌ترین سامانه گردش خون بسته، در کرم خاکی مشاهده می‌شود. در این جاندار جهت باز شدن دریچه‌ها در جهت حرکت خون می‌باشد.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. روش‌های جلوگیری از خونریزی ۲ دسته می‌باشد. خونریزی محدود (با درپوش پلاکتی) و خونریزی شدید (با ایجاد لخته). شروع هیچ‌کدام از این روش‌ها با تولید و ترشح پروترومبین نمی‌باشد؛ زیرا این پروتئین قبل از خونریزی در خون وجود دارد. بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در هر دو روش ویتامین‌ها می‌توانند نقش داشته باشند. در خونریزی شدید، ویتامین K و در خونریزی محدود ویتامین B_{12} و فولیک اسید. (در جلوگیری از خونریزی‌ها، پلاکت‌ها نقش دارند و برای تولید پلاکت‌ها باید مگاکاریوسیت طی تقسیم یاخته‌ای پدید آید و همچنین برای تقسیم یاخته‌ای نیازمند فولیک اسید و ویتامین B_{12} می‌باشیم).
۳) با توجه به شکل زیر، لخته شامل: رشته‌های فیبرین، یاخته‌های خونی و گرده‌ها می‌باشد.



رشته‌های پروتئینی فیبرین که یاخته‌های خونی و گرده‌ها را دربر گرفته و لخته را تشکیل داده‌اند.

بنابراین فقط در بعضی از آنها همه اجزای بخش دوم خون (بخش یاخته‌ای) برای تولید لخته شرکت می‌کنند.

۴) در هر دو روش پلاکت‌ها (قطعات حاوی دانه‌های کوچک پر از ترکیبات فعال) نقش دارند.

الف) درست - منظور مگاکاریوسیت‌ها هستند.

ب) نادرست - همگی دانه‌دار نیستند!

ج) نادرست - همگی از یاخته‌هایی در مغز استخوان منشأ می‌گیرند.

د) نادرست - همگی میلوئیدی نیستند!

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. قطورترین بخش مجرای لنفی چپ در زیر دیافراگم و در محوطه شکمی قرار گرفته و مجرای لنفی چپ از پشت قلب و آئورت هم عبور می‌کند. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۲: مجرای لنفی چپ محتویات لنفی پایین‌ترین اندام لنفی حفره شکمی (آپاندیس) را دریافت می‌کند.

گزینه ۳: در صورتی که یاخته‌های سرطانی نابود نشوند این یاخته‌ها می‌توانند از طریق لنف در سراسر بدن پخش شوند. چون لنف این دستگاه وارد مجرای لنفی چپ می‌شود و در نهایت وارد خون درون سیاهرگ زیرترقوه‌ای چپ می‌شود و از این طریق در سراسر بدن پخش می‌شود.

گزینه ۴: مویرگ‌های لنفی در بافت‌های مختلف وجود دارند و یک طرف آنها بسته است.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ماهیچه ۱، ماهیچه صاف دیواره سرخرگ و ماهیچه ۲ ماهیچه صاف بنداره ابتدای مویرگ است. تنظیم اصلی جریان خون در مویرگ‌ها بر اساس نیاز بافت به اکسیژن و مواد مغذی با تنگ و گشاد شدن سرخرگ‌های کوچک انجام می‌شود که قبل از مویرگ‌ها قرار دارند. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: ماهیچه ۲ همانند ماهیچه ۱، با انقباض خود موجب کاهش جریان خون مویرگ می‌گردد.

گزینه ۳: ماهیچه ۱ و ۲ به صورت غیرارادی منقبض می‌شوند.

گزینه ۴: هر دو ماهیچه، صاف هستند و از یاخته‌های دوکی شکل تشکیل شده‌اند.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. تجمع گره‌های لنفی در ناحیه زانو هم مشاهده می‌شود و بقیه گزینه‌ها رد می‌شوند! محتویات رگ‌های لنفی بازوی راست به مجرای لنفی راست و محتویات رگ‌های لنفی بازوی چپ به مجرای لنفی چپ می‌ریزد. اما محتویات رگ‌های لنفی پاها هر دو، به مجرای لنفی چپ می‌ریزد.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در قلب انسان، بالاترین، پایین‌ترین، جلویی‌ترین و مرکزی‌ترین دریچه‌های قلب به ترتیب عبارت‌اند از: دریچه دولختی، دریچه سه‌لختی، دریچه سینی ششی و دریچه سینی آئورتی؛ همچنین می‌دانید که در ابتدای سرخرگ آئورت و بالای دریچه سینی آن، دو مدخل سرخرگ‌های تاجی قابل مشاهده‌اند. دریچه‌های سینی در چرخه ضربان قلب فقط هنگام انقباض بطن‌ها باز هستند. هرگاه بطن‌ها منقبض می‌شوند، کمی به سمت بالا حرکت کرده و فاصله آن‌ها از ماهیچه دیافراگم که بلافاصله در زیر آن‌ها مستقر است، افزایش می‌یابد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: دریچه سینی سرخرگ ششی فقط هنگام انقباض بطن‌ها باز است. انقباض بطن‌ها از کمی پس از قله R شروع شده و تا کمی قبل از پایان ثبت موج T ادامه دارد. در این فاصله نه قله موج P مشاهده می‌شود و نه قله موج QRS!

گزینه ۲: هنگامی که دریچه دولختی باز است، قلب یا در حال استراحت عمومی است یا اینکه دهلیزها در حال انقباض‌اند. در هیچ کدام از این دو حالت خون تیره‌ای به سرخرگ وارد نمی‌شود پس افزایش فشارخون (نیروی که از سوی خون به دیواره رگ‌ها وارد می‌شود) در این سرخرگ، دور از انتظار است.

گزینه ۴: هنگامی که دریچه سه‌لختی باز است، قلب یا در حال استراحت عمومی است یا اینکه دهلیزها در حال انقباض‌اند و در هیچ کدام از این دو حالت ماهیچه‌های دیواره بطن‌ها در حال انقباض (افزایش مصرف ATP در این یاخته‌ها) نیستند. بیشترین انقباضات رشته‌های شبکه هادی قلب در بین یاخته‌های ماهیچه‌ای دیواره بطن‌ها مشاهده می‌شود.

۴۳

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. اگر مقدار آنزیم زیادتیر شود سرعت واکنش نیز صعودی خواهد بود تا زمانی که پیش‌ماده‌ها به اتمام برسند و واکنش تمام شود بنابراین بهترین گزینه برای نشان دادن این رابطه گزینه ۱ است.

۴۴

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. بررسی همه گزینه‌ها:

گزینه ۱: در فرایند رونویسی، ابتدا بین A و U پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود و سپس دو رشته دنا که از هم باز شده بودند به هم می‌پیوندند و بین همان A و T پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود.

گزینه ۲: در مرحله آغاز فرایند ترجمه، تکمیل ساختار رناتن بعد از تشکیل پیوند هیدروژنی بین رنای ناقل حامل اولین متیونین و رنای پیک صورت می‌گیرد.

گزینه ۳: در مرحله طویل شدن ترجمه، ابتدا پیوند غیرپتیدی بین آمینواسید (یا رشته پتیدی) و رنای ناقل تجزیه (هیدرولیز با مصرف آب) می‌شود و سپس پیوند هیدروژنی بین رنای ناقل و رنای پیک شکسته می‌شود. (خروج رنای ناقل فاقد آمینواسید از رناتن)

گزینه ۴: در فرایند رونویسی شکستن پیوند کووالانسی در یک نوکلئوتید ریبوزدار (پیوند بین فسفات‌ها در نوکلئوتید سه‌فسفاته) قبل از تشکیل پیوند فسفودی‌استر (واکنش گروه فسفات نوکلئوتید با هیدروکسیل) صورت می‌گیرد.

۴۵

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. تشکیل پیوند هیدروژنی سنتز محسوب نمی‌گردد، در نتیجه سنتز نخستین پیوند که مربوط به پیوند پتیدی است در جایگاه A ریبوزوم انجام می‌شود. با ورود یکی از رمزه‌های پایان ترجمه در جایگاه A ، چون رنای ناقل مکمل آن وجود ندارد، این جایگاه توسط پروتئین‌هایی به نام عوامل آزادکننده اشغال می‌شود. تشریح سایر گزینه‌ها:

(۱) رمزه آغاز در جایگاه P قرار می‌گیرد. تفاوتی که پادرمزه‌های جایگاه A ممکن است با P داشته باشند آن است که پادرمزه مربوط به رمزه آغاز تنها در جایگاه P قابل مشاهده است. در صورتی که نوعی رمزه AUG دیگر در رنای پیک وجود داشته باشد این اختلاف تنوع بین آن‌ها وجود نخواهد داشت.

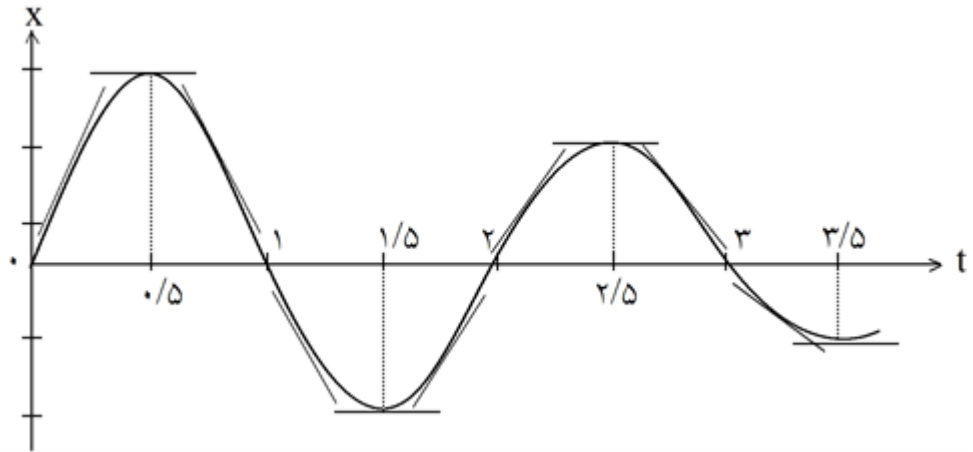
(۳) رمزه آغاز در جایگاه E از پادرمزه مربوط به خود جدا می‌شود، اما هیدرولیز آخرین پیوند در جایگاه P انجام می‌گیرد که مربوط به پیوند بین tRNA و رشته‌ی پلی‌پتیدی است.

(۴) مکمل پادرمزه نام برده، UGG است که چون رمزه پایان نمی‌باشد، در هر سه جایگاه قابل مشاهده است. در مرحله طویل شدن ترجمه سنتز پیوند پتیدی تنها در جایگاه A قابل مشاهده است نه در تمامی آن‌ها.

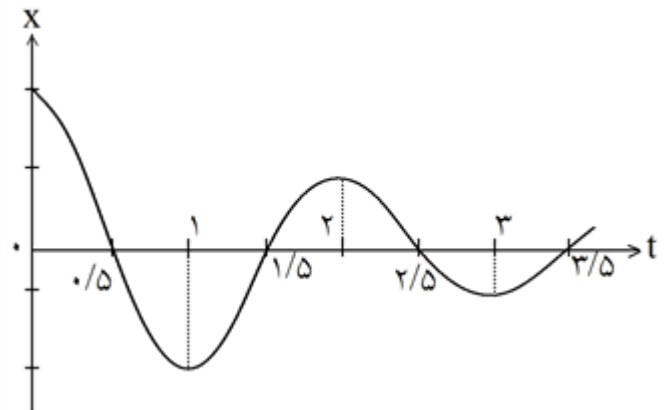
۴۶

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. بردار جابه‌جایی برای همه‌ی مسیرها یکسان و برابر $\vec{AB} = \vec{\Delta r}$ خواهد بود و اندازه‌ی سرعت متوسط، اندازه‌ی جابه‌جایی جسم تقسیم بر زمان انجام جابه‌جایی است. زمان طی کردن مسیرها یکسان است. پس با توجه به یکسان بودن جابه‌جایی و زمان برای همه‌ی مسیرها، سرعت متوسط برای آن‌ها یکسان خواهد بود.

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. شیب نمودار (شیب خط مماس بر منحنی) مکان - زمان متحرکی که بر روی خط راست در حرکت است، با سرعت (سرعت لحظه‌ای) متحرک برابر می‌باشد. نمودار مکان زمان متحرک مورد نظر به صورت زیر می‌باشد.



با توجه به خط‌های مماس رسم شده بر منحنی مکان-زمان، در لحظه‌های $0/5$ و $1/5$ و $2/5$ و $3/5$ و ... ثانیه شیب خط افقی مماس بر منحنی صفر است پس در این لحظه‌ها سرعت متحرک صفر است و منحنی سرعت - زمان باید محور افقی t را قطع نماید. در بازه‌ی زمانی 0 تا $0/5$ ثانیه شیب خط مماس بر منحنی مثبت و در حال کاهش و صفر شدن می‌باشد. پس در این بازه سرعت لحظه‌ای متحرک از مقداری مثبت و بیشینه به مقدار صفر کاهش می‌یابد. در بازه‌ی زمانی $0/5$ تا 1 ثانیه شیب خط مماس بر منحنی منفی و در حال کاهش و منفی‌تر شدن می‌باشد. پس در این بازه زمانی سرعت متحرک از مقدار صفر به مقدارهای منفی کاهش می‌یابد تا به حداقل مقدار منفی خود در لحظه‌ی 1 ثانیه می‌رسد. در بازه‌ی زمانی 1 تا $1/5$ ثانیه شیب خط مماس بر منحنی منفی و در حال افزایش و صفر شدن می‌باشد. پس در این بازه زمانی سرعت متحرک از حداقل مقدار منفی افزایش یافته و در لحظه‌ی $1/5$ ثانیه به صفر می‌رسد. در بازه‌ی زمانی $1/5$ تا 2 ثانیه شیب خط مماس بر منحنی مثبت و در حال افزایش و مثبت‌تر شدن می‌باشد. پس در این بازه زمانی سرعت متحرک از مقدار صفر به مقدارهای مثبت افزایش می‌یابد تا به حداکثر مقدار مثبت خود در لحظه‌ی 2 ثانیه می‌رسد. نحوه‌ی تغییرات شیب منحنی $X - t$ به همین ترتیب و متناوباً تکرار می‌شود. پس نمودار سرعت-زمان این حرکت به صورت زیر قابل رسم می‌باشد.



گزینه ۲ پاسخ صحیح است. حرکت متحرک A با سرعت ثابت است و سرعت متحرک A را با محاسبه شیب خط در ۵ ثانیه اول

$$v_A = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-40}{5} = -8 \frac{m}{s}$$

حساب می کنیم:

سرعت متحرک B در لحظه $t = 5s$ برابر شیب خط مماس بر منحنی B یعنی شیب خط A است، پس برابر $-8 \frac{m}{s}$ است و چون سرعت اولیه متحرک B برابر صفر است، (خط مماس بر منحنی در $t = 0$ موازی محور زمان است.) برای محاسبه شتاب متحرک B

$$a_B = \frac{v - v_0}{\Delta t} = \frac{-8 - 0}{5} = -1.6 \frac{m}{s^2}$$

داریم:

اکنون جابه جایی متحرک B را در ثانیه چهارم از رابطه $\Delta x_B = \frac{1}{2} a (2n - 1) + v_0$ حساب می کنیم:

$$\Delta x_B = -\frac{1}{2} \times (-1.6) (2 \times 4 - 1) + 0 \Rightarrow \Delta x = -5.6m \Rightarrow |\Delta x_B| = 5.6m$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا معادله سرعت - زمان متحرک را می یابیم. چون نمودار $v - t$ به صورت سهمی است، به کمک معادله ریاضی سهمی معادله سرعت برابر است با:

$$v = b(t - 2)(t - 6) \Rightarrow v = b(t^2 - 8t + 12)$$

اکنون با استفاده از رابطه شتاب متوسط برای بازه زمانی t_1 تا t_2 داریم:

$$a_{av} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{v_2 = b(t_2^2 - 8t_2 + 12)}{v_1 = b(t_1^2 - 8t_1 + 12)} \Rightarrow a_{av} = \frac{b(t_2^2 - 8t_2 + 12) - b(t_1^2 - 8t_1 + 12)}{t_2 - t_1}$$

$$\Rightarrow a_{av} = \frac{b[t_2^2 - t_1^2 - 8(t_2 - t_1)]}{t_2 - t_1} \Rightarrow a_{av} = \frac{b(t_2 - t_1)(t_2 + t_1 - 8)}{t_2 - t_1} \Rightarrow a_{av} = b(t_2 + t_1 - 8)$$

در آخر شتاب متوسط هر یک از گزینه ها را بررسی می کنیم:

$$\xrightarrow[t_2 = 2/5s]{t_1 = 1/5s} a_{av} = b(2/5 + 1/5 - 8) = -4b \quad \text{گزینه ۱:}$$

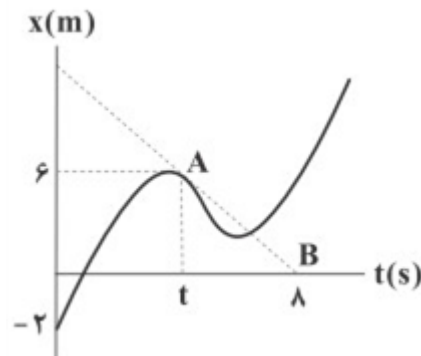
$$\xrightarrow[t_2 = 3/5s]{t_1 = 4/5s} a_{av} = b(4/5 + 3/5 - 8) = 3/5b \quad \text{گزینه ۲:}$$

$$\xrightarrow[t_2 = 6/5s]{t_1 = 3/5s} a_{av} = b(3/5 + 6/5 - 8) = 2b \quad \text{گزینه ۳:}$$

$$\xrightarrow[t_2 = 6s]{t_1 = 1s} a_{av} = b(1 + 6 - 8) = -b \quad \text{گزینه ۴:}$$

می بینیم، بزرگی شتاب در بازه زمانی $1/5s$ تا $2/5s$ از سایر بازه های زمانی داده شده بیشتر است.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در نمودار مکان - زمان، قدرمطلق شیب خط مماس بر نمودار در هر لحظه، بزرگی سرعت متحرک در آن لحظه است. در نتیجه باید قدرمطلق شیب خط مماس بر نمودار در لحظه‌ی t برابر با $\frac{3}{4} \frac{m}{s}$ شود، یعنی قدرمطلق شیب پاره‌خط AB در نمودار زیر، برابر با $\frac{3}{4}$ است. با توجه به این نکات می‌توان نوشت:



$$|m_{AB}| = \frac{3}{4} \Rightarrow \frac{6}{(8-t)} = \frac{3}{4} \Rightarrow 4 = 8-t \Rightarrow t = 4s$$

با توجه به نمودار بالا مشخص است که متحرک در لحظه‌ی $t = 0$ در مکان $x = -2m$ و در لحظه‌ی $t = 4s$ در مکان $x = +6m$ قرار دارد، بنابراین سرعت متوسط متحرک در این بازه‌ی زمانی برابر است با:

$$\vec{v}_{av} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{6 - (-2)}{4} = \frac{8}{4} = +2 \frac{m}{s}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا سرعت دو متحرک را می‌یابیم. دقت کنید، چون نمودار مکان - زمان هر دو متحرک به صورت خط راست می‌باشد، سرعت آن‌ها ثابت و برابر شیب هر یک از خط‌ها است.

$$v_A = \frac{\Delta x_A}{\Delta t_A} \xrightarrow{\Delta x_A = 0 - (-30) = 30m, \Delta t_A = 3 - 0 = 3s} v_A = \frac{30}{3} = 10 \frac{m}{s}$$

$$v_B = \frac{\Delta x_B}{\Delta t_B} \xrightarrow{\Delta x_B = -20 - (-10) = -10m, \Delta t_B = 4 - 0 = 4s} v_B = -\frac{10}{4} = -2.5 \frac{m}{s}$$

اکنون معادله مکان - زمان دو متحرک را می‌نویسیم:

$$x = vt + x_0 \begin{cases} \xrightarrow{x_{0A} = -30m, v_A = 10 \frac{m}{s}} x_A = 10t - 30 \\ \xrightarrow{x_{0B} = -10m, v_B = -2.5 \frac{m}{s}} x_B = -2.5t - 10 \end{cases}$$

در این مرحله، لحظه‌ای را که دو متحرک از کنار یکدیگر عبور می‌کنند، می‌یابیم. چون در این لحظه مکان آن‌ها یکسان است.

$$x_A = x_B \Rightarrow 10t - 30 = -2.5t - 10 \Rightarrow 12.5t = 20 \Rightarrow t = \frac{4}{3}s \quad \text{داریم:}$$

در آخر، مکان لحظه‌ی $t = \frac{4}{3}s$ را که دو متحرک از کنار هم می‌گذرند، پیدا می‌کنیم:

$$x_A = 10t - 30 \xrightarrow{t = \frac{4}{3}s} x_A = 10 \times \frac{4}{3} - 30 = -\frac{50}{3}m$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا باید معادله‌ی حرکت دو متحرک A و B را به دست بیاوریم. هر دو متحرک با سرعت ثابت حرکت می‌کنند، بنابراین از معادله‌ی مکان - زمان در حرکت با سرعت ثابت استفاده می‌کنیم و می‌دانیم شیب نمودار مکان - زمان برابر سرعت حرکت متحرک است، پس ابتدا سرعت جسم A را حساب می‌کنیم:

$$v_A = \text{شیب نمودار} = \frac{0 - 10}{5 - 0} = -2 \frac{m}{s}$$

با توجه به این که دو نمودار برهم عمودند، شیب و سرعت نمودار B از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$$v_A \times v_B = -1 \Rightarrow -2 \times v_B = -1 \Rightarrow v_B = \frac{1}{2} \text{ ms}$$

بنابراین معادله‌ی مکان - زمان برای دو متحرک برابر است با:

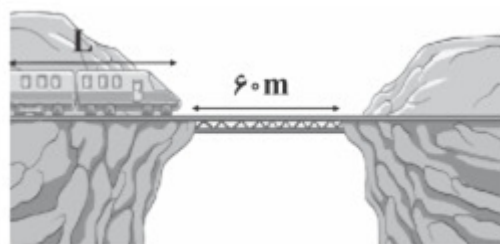
$$x_A = v_A t + x_{A_0} = -2t + 10$$

$$x_B = v_B t + x_{B_0} = \frac{1}{2}t + 0$$

با مساوی قرار دادن معادلات مکان - زمان دو متحرک، لحظه‌ی رسیدن دو متحرک به هم به دست می‌آید:

$$-2t + 10 = \frac{1}{2}t \Rightarrow \frac{5}{2}t = 10 \Rightarrow t = 4s$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. برای عبور قطار به طور کامل از روی پل باید انتهای قطار از انتهای پل عبور کند، پس جابه‌جایی کل برابر می‌شود با $L + 60$ که طبق رابطه‌ی سرعت ثابت می‌توان نوشت:



$$\Delta x = v \Delta t_1 \Rightarrow 60 + L = 15v(1)$$

توجه داشته باشید همچنین برای عبور از کنار شخص ساکن (ناظر ساکن) باید انتهای قطار به شخص برسد. برای این مرحله نیز از رابطه‌ی سرعت ثابت کمک می‌گیریم:

$$\Delta x = v \Delta t_2 \Rightarrow L = 3v(2)$$

$$60 + 3v = 15v \Rightarrow 12v = 60 \Rightarrow v = 5 \frac{m}{s}$$

با توجه به روابط (۱) و (۲) خواهیم داشت:

$$L = 3v = 3 \times 5 = 15m$$

با استفاده از رابطه‌ی (۲) می‌توان طول قطار را به دست آورد:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

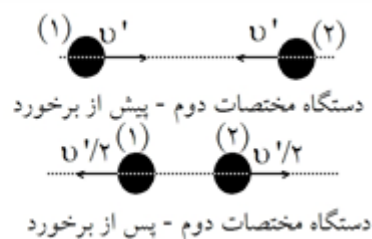
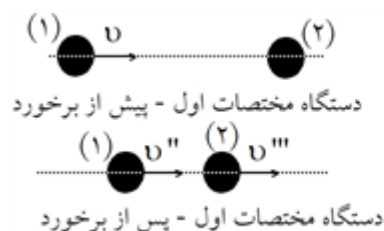


$$BM = V_2 \times t = 4Vt$$

مدت زمان حرکت متحرک ۱ از M تا B

$$t_2 = \frac{M_B}{V_2} = \frac{4Vt}{V_1} = \frac{4Vt}{V} = 4t$$

$$B \text{ تا } A \text{ کل زمان} = t_{AM} + t_{MB} = t_1 + t_2 = t + 4t = 5t$$



می‌دانیم اگر سرعت ذره در یک دستگاه مختصات (مثلاً دستگاه مختصات اول) v باشد و دستگاه مختصات دیگری (مختصات دوم) با سرعت V نسبت به دستگاه مختصات اول حرکت کند، در این صورت سرعت ذره نسبت به دستگاه مختصات دوم $v' = v - V$ خواهد بود. پس برای ذره‌ی اول پیش از برخورد خواهیم داشت: رابطه‌ی (۱) $v = v' + V$

برای ذره‌ی دوم پیش از برخورد: رابطه‌ی (۲) $0 = -v' + V \rightarrow V = v'$

و از حذف v' در روابط (۱) و (۲) به دست می‌آید: رابطه‌ی (۳) $v = 2V \rightarrow V = \frac{v}{2}$

$$(۲, ۳) \rightarrow v' = \frac{v}{2}$$

برای ذره‌ی اول پس از برخورد، می‌توان نوشت: $v'' = \frac{-v'}{2} + V = \frac{-v}{4} + \frac{v}{2} \rightarrow v'' = \frac{v}{4}$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. شکل زیر مسیر حرکت متحرک روی خط راست را نشان می‌دهد، جابه‌جایی‌های $\frac{1}{4}$ میسر، $\frac{1}{4}$ مسیر و $\frac{1}{8}$ مسیر و ... نیز روی آن مشخص شده است.

متحرک فاصله‌ی $\frac{d}{4}$ را با سرعت V و در نتیجه در زمان

$$t_1 = \frac{\frac{d}{4}}{V} = \frac{d}{4V} \quad \text{فاصله‌ی } \frac{d}{4} \text{ را با سرعت } \frac{V}{4} \text{ و در نتیجه}$$

$$\text{در زمان } t_2 = \frac{\frac{d}{8}}{\frac{V}{4}} = \frac{d}{2V}$$

تقسیم بر مدت زمان کل طی آن جابه‌جایی است. با توجه به شکل کل جابه‌جایی متحرک برابر d است و کل زمان حرکت متحرک را برابر T فرض می‌کنیم و مقدار T برابر است با مجموع $t_1, t_2, t_3, \dots$ با توجه به محاسبات انجام شده متحرک تمامی این

فاصله‌ها را در مدت زمان‌های یکسان و برابر $\frac{d}{4V}$ پیموده است و از طرفی چون هر بار باقی مانده‌ی مسیر نصف می‌شود، همواره یک

نیم مسیر برای پیمودن وجود دارد، یعنی تعداد نیمه‌های مسیر و مراحل حرکت این متحرک بی‌نهایت است. پس تعداد زمان‌های $\frac{d}{2V}$ نیز بی‌نهایت خواهد بود. بنابراین داریم:

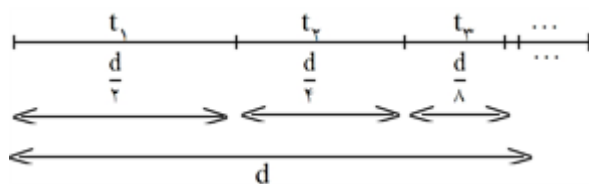
$$(یک تصاعد هندسی دارای حد مجموع) \quad \frac{d}{4} + \frac{d}{4} + \frac{d}{8} + \dots = d \quad \text{کل جابه‌جایی متحرک}$$

$$\text{کل زمان حرکت} \quad t_1 + t_2 + t_3 + \dots = T \rightarrow T = \frac{d}{2V} + \frac{d}{2V} + \frac{d}{2V} + \dots$$

$$\text{سرعت متوسط حرکت: } \bar{V} = \frac{d}{T} = \frac{d}{\frac{d}{2V} + \frac{d}{2V} + \frac{d}{2V} + \dots} = \frac{2V}{1 + 1 + 1 + \dots}$$

$$\text{سرعت متوسط حرکت: } \bar{V} = \frac{d}{T} = \frac{d}{\frac{d}{2V} + \frac{d}{2V} + \frac{d}{2V} + \dots} = \frac{2V}{\underbrace{1 + 1 + 1 + \dots}_n}$$

چون تعداد مراحل حرکت و بازه‌های زمانی $\frac{d}{2V}$ (یعنی مقدار n) بی‌نهایت است، این متحرک در زمان بی‌نهایت تمام طول مسیر را می‌پیماید و این سبب می‌شود که تعداد جملات مخرج بی‌نهایت شود و در نتیجه سرعت متوسط آن صفر خواهد شد.



گزینه ۲ پاسخ صحیح است. شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان برابر سرعت لحظه‌ای است. با استفاده از رابطه‌ی سرعت لحظه‌ای که در این جا برابر شیب خط مماس بر نمودار در لحظه‌ی $t = 20s$ است، مکان متحرک در لحظه‌ی $t = 20s$ را به دست می‌آوریم:

$$v_{t=20s} = \frac{x_{t=20s} - 0}{20 - 15} \quad v_{t=20s} = 2/5 \frac{m}{s} \rightarrow x_{t=20s} = 12m$$

اکنون تندی متوسط متحرک را در $20s$ اول حرکت به دست می‌آوریم:

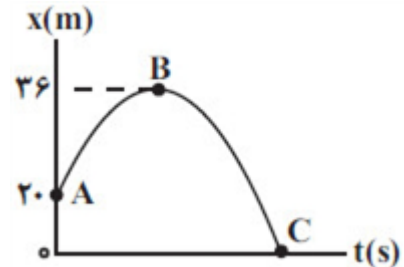
$$S_{av} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{5 - (-3) + 12 - (-3)}{20} = 1/15 \frac{m}{s}$$

$$t = 2s \Rightarrow x_1 = -4 + 12 - 8 = 0$$

$$t = 3s \Rightarrow x_2 = -9 + 18 - 8 = 1m$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{1 - 0}{3 - 2} = 1 \frac{m}{s}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل زیر و با توجه به اینکه شتاب ثابت است، یک بار رابطه سرعت - مکان برای دو نقطه A و B و بار دیگر برای دو نقطه B و C می‌نویسیم و رابطه‌ای بین v_C و v_A به دست می‌آوریم. دقت کنید، چون شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان در نقطه B که معرف سرعت متحرک است، برابر صفر می‌باشد، سرعت متحرک در این رابطه صفر خواهد بود.



$$v_B^2 = v_A^2 + 2a(x_B - x_A) \xrightarrow{x_B=3.6m, v_B=0, x_A=2.0m}$$

$$0 = v_A^2 + 2a \times (3.6 - 2.0) \Rightarrow v_A^2 = -2a \times 1.6 \quad (1)$$

$$v_C^2 = v_B^2 + 2a(x_C - x_B) \xrightarrow{x_C=0} v_C^2 = 0 + 2a(0 - 3.6) \Rightarrow v_C^2 = -2a \times 3.6 \quad (2)$$

از تقسیم رابطه‌های ۱ و ۲ بر یکدیگر داریم:

$$\frac{v_A^2}{v_C^2} = \frac{-2a \times 1.6}{-2a \times 3.6} \Rightarrow \frac{v_A^2}{v_C^2} = \frac{1.6}{3.6} \Rightarrow \frac{|v_A|}{|v_C|} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3} \Rightarrow |v_A| = \frac{2}{3}|v_C|$$

از طرف دیگر، تندی اولیه $v_A = v_0$ و تندی عبور از مبدأ مکان v_C است و اختلاف اندازه آنها برابر $5 \frac{m}{s}$ است. بنابراین داریم:

$$|v_C| - |v_A| = 5 \xrightarrow{|v_A| = \frac{2}{3}|v_C|} |v_C| - \frac{2}{3}|v_C| = 5 \Rightarrow \frac{|v_C|}{3} = 5 \Rightarrow |v_C| = 15 \frac{m}{s}$$

$$\xrightarrow{v_C < 0} v_C = -15 \frac{m}{s}$$

$$|v_A| = \frac{2}{3} \times 15 = 10 \frac{m}{s}$$

در آخر، چون شتاب ثابت است، اندازه سرعت متوسط برابر است با:

$$v_{av} = \frac{v_A + v_C}{2} = \frac{10 + (-15)}{2} = -2.5 \frac{m}{s} \Rightarrow |v_{av}| = 2.5 \frac{m}{s}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا معادله مکان - زمان دو متحرک را می‌یابیم. توجه کنید که حرکت متحرک A با سرعت ثابت و حرکت متحرک B با شتاب ثابت است: (زیرا نمودار سرعت - زمان B به صورت خط راست شیبدار و نمودار A به صورت خط افقی است).

$$\begin{cases} a_B = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20 - (-20)}{5} = 8 \frac{m}{s^2} \\ v_{B,0} = -20 \frac{m}{s} \end{cases} \Rightarrow x_B = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \Rightarrow x_B = 4t^2 - 20t$$

$$\begin{cases} x_{B,0} = 0 \\ v_A = 20 \frac{m}{s} \\ x_{A,0} = 0 \end{cases} \Rightarrow x_A = vt + x_0 \Rightarrow x_A = 20t$$

در لحظه‌ای که دو متحرک به هم می‌رسند، $x_A = x_B$ است:

$$x_A = x_B \Rightarrow 20t = 4t^2 - 20t \Rightarrow 40t = 4t^2 \Rightarrow t = 10s$$

توجه کنید چون متحرک B تغییر جهت داده است، مسافت طی شده با اندازه جابه‌جایی برابر نیست، بنابراین اندازه جابه‌جایی آن را تا لحظه تغییر جهت و پس از آن محاسبه می‌کنیم. ابتدا لحظه تغییر جهت حرکت را به دست می‌آوریم:

$$v_B = at + v_0 = 8t - 20 \xrightarrow{v=0} 8t - 20 = 0 \Rightarrow t = 2/5s$$

$$0 \leq t \leq 2/5s \Rightarrow \Delta x_1 = \frac{1}{2}at^2 + v_0t = \frac{1}{2} \times 8 \times (2/5)^2 - 20 \times 2/5 = -25m$$

$$2/5s < t \leq 10s \Rightarrow \Delta x_2 = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \times 8 \times (10 - 2/5)^2 = 225m$$

توجه کنید که سرعت اولیه بازه $2/5s$ تا $10s$ برابر صفر است. (چون سرعت در لحظه $2/5s$ برابر صفر است.) بنابراین مسافت

$$L = |\Delta x_1| + |\Delta x_2| = 250m \quad \text{طی شده برابر است با:}$$

$$s_{av} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{250}{10} = 25 \frac{m}{s}$$

گام اول ← مساحت زیر نمودار $a - t$ معرّف تغییرات سرعت است و با توجه به این نکته نمودار $v - t$ را رسم می‌کنیم.

$$\Delta v = v - v_0 = 4 \times 5 = +20 \text{ ms} \Rightarrow \Delta v = v - v_0$$

$$\Rightarrow v_{\text{نهایی}} = 14 \frac{m}{s}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow -2 = \frac{0 - 14}{t' - 8} \Rightarrow t' = 15s$$

$$\frac{t}{6} = \frac{5 - t}{14} \Rightarrow t = 1/5s$$

از تشابه مثلث‌ها هم t محاسبه می‌شود:

در گام دوم جابه‌جا و مسافت را حساب می‌کنیم:

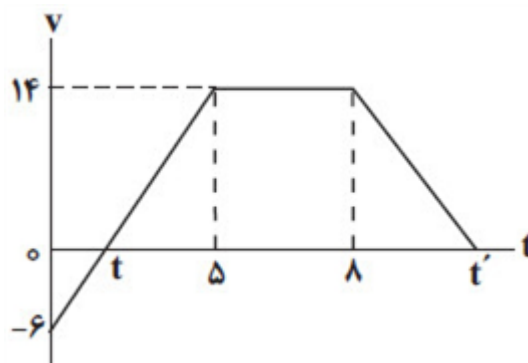
$$\left. \begin{aligned} \Delta x &= +S_{\text{نوزنقه}} - S_{\text{مثلث}} = 111m \\ l &= +S_{\text{نوزنقه}} + S_{\text{مثلث}} = 120m \end{aligned} \right\} \Rightarrow l - \Delta x = 120 - 111 = 9m$$

مورد پ درست است.

گام سوم ← طبق نمودار متحرک فقط یکبار در $t = 1/5s$ تغییر جهت می‌دهد و مورد ب غلط است.

گام چهارم ← متحرک در بازه $t = 0$ تا $t = 1/5s$ به صورت کندشونده و در خلاف محور x حرکت می‌کند و مورد ت درست است.

گام پنجم ← بردارهای سرعت و مکان در $1/5$ ثانیه اول هم جهت و خلاف جهت محور x هستند و مورد الف غلط است.



گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا شتاب حرکت را پیدا کرده و به کمک آن زمان را به دست می‌آوریم:

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow \underbrace{v^2 - v_0^2}_3 = 2a \times 3 \Rightarrow a = \frac{1}{3} \frac{m}{s^2}$$

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \Rightarrow 13 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3}t^2 + (1 \times t) + 10 \Rightarrow \frac{1}{6}t^2 + t - 3 = 0$$

$$\Rightarrow \frac{1}{6}(t - 2)(t + 6) = 0 \Rightarrow \begin{cases} t = 2s \\ t = -6s \text{ غیر قابل قبول} \end{cases}$$

۶۳

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. اگر لحظه‌ای که فاصله‌ی دو خودرو از هم ۴۵ متر است را مبدأ زمانی در نظر بگیریم، خودروی B پس از ۲ ثانیه متوقف می‌شود. در این مدت جابه‌جایی دو خودرو به صورت زیر است:

$$\Delta x_A = \frac{1}{2} a_A t^2 + V_{A0} t = \frac{1}{2} (-2)(2^2) + 16 \times 2 = 28 \text{ m}$$

$$\Delta x_B = \frac{1}{2} a_B t^2 + V_{B0} t = \frac{1}{2} (+4)(2^2) - 8 \times 2 = -8 \text{ m}$$

فاصله‌ی دو خودرو در لحظه‌ی توقف خودروی B ($t = 2 \text{ s}$) برابر خواهد بود با:

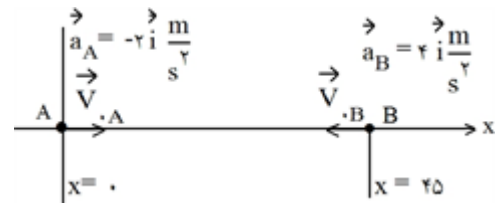
$$d = 45 - (|\Delta x_A| + |\Delta x_B|) = 45 - (28 + 8) = 9 \text{ m}$$

از این لحظه به بعد خودروی B متوقف است و خودروی A با سرعت اولیه‌ی V_A' و شتاب ثابت a_A به خودروی B نزدیک می‌شود. اگر مدت زمان T طول بکشد تا از لحظه‌ی $t = 2 \text{ s}$ خودروی A به خودروی B برخورد کند، خواهیم داشت:

$$V_A' = V_{A0} + a_A t = 16 + (-2) \times 2 = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$d = \frac{1}{2} a_A T^2 + V_A' T \rightarrow 9 = -T^2 + 12T \rightarrow T^2 - 12T + 9 = 0 \rightarrow T = 0.75 \text{ s}$$

زمان برخورد برابر $2 + T = 2.75 \text{ s}$ می‌باشد. و همان‌طور که بررسی شد سرعت خودروی B در این لحظه صفر است.



۶۴

$$V_{20}^2 - V_{10}^2 = 2ax \Rightarrow 10^2 - 8^2 = 2 \times 2 / 25 x \Rightarrow x = 8$$

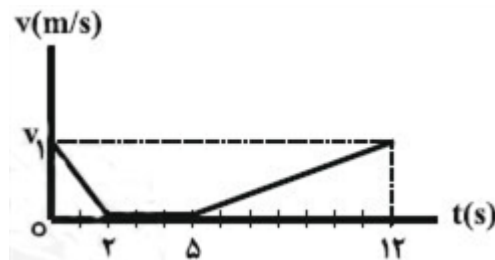
گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$x' = x + 4 = 8 + 4 = 12 \text{ m}$$

۶۵

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به نمودار زیر، چون سرعت متحرک همواره نامنفی بوده، بیشترین فاصله آن از مبدأ حرکت برابر با جابه‌جایی آن است. جابه‌جایی نیز برابر با مساحت زیر منحنی سرعت - زمان است. پس:

$$\begin{aligned} d_{\max} &= \Delta x_{(0 \text{ تا } 12 \text{ s})} = \Delta x_{(0 \text{ تا } 2 \text{ s})} + \Delta x_{(2 \text{ تا } 12 \text{ s})} \\ \Rightarrow 63 &= \left(\frac{1}{2} \times v_1 \times 2 \right) + 0 + \left(\frac{1}{2} \times v_1 \times 10 \right) \\ \Rightarrow v_1 &= \frac{63}{4/5} = 14 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{aligned}$$



حال می‌توان مسافت طی شده در مرحله‌ی تندشونده (یعنی از لحظه ۵s تا ۱۲s) را با محاسبه مساحت زیر نمودار به دست

$$d_{(5 \text{ تا } 12 \text{ s})} = \frac{1}{2} \times 14 \times 7 = 49 \text{ m}$$

آورد:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با استفاده از معادله سرعت - جابه‌جایی در حرکت با شتاب ثابت در مسیری مستقیم،

$$V_2^2 - V_1^2 = 2a\Delta x \Rightarrow \frac{V_2^2 - V_1^2}{V_2^2 - V_1^2} = \frac{\Delta x_2}{\Delta x_1} \Rightarrow \frac{V_2^2 - 0}{6^2 - 0} = \frac{135}{15} \Rightarrow V_2 = 18 \frac{m}{s}$$

داریم:

برای محاسبه زمانی که سرعت متحرک به $V_1 = 6 \frac{m}{s}$ و $V_2 = 18 \frac{m}{s}$ می‌رسد، داریم:

$$\frac{V + V_1}{2} = \frac{\Delta x}{t} \Rightarrow \begin{cases} \frac{6+0}{2} = \frac{15}{t_1} \Rightarrow t_1 = 5s \\ \frac{18+0}{2} = \frac{135}{t_2} \Rightarrow t_2 = 15s \end{cases}$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 15 - 5 = 10s$$

بنابراین بازه زمانی موردنظر برابر است با:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در حالت اول:

$$K \propto mv^2 \Rightarrow \frac{1}{2} \propto 2 \times v^2 \Rightarrow v^2 \propto \frac{1}{2} \Rightarrow v \propto \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow v_{\text{پدر}} = \frac{1}{\sqrt{2}} v_{\text{پسر}}$$

در حالت دوم:

$$K \propto mv^2 \Rightarrow 1 \propto 2 \times \left(\frac{\frac{1}{\sqrt{2}} v_{\text{پسر}} + 2}{v_{\text{پسر}}} \right)^2 \Rightarrow \left(\frac{\frac{1}{\sqrt{2}} v_{\text{پسر}} + 2}{v_{\text{پسر}}} \right)^2 = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{\frac{1}{\sqrt{2}} v_{\text{پسر}} + 2}{v_{\text{پسر}}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\Rightarrow v_{\text{پسر}} = \frac{\sqrt{2}}{2} v_{\text{پسر}} + 2\sqrt{2} \Rightarrow v_{\text{پسر}} \left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2} \right) = 2\sqrt{2} \Rightarrow v_{\text{پسر}} = \frac{2\sqrt{2}}{1 - \frac{\sqrt{2}}{2}}$$

$$v_{\text{پدر}} = \frac{1}{\sqrt{2}} v_{\text{پسر}} = \frac{\sqrt{2}}{1 - \frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{\sqrt{2}}{\frac{2-\sqrt{2}}{2}} = \frac{2\sqrt{2}}{2-\sqrt{2}} \times \frac{2+\sqrt{2}}{2+\sqrt{2}} = \frac{4\sqrt{2}+4}{2} = 2\sqrt{2} + 2$$

$$m = 400g = \frac{4}{10} \text{kg}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. طبق نمودار می‌توان گفت که:

$$\Delta v = 36 \frac{\text{km}}{h} \times \frac{1000m}{1 \text{ km}} \times \frac{1h}{3600s} = 10 \frac{m}{s} \Rightarrow v_2 = v_1 + 10$$

$$\Delta K = 800 \text{ dJ} \times \frac{10^{-1} J}{1 \text{ dJ}} = 80 J$$

$$\Delta K = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2) \Rightarrow 80 = \frac{1}{2} \times \frac{4}{10} \left((v_1 + 10)^2 - v_1^2 \right)$$

$$\Rightarrow 400 = v_1^2 + 20v_1 + 100 - v_1^2 \Rightarrow 300 = 20v_1 \Rightarrow v_1 = 15 \frac{m}{s}$$

$$K_1 = \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} \times \frac{4}{10} \times 15^2 = \frac{2}{10} \times 225 = 45 J$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. می‌دانیم کار کل با مجموع جبری کار تک تک نیروهای وارد بر جسم برابر است.

$$W_t = W_F + W_{F_N} + W_{f_K} \xrightarrow{W_t = F_t \times d \quad F_t = ma} W_F + W_{F_N} + W_{f_K} = mad$$

$$W_{F_N} = F_N \times d \times \cos 90^\circ = 0$$

ابتدا کار نیروی عمودی سطح و کار نیروی $\vec{F}$ را می‌یابیم:

زاویه بین نیروی $\vec{F}$ و بردار جابه‌جایی برابر 37° است پس:

$$W_F = Fd \cos 37^\circ = 40 \times 2 \times 0.8 = 64 J$$

در نهایت با جایگذاری داریم $(m = 0.5 \text{ kg})$:

$$64 + 0 + W_{f_K} = 0.5 \times 3 \times 2 \Rightarrow 64 + W_{f_K} = 3 \Rightarrow W_{f_K} = -61 J$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. چون سرعت ثابت است، اندازه نیروی کابل آسانسور در هر دو حالت مساوی بوده و $F = mg$ است.

$$F = 480 \times 10 = 4800 N$$

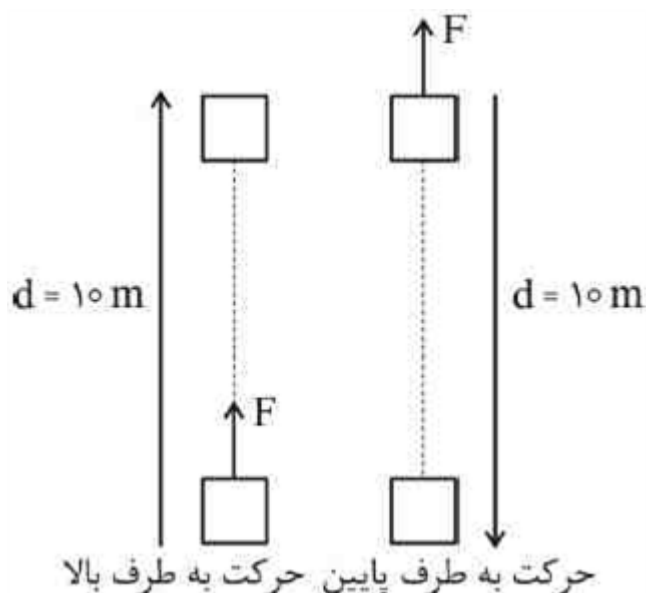
در حرکت رو به بالا زاویه جابه‌جایی و نیروی کابل صفر است.

$$\uparrow W = Fd \cos(0) = 4800 \times 10 \times (-1)$$

$$48000 J$$

در حرکت رو به پایین زاویه جابه‌جایی و نیروی کابل π است.

$$\downarrow W = Fd \cos \pi = 4800 \times 10 \times 1 = -48000 J$$



گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با استفاده از معادله پیوستگی، تندی آب در قسمت ۲ لوله را به دست می‌آوریم:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \Rightarrow \frac{\pi d_1^2}{4} v_1 = \pi \frac{d_2^2}{4} v_2 \xrightarrow[d_1 = 1/5 d_2]{v_1 = 4 \frac{m}{s}} (1/5 d_2) \times 4 = d_2^2 v_2$$

$$\Rightarrow 2/25 d_2^2 \times 4 = d_2^2 \times v_2 \Rightarrow v_2 = 9 \frac{m}{s}$$

اکنون با توجه به چگالی آب، جرم آب عبور کرده از لوله را حساب می‌کنیم:

$$m = \rho V \xrightarrow[\rho = 1 \frac{g}{cm^3}]{V = 4L = 4000 cm^3} m = 1 \times 4000 = 4000 g = 4 kg$$

کار کل انجام شده، به کمک قضیه کار - انرژی جنبشی به دست می‌آید:

$$W_t = K_2 - K_1 = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} m \times \left(v_2^2 - v_1^2 \right) \xrightarrow[v_1 = 4 \frac{m}{s}, v_2 = 9 \frac{m}{s}]{m = 4 kg}$$

$$W_t = \frac{1}{2} \times 4 (9^2 - 4^2) = 2 \times (81 - 16) = 130 J$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. هر دو قایق از حال سکون شروع به حرکت کردند پس سرعت اولیه آن‌ها صفر بوده ($v_1 = 0$)

مطابق قضیه کار - انرژی جنبشی، کار انجام شده روی یک جسم برابر با تغییرات انرژی جنبشی آن است:

$$W_t = \Delta K = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2)$$

کل کار انجام شده روی قایق‌ها برابر است با:

$$(1) \text{ قایق } W_1 = F_1 d \Rightarrow W_1 = 20 \times 10 = 200 J$$

$$(2) \text{ قایق } W_2 = F_2 d \Rightarrow W_2 = 20 \times 10 = 200 J$$

حال طبق قضیه کار - انرژی جنبشی داریم:

$$W_1 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 \xrightarrow[W_1 = 200 J, m_1 = 49 kg]{v_1 = \frac{2 W_1}{m_1} = \frac{2 \times 200}{49} \Rightarrow v_1 = \frac{20}{7} \frac{m}{s}}$$

$$W_2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \xrightarrow[W_2 = 200 J, m_2 = 64 kg]{v_2 = \frac{2 W_2}{m_2} = \frac{2 \times 200}{64} \Rightarrow v_2 = \frac{20}{8} \frac{m}{s}}$$

حال می‌توانیم زمان رسیدن هم قایق را به خط پایان محاسبه کنیم:

$$v = \frac{x}{t} \begin{cases} t_1 = \frac{x}{v_1} \xrightarrow{x = 10 m} t_1 = \frac{10}{\frac{20}{7}} = \frac{7}{2} s \\ t_2 = \frac{x}{v_2} \xrightarrow{x = 10 m} t_2 = \frac{10}{\frac{20}{8}} = 4 s \end{cases}$$

اکنون می‌توانیم اختلاف زمان رسیدن دو قایق به یکدیگر را محاسبه کنیم:

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 4 - \frac{7}{2} = \frac{1}{2} s$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ۷۳

$$W_{\text{مقاوم}} = -\frac{1}{\gamma} \Delta U = \frac{1}{\delta} W_{\text{mg}}$$

از قضیه کار و انرژی جنبشی استفاده می‌کنیم:

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{\text{mg}} + W_{\text{موتور}} + W_{\text{مقاوم}} = \frac{1}{\gamma} m (v^2 - v_1^2), v_1 = \frac{W_{\text{mg}} = -\Delta U}{W_{\text{mg}} < 0, \Delta U > 0}$$

$$-mgh + W_{\text{موتور}} - \frac{1}{\delta} mgh = \frac{1}{\gamma} mv^2 \Rightarrow W_{\text{موتور}} = \frac{1}{\gamma} mv^2 + \frac{\epsilon}{\delta} mgh$$

$$\Rightarrow W_{\text{موتور}} = 50000 \left(\frac{1}{\gamma} \times (100)^2 + \frac{\epsilon}{\delta} \times 10 \times 1000 \right) \Rightarrow W_{\text{موتور}} = 8/5 \times 10^6 J$$

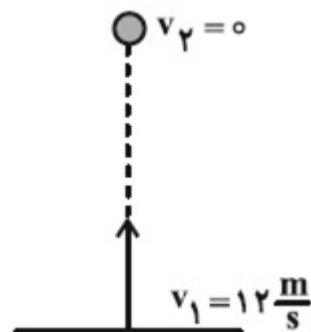
$$\Rightarrow W_{\text{موتور}} = 8/5 \times 10^6 MJ = 850 MJ$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا انرژی جنبشی گلوله در حالت اول را بر حسب m به دست می‌آوریم: ۷۴

$$K_1 = \frac{1}{\gamma} mv_1^2, v_1 = 12 \frac{m}{s} \rightarrow K_1 = \frac{1}{\gamma} m \times 12^2 = 72m$$

در نقطه اوج نیز تندی گلوله به صفر رسیده و انرژی جنبشی آن نیز صفر می‌شود. $K_2 = 0$

تا رسیدن به نقطه اوج، دو نیروی وزن و مقاومت هوا، روی این گلوله کار انجام می‌دهند. با استفاده از قضیه کار - انرژی جنبشی می‌توان نوشت:



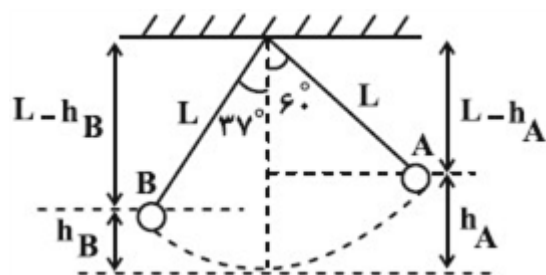
$$K_2 - K_1 = W_t \xrightarrow{K_2=0} 0 - K_1 = W_{\text{mg}} + W_{f_D}$$

$$\Rightarrow -K_1 = -mgh - f_D h \xrightarrow{f_D = 0.1 mg}$$

$$-K_1 = -mgh - 0.1 mgh \xrightarrow{K_1 = 72m} -72m = -1.1 mgh$$

$$g = 10 \frac{N}{kg} \rightarrow 72 = 1.1 \times 10 \times h \Rightarrow h = \frac{72}{11} = 6.54 m$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. مطابق با شکل زیر داریم: ۷۵



$$\cos 60^\circ = \frac{L - h_A}{L} \Rightarrow h_A = L(1 - \cos 60^\circ)$$

$$\Rightarrow h_A = 3(1 - 0.5) = 1.5m$$

$$\cos 37^\circ = \frac{L - h_B}{L} \Rightarrow h_B = L(1 - \cos 37^\circ)$$

$$\Rightarrow h_B = 3(1 - 0.8) = 0.6m$$

$$\Delta h = h_B - h_A = 0.6 - 1.5 = -0.9m$$

در یک جابه‌جایی معین، کار نیروی وزن، برابر با منفی تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی در آن جابه‌جایی است. پس:

$$W_{\text{mg}} = -\Delta U = -(U_B - U_A) = -(mgh_B - mgh_A) = -mg \Delta h \xrightarrow{m = 0.8 kg, g = 10 \frac{N}{kg}, \Delta h = -0.9 m}$$

$$W_{\text{mg}} = -(0.8)(10)(-0.9) = 7.2 J$$

۷۶

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. فرمول شیمیایی منیزیم نیتريد، باریم هیدروکسید و روی فسفات درست است. سدیم گروه ۱ $\Leftarrow$ یون $+1$ تشکیل می‌دهد و فرمول سدیم نیترات NaNO_3 است. مس II سولفید CuS . کبالت III سولفات، عنصر O در نماد شیمیایی کبالت باید به صورت کوچک نوشته می‌شد: $\text{Co}_2(\text{SO}_4)_3$

۷۷

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. عبارت اول: نادرست. جرم کل مواد حل شده در آب‌های کره زمین تقریباً ثابت است پس باید به مقدار وارد شده از مواد گوناگون، همین مقدار ماده نیز از آب دریاها و اقیانوس‌ها خارج شوند. عبارت دوم: نادرست. اجزای سازنده ۴ بخش کره از لحاظ شکل فیزیکی و نوع اجزای سازنده با هم فرق دارند، مثلاً آب کره از مولکول‌های کوچک آب و یون‌ها و ... و سنگ کره از مواد جامد مانند ماسه و نمک‌ها و ... تشکیل شده است. عبارت سوم: درست. زیرا یون کلرید بیشترین مقدار را در بین یون‌های موجود در آب دریا دارد. عبارت چهارم: درست. تجزیه لاشه جانوران و گیاهان و تولید ترکیبات کربن‌دار مثل CO_2 حاصل از تنفس جزء واکنش‌های شیمیایی است. عبارت پنجم: نادرست. منابع اقیانوسی $97/2$ درصد است پس $2/8\%$ منابع غیراقیانوسی است که بخش عمده آن در کوه‌های یخ است. ۳ مورد نادرست است.

۷۸

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بررسی گزینه‌های نادرست: گزینه ۱: نزدیک به ۷۵ درصد سطح زمین را آب تشکیل می‌دهد نه حجم آن. گزینه ۲: برآوردها نشان می‌دهند که 5×10^{16} تن نمک در آب اقیانوس‌ها و دریاها وجود دارد که به کیلوگرم می‌شود $5 \times 10^{19} \text{ kg}$. گزینه ۴: آب اقیانوس‌ها و دریاها مخلوطی همگن است نه ناهمگن.

۷۹

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اطلاعات صحیح هر ردیف: (۱) (۲ غلط)

الکترون مبادله شده $2 \times 3 \Rightarrow$ آهن (II) فسفات $\Rightarrow \text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$

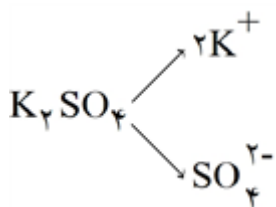
$\text{CO} \Rightarrow$ کربن مونوکسید $\Rightarrow \text{C} \equiv \text{O} :$ (۲) (۲ غلط)

$\text{NO}_3^- \Rightarrow$ نیترات $\Rightarrow \left[\begin{array}{c} \text{:O:} \\ \parallel \\ \text{:}\ddot{\text{N}}\text{:} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:} \quad \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:} \end{array} \right]^-$ (۳) (۱ غلط)

$\text{ScN} \Rightarrow$ اسکاندیم نیتريد $\Rightarrow$ الکترون مبادله شده $1 \times 3 \Rightarrow$ (۴) (بدون غلط)

۸۰

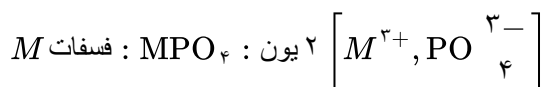
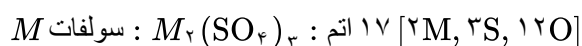
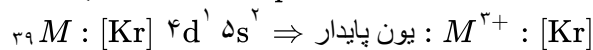
گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



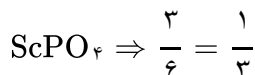
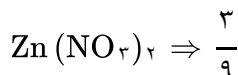
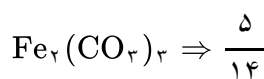
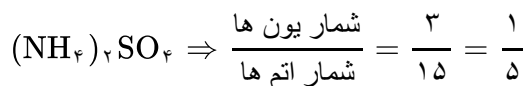
نسبت بار کاتیون به بار آنیون $\frac{1}{4}$ است.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ۸۱

$${}^{89}M \begin{cases} p + n = 89 \\ n - e = n - p = 11 \end{cases} \Rightarrow n = 50, p = 39$$

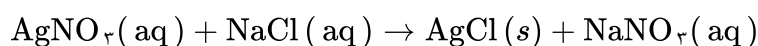


گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ۸۲



گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بررسی عبارت‌ها: ۸۳

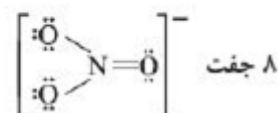
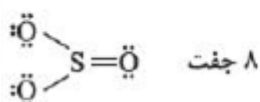
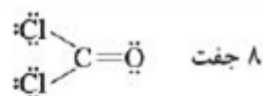
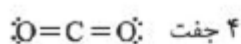
الف) مجموع ضرایب استوکیومتری آن ۴ است.



ب) هم فرآورده‌ها و هم واکنش‌دهنده‌ها ترکیب یونی هستند.

د) AgCl دارای Ag^+ و Cl^- یعنی ۲ تا یون است.

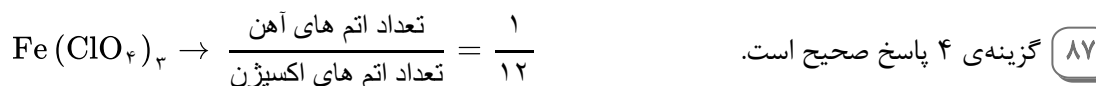
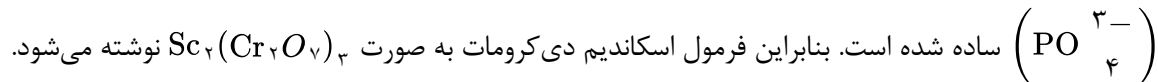
گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ۸۴



گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ۸۵

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. فرمول $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ نشان می‌دهد که بنیان دی‌کرومات $(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})$ دو ظرفیتی است. ۸۶

هم‌چنین فرمول ScPO_4 نشان می‌دهد، فلز اسکاندیم سه ظرفیتی است، به‌طوری‌که ظرفیت ۳ آن با ظرفیت ۳ بنیان فسفات

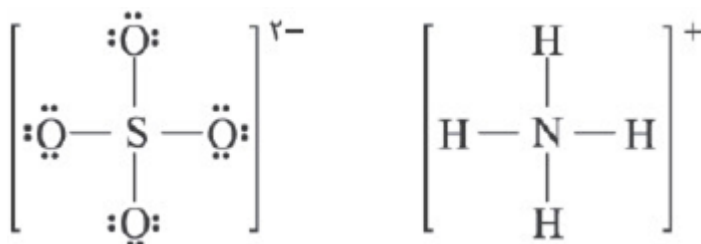


گزینه ۲ پاسخ صحیح است. آب دریاها مخلوطی از همگن از انواع یون‌ها و مولکول‌ها در آب است. ۸۸

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. بررسی عبارت‌های نادرست:

(آ) از انحلال هر مول از آن در آب، ۳ مول یون تولید می‌شود.

(پ) با توجه به فرمول شیمیایی، $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ و ساختار لوویس این یون‌ها، نسبت درست $\frac{12}{8}$ است.



(ت) در یون‌های چنداتیمی همچون سولفات، بار یون به کل یون تعلق دارد نه به یک اتم خاص.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ دارای سه یون و در AlF_3 ، $\frac{\text{شمار آنیون‌ها}}{\text{شمار کاتیون‌ها}} = \frac{3}{1} = 3$ است.

گزینه ۲: FeSO_4 ، $\text{Mg}(\text{OH})_2$ با داشتن آنیون چنداتیمی دارای پیوند یونی و کووالانسی هستند ولی Ba_3N_2 فقط دارای پیوند یونی است.

گزینه ۳: آمونیوم هیدروکسید دارای کاتیون و آنیون است و جزو ترکیبات یونی می‌باشد.



گزینه ۳ پاسخ صحیح است. زیرا این ترکیب شامل ۱۸ جفت الکترون پیوندی و ۶ جفت الکترون ناپیوندی است.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بررسی عبارت نادرست:

(ت) برای حفظ سلامت دندان‌ها، به آب آشامیدنی مقدار بسیار کمی یون فلوئورید می‌افزایند.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. تنها مورد چهارم نادرست است. بررسی موارد:

مورد اول: در اثر انحلال آمونیاک در آب، یون‌های NH_4^+ و OH^- پدید می‌آید، با افزایش $[\text{OH}^-]$ ، غلظت یون هیدرونیوم (H_3O^+) کاهش می‌یابد.

مورد دوم: NaHCO_3 ترکیبی با خاصیت بازی است.

مورد سوم: در شرایط یکسان، در محلول بازی دارای K_b بزرگ‌تر، $[\text{OH}^-]$ و در نتیجه مقدار pH بیشتر است. مورد چهارم:

$$\left. \begin{array}{l} [\text{OH}^-]_{\text{HA}} = 2[\text{OH}^-]_{\text{HB}} \\ [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{10^{-14}}{[\text{H}^+]_{\text{HA}}} = 2 \times \frac{10^{-14}}{[\text{H}^+]_{\text{HB}}} \Rightarrow [\text{H}^+]_{\text{HB}} = 2[\text{H}^+]_{\text{HA}}$$

با توجه به اینکه غلظت H^+ در محلول اسید HB بیشتر است، قطعاً محلول HB دارای pH کمتری است.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به اینکه دما ثابت است، در هر دو حالت $K_a = 5 \times 10^{-4}$ می باشد. در شرایط اولیه سؤال

$$\text{pH}_1 = 1/7$$

داریم:

$$[H^+]_1 = 10^{-\text{pH}} = 10^{-1/7} = 10^{-2} \times 10^{1/7} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$K_a = \frac{[H^+]_1^2}{M_1} \Rightarrow 5 \times 10^{-4} = \frac{(2 \times 10^{-2})^2}{M_1} \Rightarrow M_1 = \frac{4}{5} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$M_1 = \frac{n_1}{V(L)} \Rightarrow \frac{4}{5} = \frac{n_1}{5} \Rightarrow n_1 = 4 \text{ mol اسید}$$

پس از افزودن مقداری اسید به محلول و کاهش pH آن داریم:

$$[H^+]_2 = 10^{-\text{pH}} = 10^{-1/5} = 10^{-2} \times 10^{1/5} = 3 \times 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$K_a = \frac{[H^+]_2^2}{M_2} \Rightarrow 5 \times 10^{-4} = \frac{(3 \times 10^{-2})^2}{M_2} \Rightarrow M_2 = \frac{9}{5} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$M_2 = \frac{n_2}{V(L)} \Rightarrow \frac{9}{5} = \frac{n_2}{5} \Rightarrow n_2 = 9 \text{ mol اسید}$$

با توجه به اطلاعات به دست آمده مول اسید اضافه شده برابر $5 = (9 - 4)$ مول است.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

۹۵

عبارت اول: درست است - شوینده های خورنده شامل اسیدها و بازهای قوی هستند که در واکنش بین آن ها یون های هیدرونیوم با یون های هیدروکسید واکنش می دهند و آب تولید می کنند.

عبارت دوم: نادرست است - محلول غلیظ بازهای قوی مثل NaOH در واکنش با اسید چرب فرآورده ای می دهد که خودش نوعی پاک کننده است و در آب حل می شود.

عبارت سوم: درست است - pH معده در زمان استراحت برابر $3/7$ است در حالی که در شرایط عادی $1/52$ است.

$$3/7 > (2 \times 1/52 = 3/04)$$

عبارت چهارم: درست است - جوش شیرین NaHCO_3 است که محلول آن خاصیت بازی دارد و باعث افزایش قدرت پاک کنندگی شوینده می شود.

عبارت پنجم: نادرست است. شیر منیزی و سدیم هیدروژن کربنات ماده ضداسید هستند و pH معده را افزایش می دهند.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

۹۶

گزینه ۱: HA اسید ضعیف است زیرا مقدار زیادی از آن پس از یونش به شکل مولکولی مانده است پس HA می تواند هیدروفلوئیک اسید باشد. ولی HX اسید قوی است زیرا به طول کامل یونیده شده است.

گزینه ۳: HA اسید ضعیف است و pH بیشتری دارد.

گزینه ۴: تعداد مولکول های HA بیشتر از تعداد یون ها است.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۹۷

عبارت اول درست است.

عبارت دوم هم عبارتی درست است.

عبارت سوم نادرست است: برای افزایش قدرت پاک کنندگی شوینده ها به آنها سدیم هیدروژن کربنات می افزایند، نه منیزیم کلرید!

عبارت چهارم درست است.

عبارت پنجم عبارتی درست است؛ زیرا آنیون مربوط به پاک کننده های غیرصابونی دارای ۳ اتم اکسیژن و آنیون مربوط به

پاک کننده های صابونی دارای دو اتم اکسیژن است.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا باید مقدار pH محلول اسیدی را محاسبه کنیم. غلظت اولیه اسید برابر است با:

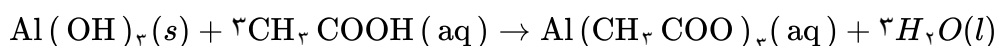
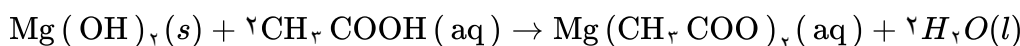
$$\frac{0.2 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0.1 \text{ mol. L}^{-1}$$

چون اسید ضعیف است و K_a آن کوچک است ($K_a < 10^{-4}$) می‌توان از عبارت H^+ در مخرج کسر K_a صرف نظر کرد:

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{M - [H^+]} \xrightarrow{\text{تقریب}} K_a = \frac{[H^+]^2}{M} \Rightarrow [H^+] = \sqrt{K_a \cdot M} \Rightarrow \sqrt{10^{-5} \times 0.1} = 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$H^+ \text{ غلظت} \Rightarrow -\text{Log} [H^+] = \text{pH} = -\text{Log} 10^{-3} = 3$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. معادله موازنه گروه واکنش ها به صورت مقابل است:



مقدار مول آب تولیدی در این ۳ دقیقه را به دست می آوریم:

$$\bar{R}_{\text{آب}} = \frac{\Delta n_{\text{مولی آب}}}{\Delta t} \Rightarrow 75 \times 10^{-3} = \frac{\Delta n \times 18}{180} = 0.75 \text{ mol تولیدی}$$

بنابراین در این مدت در مجموع ۰/۷۵ مول آب تولید شده است و طبق ضرایب استوکیومتری، ۰/۷۵ مول از استیک اسید نیز مصرف شده است. حال از روی تغییرات pH نسبت تغییرات غلظت مولی محلول اسید را محاسبه می کنیم:

$$\text{pH} = -\text{Log}[H^+] \begin{cases} \text{pH}_1 = a = -\text{Log}[H^+]_1 \\ \text{pH}_2 = a + 0.3 = -\text{Log}[H^+]_2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \text{pH}_2 - \text{pH}_1 = 0.3 = -\text{Log}[H^+]_2 + \text{Log}[H^+]_1 = \text{Log} \frac{[H^+]_1}{[H^+]_2} = 10^{0.3} = 2$$

از آنجایی که اسید ضعیف است از روی K_a نسبت تغییرات غلظت را به دست می آوریم:

$$K_a = \frac{[H^+]_1^2}{M_1} = \frac{[H^+]_2^2}{M_2} \xrightarrow{\frac{[H^+]_1}{[H^+]_2} = 2} M_1 = 4M_2$$

مقدار مول مصرفی استیک اسید در این مدت ۰/۷۵ مول بوده و غلظت آن $\frac{1}{4}$ برابر شده و از این رو می توانیم مقدار M_1 را به دست آوریم:

$$\Delta M = M_2 - M_1 = -3M_2 = \frac{0.75 \text{ mol}}{0.4 \text{ L}} \Rightarrow M_2 = \frac{5}{8} \text{ mol. L}^{-1} \Rightarrow M_1 = 4M_2 = 2.5 \text{ mol. L}^{-1}$$

حال از روی K_a ، غلظت یون $[H^+]$ و pH اولیه محلول را به دست می آوریم:

$$K_A = \frac{[H^+]_1^2}{M_1} \Rightarrow 4 \times 10^{-5} = \frac{[H^+]_1^2}{2.5} \Rightarrow [H^+]_1 = 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1} \Rightarrow \text{pH} = -\text{Log} 10^{-2} = 2$$

مقدار مول اولیه اسید برابر ۱ مول است ($2/5 \times 0.4 = 1$) که در واکنش با ضد اسید دارای منیزیم هیدروکسید و آلومینیم هیدروکسید به طور کامل خنثی شده است. اگر فرض کنیم مقدار اسیدی که در واکنش با $\text{Mg}(\text{OH})_2$ خنثی شده برابر x مول باشد، مقدار جرم $\text{Mg}(\text{OH})_2(a)$ را به دست می آوریم:

$$x \text{ mol CH}_3\text{COOH} \times \frac{1 \text{ mol Mg}(\text{OH})_2}{2 \text{ mol CH}_3\text{COOH}} \times \frac{58 \text{ g Mg}(\text{OH})_2}{1 \text{ mol Mg}(\text{OH})_2} = a \text{ g Mg}(\text{OH})_2$$

$$\Rightarrow a = (29x) \text{ g}$$

هنگامی که x مول از اسید با $\text{Mg}(\text{OH})_2$ واکنش دهنده ($1 - x$) مول از آن با $\text{Al}(\text{OH})_3$ واکنش داده است، بنابراین مقدار جرم $\text{Al}(\text{OH})_3(b)$ را محاسبه می کنیم:

$$(1 - x) \text{ mol CH}_3\text{COOH} \times \frac{1 \text{ mol Al}(\text{OH})_3}{3 \text{ mol CH}_3\text{COOH}} \times \frac{78 \text{ g Al}(\text{OH})_3}{1 \text{ mol Al}(\text{OH})_3} = b \text{ g Al}(\text{OH})_3$$

$$\Rightarrow b = (26 - 26x) \text{ g}$$

در نهایت مقدار $a + b$ را حساب می کنیم:

$$a + b = 29x + 26 - 26x = 26 + 3x \begin{cases} x = 0 \rightarrow a + b = 26 \text{ g} \\ x = 1 \rightarrow a + b = 29 \text{ g} \end{cases}$$

مقدار بیشترین و کمترین برای $a + b$ را به دست آورده ایم، از آنجایی که این مخلوط دارای هر دو ماده $\text{Mg}(\text{OH})_2$ و

$\text{Al}(\text{OH})_3$ است، مجموع جرم این دو ماده باید در بازه (۲۶ و ۲۹) قرار داشته باشد که عدد ۲۸ در این بازه قرار می گیرد، از این

رو مقدار $a + b$ می تواند برابر ۲۸ گرم باشد.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. می‌دانیم گل ادریسی در خاک‌های با pH بازی به رنگ سرخ شکوفا می‌شود، در نتیجه محلول نهایی بازی است.

شمار مول یون‌ها در محلول اسید اولیه:

$$\text{pH} = 0.7 \Rightarrow [H^+] = 10^{-0.7} = 10^{-1} \times 10^{0.7} = 0.2 \text{ mol. L}^{-1}$$

$$[H^+] = [Cl^-] = 0.2 \text{ mol. L}^{-1} \Rightarrow \text{mol } H^+ = \text{mol } Cl^- = 0.2 \times \frac{1}{4} = 0.05$$

شمار مول یون‌ها در محلول باز اولیه:

$$\text{pH} = 13.5 \Rightarrow [H^+] = 10^{-13.5} \text{ mol. L}^{-1} \xrightarrow{[H^+][OH^-]=10^{-14}}$$

$$[OH^-] = 10^{-0.5} \text{ mol. L}^{-1} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-1} \times 10^{0.5} = 0.3 \text{ mol. L}^{-1}$$

$$[OH^-] = [Na^+] = 0.3 \text{ mol. L}^{-1} \Rightarrow \text{mol } OH^- = \text{mol } Na^+ = 0.3 \times V \times 10^{-3} \text{ mol}$$

می‌دانیم که اسیدها و بازهای قوی در مخلوط شدن با همدیگر طبق واکنش $H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$ خنثی می‌شوند. محلول نهایی خاصیت بازی دارد در نتیجه $\text{mol } OH^- > \text{mol } H^+$ می‌باشد.

$$\left. \begin{aligned} \text{mol } OH^- \text{ باقی مانده} &= \left(\frac{3}{10} \times V \times 10^{-3} \right) - \frac{1}{10} \\ \text{mol } Na^+ &= \frac{3}{10} \times V \times 10^{-3} \\ \text{mol } Cl^- &= \frac{1}{10} \end{aligned} \right\}$$

$$\text{مجموع مول تمام یون‌ها} = \frac{6}{10} \times V \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{مجموع غلظت یون‌ها} = \frac{\text{مجموع مول یون‌ها}}{\text{حجم نهایی}} \Rightarrow \frac{\frac{6}{10} \times V \times 10^{-3}}{(500 + V) \times 10^{-3}} = \frac{0.6V}{500 + V} = 0.36$$

$$180 + 0.36V = 0.6V \Rightarrow 180 = 0.24V \Rightarrow V = 750 \text{ mL}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. عبارت اول درست و عبارت دوم و سوم نادرست‌اند. بررسی عبارت‌ها:

برای کاهش میزان اسیدی بودن خاک به آن آهک می‌افزایند و آهک (CaO) نوعی اکسید فلزی است. (درست)

محلول آبی سدیم کلرید حاوی یون‌هایی است که با جنبش‌های آزادانه و نامنظم در سرتاسر آن پراکنده‌اند. (نادرست)

ذرات سازنده ترکیبات مولکولی اتم‌ها هستند نه یون‌ها! ترکیب مولکولی یون سازنده ندارد، تعریف درست یونش؛ به فرایندی که در

آن یک ترکیب مولکولی در آب به یون‌های مثبت و منفی تبدیل می‌شود. (نادرست)

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. جوهر نمک و سدیم هیدروکسید پاک‌کننده‌های خورنده محسوب می‌شوند و از نظر شیمیایی فعال‌اند و نباید با پوست تماس داشته باشند. رنگ کاغذ pH در محلول‌های جوهر نمک و سدیم هیدروکسید به ترتیب قرمز و آبی می‌باشد.

$$pH = 1/5 \Rightarrow [H^+] = 10^{-1/5} = 10^{-2} \times 10^{1/5} = 3 \times 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1} = [H^+]$$

چون اسید به نسبت برابر توسط دو ماده خنثی می‌شود بنابراین هر ماده ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید معده را خنثی می‌کند.



$$\begin{aligned} ?g Al(OH)_3 &= 100 \text{ mL HCl} \times \frac{1 \text{ HCl}}{1000 \text{ mL HCl}} \times \frac{3 \times 10^{-2} \text{ mol HCl}}{1 \text{ L HCl}} \times \frac{1 \text{ mol Al(OH)}_3}{3 \text{ mol HCl}} \\ &\times \frac{78 \text{ g Al(OH)}_3}{1 \text{ mol Al(OH)}_3} = 0.78 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ?g Mg(OH)_2 &= 100 \text{ mL HCl} \times \frac{1 \text{ L HCl}}{1000 \text{ mL HCl}} \times \frac{3 \times 10^{-2} \text{ mol HCl}}{1 \text{ L HCl}} \times \frac{1 \text{ mol Mg(OH)}_2}{2 \text{ mol HCl}} \\ &\times \frac{58 \text{ g Mg(OH)}_2}{1 \text{ mol Mg(OH)}_2} = 0.87 \end{aligned}$$

$$\text{جمع جرم مواد} = 0.78 + 0.87 = 1.65 \text{ g}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بررسی موارد: ۱۰۴

مورد اول: درست؛ هر دو ساختار دارای ۵ پیوند دوگانه هستند. (در زنجیر هیدروکربنی این ساختار دو پیوند دوگانه وجود دارد، زیرا فرمول آن از $C_n H_{2n-2}$ به $C_n H_{2n+1}$ تبدیل شده است.)

مورد دوم: درست؛ در مورد پاک‌کننده‌های غیرصابونی این عبارت درست است.

مورد سوم: تمامی انواع صابون‌های جامد و مایع از ۴ نوع اتم ساخته شده‌اند در حالی که این ساختار از ۵ نوع اتم (Na و O, S, C) ساخته شده است.

مورد چهارم: نادرست؛ ساختار دارای فرمول $C_{14}H_{25}C_6H_4SO_3Na$ می‌باشد. به این ترتیب از ۵۴ اتم و ۹ جفت الکترون ناپیوندی بر روی اتم‌های اکسیژن تشکیل شده است. نسبت این دو عدد برابر ۶ است که مربوط به عدد اتمی عنصر کربن است که واکنش‌پذیرترین فلز جدول دوره‌ای نمی‌باشد. مورد پنجم: این عبارت درست است.

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ۱۰۵

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. عبارت‌های سوم و چهارم درست هستند. ۱۰۶

بررسی عبارت‌های نادرست:

شواهد بسیاری در تاریخ علوم وجود دارد که نشان می‌دهند پیش از آن که ساختار اسیدها و بازها شناخته شود، شیمی‌دان‌ها افزون بر ویژگی‌های اسیدها و بازها با برخی واکنش‌های آن‌ها نیز آشنا بودند.

در محلول فورمیک اسید، افزون بر یون‌های آب پوشیده، شمار زیادی از مولکول‌های اسید یونیده نشده نیز وجود دارند.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. زیرا، داریم: ۱۰۷

$$K_a = \frac{[H^+][X^-]}{[HX]}$$

$$1/6 \times 10^{-4} = \frac{x^2}{0.01} \quad x^2 = 16 \times 10^{-8} \Rightarrow x = 4 \times 10^{-4} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$PH = -\text{Log} [H^+] = -\text{Log} 4 \times 10^{-4} = 3.4$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به این که محلول به طور کامل خنثی شده، داریم:

$$\text{mol } H^+ (\text{HBr}) = \text{mol } OH^- (\text{محلول باقی مانده})$$

$$? \text{ mol HBr} = 81 \cdot \text{mg HBr} \times \frac{1 \text{ g HBr}}{1000 \text{ mg HBr}} \times \frac{1 \text{ mol HBr}}{81 \text{ g HBr}} = 0/01 \text{ mol HBr}$$

حجم محلول حاصل از اختلاط اسید و باز، برابر ۵۰ mL است. (۲۵ + ۲۵ = ۵۰)

$$M = \frac{\text{mol } OH^-}{V} = \frac{10^{-2}}{5 \times 10^{-2}} = 0/2 \text{ mol. L}^{-1}$$

$$\text{pOH} = -\text{Log} [OH^-] = -\text{Log} (2 \times 10^{-1}) = 0/7$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 0/7 = 13/3$$

محاسبه‌ی غلظت محلول سدیم هیدروکسید:

$$\text{mol } OH^-_{\text{نهایی}} = \text{mol } OH^-_{\text{محلول NaOH}} - \text{mol } H^+_{\text{محلول HCl}} \Rightarrow 0/01 = x - (M \times V)_{\text{HCl}}$$

$$= x - (0/2 \times 0/025) \Rightarrow x = 0/01 \times 0/005 = 0/015 \text{ mol } OH^-$$

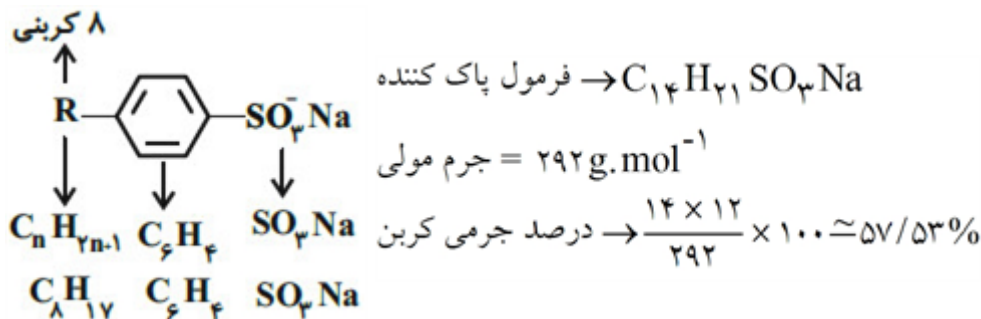
$$M_{\text{NaOH}} = \frac{\text{mol NaOH}}{V} = \frac{0/015}{0/025} = 0/6 \text{ mol. L}^{-1}$$

در هر لیتر از محلول NaOH، ۰/۶ مول از این ترکیب حل شده است.

$$? \text{ g NaOH} = 0/6 \text{ mol NaOH} \times \frac{40 \text{ g NaOH}}{1 \text{ mol NaOH}} = 24 \text{ g NaOH}$$

$$\text{غلظت} = \frac{\text{جرم NaOH}}{V} = \frac{24 \text{ g}}{1 \text{ L}} = 24 \text{ g. L}^{-1}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. پاک‌کننده‌های غیرصابونی به صورت زیر است:



گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\text{pH}_1 = 12 \rightarrow [OH^-] = 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$\text{pH}_2 = 13 \rightarrow [OH^-] = 10^{-1} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$\Delta [OH^-] = 10^{-1} - 10^{-2} = 9 \times 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$$

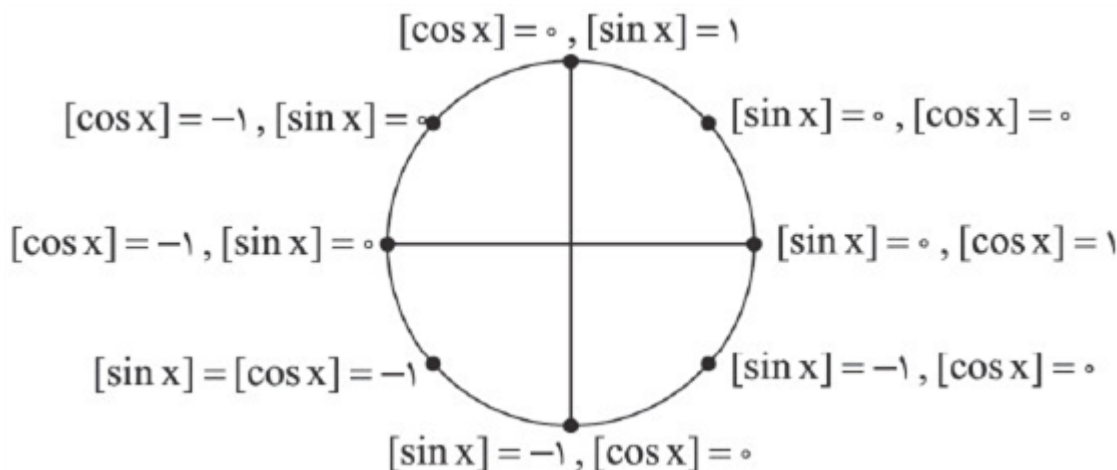
$$9 \times 10^{-2} = \frac{x(\text{mol})}{0/25} \rightarrow x = \frac{9}{4} \times 10^{-2} \text{ mol} \xrightarrow{\times 40} = 0/9 \text{ g NaOH}$$

$$(1 + \cos \alpha) \left(\sqrt{\frac{1}{\sin^2 \alpha}} + \cot \alpha \right) =$$

$$(1 + \cos \alpha) \left(\frac{1}{\sin \alpha} + \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} \right) = (1 + \cos \alpha) \left(\frac{1 + \cos \alpha}{\sin \alpha} \right)$$

$$= (1 + \cos \alpha) \frac{(1 + \cos \alpha)}{\sin \alpha} = \frac{\cos^2 \alpha + 1}{\sin \alpha} = -\frac{\sin^2 \alpha}{\sin \alpha} = -\sin \alpha$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به دایره مثلثاتی زیر داریم: ۱۱۲



$$\Rightarrow [\sin x] + [\cos x] = \begin{cases} 0 + 1 = 1 \\ 0 + 0 = 0 \\ -1 + 0 = -1 \\ -1 + (-1) = -2 \end{cases} \xrightarrow{+} -2$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ۱۱۳

$$\frac{9}{4} - \frac{5}{4} = \frac{4}{4} \Rightarrow 1 = \frac{T}{4} \Rightarrow 1 = \frac{2\pi}{4|b|} \xrightarrow{b>0} \frac{2\pi}{4b} = 1 \Rightarrow b = \frac{\pi}{2}$$

$$|a| = \frac{3}{4} \Rightarrow a = \frac{3}{4}$$

شکل در حالت استاندارد است پس $a > 0$

$$f(x) = \frac{3}{4} \cos \left(\frac{\pi}{2} x + c \right)$$

$$f\left(\frac{5}{4}\right) = -\frac{3}{4} \Rightarrow \frac{3}{4} \cos \left(\frac{\pi}{2} \left(\frac{5}{4} \right) + c \right) = \frac{-3}{4} \xrightarrow{0 < c < \pi} \frac{5\pi}{8} + c = \pi \Rightarrow c = \frac{3\pi}{8}$$

$$\frac{a \times c}{2b} = \frac{\frac{3\pi}{8} \times \frac{3}{4}}{\frac{\pi}{2} \times 2} = \frac{9}{32}$$

$$f(x) = \frac{(3x+1)(x-2)}{x-2} \Rightarrow f(x) = 3x+1, D_f = R - \{2\} \xrightarrow{x=2} y=7$$

$$\Rightarrow R_f = R - \{7\} \Rightarrow D_{f^{-1}} = R_f = R - \{7\}$$

$$R - \{7\} \text{ با دامنه } f \text{ وارون } f: y = 3x+1 \Rightarrow x = \frac{y-1}{3} \Rightarrow f^{-1}(x) = \frac{x-1}{3} \times \frac{x-7}{x-7}$$

$$\Rightarrow f^{-1}(x) = \frac{x^2 - 8x + 7}{3x - 21}$$

$$\text{با مقایسه در صورت سؤال} \begin{cases} a = -8 \\ b = 7 \\ c = -21 \end{cases}$$

$$f^{-1}(2b - a - c) = f^{-1}(14 + 8 + 21) = f^{-1}(43) = 14$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اگر تابع f روی یک مجموعه، اکیداً نزولی باشد، آنگاه برای $a < b$ الزاماً $f(a) > f(b)$ است و نیز اگر f روی یک مجموعه اکیداً صعودی باشد، آنگاه برای $a < b$ الزاماً $f(a) < f(b)$ خواهد بود، بنابراین:

$$K^2 + 3 < 2K^2 + 13 \xrightarrow{g \text{ اکیدا صعودی}} g(K^2 + 3) < g(2K^2 + 13) \xrightarrow{f \text{ اکیدا نزولی}}$$

$$f(g(K^2 + 3)) > f(g(2K^2 + 13))$$

$$(fog)(K^2 + 3) > (fog)(2K^2 + 13)$$

$$3m - 1 > 2m + 7$$

این بازه شامل ۸ عدد طبیعی ۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ نمی شود. $m > 8$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا ضابطه اول را ساده می‌کنیم. (ضابطه اول را $f_1(x)$ و ضابطه دوم را $f_2(x)$ می‌نامیم.)

$$f_1(x) = -x^3 + 3x^2 - 3x + 1 - 1 - 2a + 4 = -(x-1)^3 + 3 - 2a$$

این تابع به ازای هر مقدار از a اکیداً نزولی است. بنابراین برد تابع به ازای $x \leq 1$ برابر است با:

$$R_{f_1} = [f_1(1), +\infty) = [3 - 2a, +\infty)$$

ضابطه دوم یک سهمی است، برای آن که در بازه $x > 1$ اکیداً نزولی باشد لزوماً داریم:

$$-a < 0 \Rightarrow a > 0 \quad (1)$$

(توجه شود اگر $a = 0$ باشد، خط $y = 4x - 2$ اکیداً صعودی خواهد بود پس $a \neq 0$ باید باشد.)

$$R_{f_2} = (-\infty, f_2(1)] = (-\infty, -a + 2)$$

برد ضابطه دوم به شکل مقابل است:

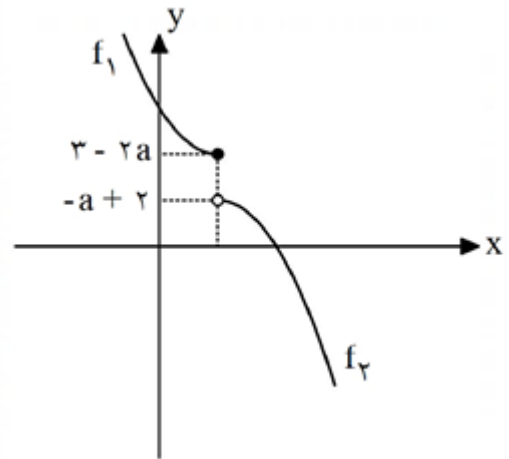
از طرفی تابع در $x = 1$ دارای پرش است و در این پرش نیز تابع $f(x)$ باید اکیداً نزولی باشد، بنابراین داریم:

$$3 - 2a \geq -a + 2 \Rightarrow a \leq 1 \quad (2)$$

$$\frac{2}{a} \leq 1 \Rightarrow a \geq 2 \text{ یا } a < 0 \quad (3)$$

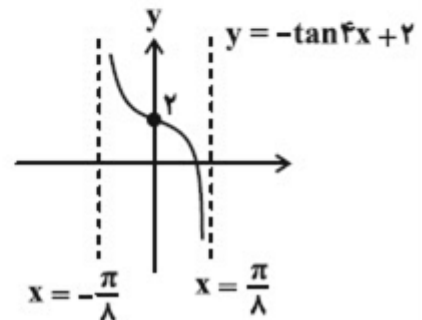
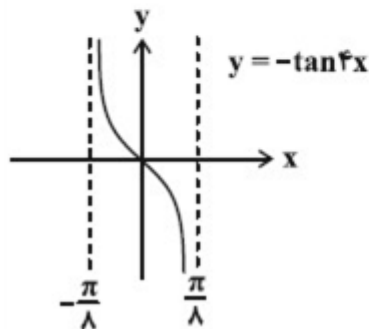
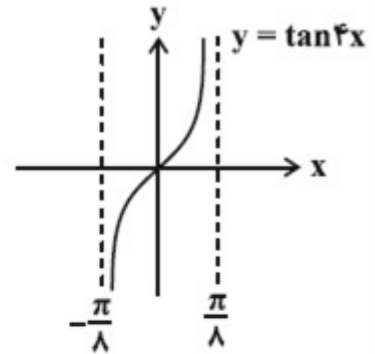
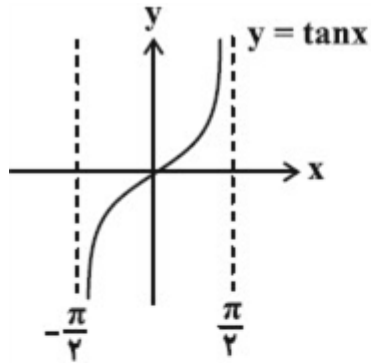
از طرفی باید طول رأس سهمی کم‌تر یا مساوی ۱ باشد:

اشتراک روابط ۱، ۲ و ۳ برابر تهی است یعنی شکل زیر امکان‌پذیر نیست.



گزینه ۲ پاسخ صحیح است. به کمک نمودار تابع $y = \tan(x)$ که به صورت زیر است، نمودار تابع $y = -\tan(x) + 2$ را

رسم می‌کنیم.



$$\Rightarrow \begin{cases} a = -\frac{\pi}{\lambda} \\ b = \frac{\pi}{\lambda} \\ c = 2 \end{cases} \Rightarrow \frac{b-a}{c} = \frac{\frac{\pi}{\lambda} + \frac{\pi}{\lambda}}{2} = \frac{\pi}{\lambda}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. فرض کنید $f(x) = ax + b$ به‌طوری که $a < 0$:

$$f(g(x)) = \hat{r}x + \delta \Rightarrow ag(x) + b = \hat{r}x + \delta \Rightarrow g(x) = \frac{\hat{r}x + \delta - b}{a}$$

$$f(x) - g(x) = \delta - \delta x \Rightarrow g(x) = ax + b - \delta + \delta x$$

دو ضابطه‌ی g را معادل هم قرار می‌دهیم:

$$\frac{\hat{r}x + \delta - b}{a} = ax + b - \delta + \delta x$$

$$\Rightarrow \frac{\hat{r}}{a}x + \frac{\delta - b}{a} = \underline{(a + \delta)x} + \underline{b - \delta}$$

$$\begin{cases} \frac{\hat{r}}{a} = a + \delta \Rightarrow a^2 + \delta a - \hat{r} = 0 \xrightarrow{a < 0} a = -\hat{r} \\ \frac{\delta - b}{a} = b - \delta \xrightarrow{a = -\hat{r}} \delta - b = -\hat{r}b + 3\delta \Rightarrow b = \delta \end{cases}$$

$$\Rightarrow f(x) = -\hat{r}x + \delta \Rightarrow f(2) = -7$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. می‌دانیم $\frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$ با $\frac{\sin \alpha}{1 + \cos \alpha}$ برابر است، پس:

$$\frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} = 0/4 \Rightarrow \frac{\sin \alpha}{1 + \cos \alpha} = 0/4 \Rightarrow \frac{1 + \cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{10}{4}$$

$$\frac{1 - \cos \alpha + 1 + \cos \alpha}{\sin \alpha} = 0/4 + \frac{10}{4} = 2/9$$

$$\frac{2}{\sin \alpha} = \frac{29}{10} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{20}{29} \xrightarrow{\alpha \text{ ناحیه اول}} \cos \alpha = \frac{21}{29}$$

بنابراین:

$$\sin \alpha + \cos \alpha = \frac{41}{29}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. تابع نزولی است پس $a < 0$ است.

$$\frac{T}{2} = \frac{\pi}{6} - \left(-\frac{\pi}{3}\right) \Rightarrow T = \pi = \frac{\pi}{|a|} \Rightarrow a = -1$$

$$y = -\tan(x - \theta)$$

$$x = -\frac{\pi}{3} \Rightarrow -\frac{\pi}{3} - \theta = -\frac{\pi}{2} \Rightarrow \theta = \frac{\pi}{6} \Rightarrow \frac{\theta}{a\pi} = -\frac{1}{6}$$

$$T = \frac{5\pi}{4} - \frac{3\pi}{4} = \pi \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\left|\frac{1}{a}\right|} = \pi \Rightarrow |a| = \frac{1}{2}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$y = 2 \cos^2 ax \Rightarrow T = \frac{\pi}{|a|} = \frac{\pi}{\frac{1}{2}} = 2\pi$$

$$f(0) = 0 \Rightarrow c + \frac{a}{2} = 0 \xrightarrow{c > 0} a < 0 \Rightarrow b > 0$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\min = -1 \Rightarrow c + a = -1 \Rightarrow c = 1, a = -2$$

$$T = \pi \Rightarrow \frac{2\pi}{|b|} = \pi \Rightarrow b = \pm 2 \Rightarrow a(b - c) = -2$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\sqrt[3]{(2 - \sqrt{3})^2} = \sqrt[3]{(2 - \sqrt{3})^2} = \sqrt[3]{(2 - \sqrt{3})^2}, 2\sqrt{2} = 8$$

$$\Rightarrow A = \sqrt[3]{(2 - \sqrt{3})^2} \times \sqrt[3]{(7 + 4\sqrt{3})} \times \sqrt[3]{8} = \sqrt[3]{(7 - 4\sqrt{3})(7 + 4\sqrt{3}) \times 2} \\ = \sqrt[3]{49 - 48 \times 2} = 2$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$A = \sqrt{x + 3 - 2\sqrt{x + 2}} = \sqrt{x + 2 - 2\sqrt{x + 2} + 1} = \sqrt{(\sqrt{x + 2} - 1)^2}$$

$$A = \left| \sqrt{x + 2} - 1 \right| \xrightarrow{x = 2\sqrt{3} + 2} A = \left| \sqrt{2\sqrt{3} + 4} - 1 \right| = \left| \sqrt{(\sqrt{3} + 1)^2} - 1 \right| \\ = \left| \sqrt{3} + 1 - 1 \right| = \sqrt{3}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ۱۲۵

$$\sqrt[3]{\sqrt{32}} \times 4 \sqrt[5]{2} = 8^x \Rightarrow \sqrt[3]{2^5} \times 4 \times \sqrt[5]{2} = 2^{3x} \Rightarrow 2^{\frac{5}{3}} \times 2^2 \times 2^{\frac{1}{5}} = 2^{3x}$$

$$\Rightarrow \frac{5}{3} + 2 + \frac{1}{5} = 3x \xrightarrow{\times 15} 25 + 60 + 3 = 90x \Rightarrow 91 = 90x \Rightarrow x = \frac{91}{90}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ۱۲۶

$$\frac{x}{\sqrt{10}-3} + \frac{y}{\sqrt{10}+3} = 4\sqrt{10} \Rightarrow \frac{x(\sqrt{10}+3) + y(\sqrt{10}-3)}{10-9} = 4\sqrt{10}$$

$$(x+y)\sqrt{10} + 3x - 3y = 4\sqrt{10} \Rightarrow (x+y)\sqrt{10} + 3(x-y) = 4\sqrt{10}$$

$$\begin{cases} x+y=4 \\ x-y=0 \end{cases} \Rightarrow 2x=4 \Rightarrow x=2 \Rightarrow y=2$$

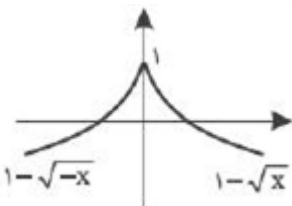
$$\sqrt{3x+y} = \sqrt{8} = 2\sqrt{2}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ۱۲۷

$$x^2 - 3x + 1 = 0 \Rightarrow x = \frac{3 + \sqrt{5}}{2}$$

$$\text{عبارت} = \frac{(2x-3)^2}{2(2x-3)^2} = \frac{2x-3}{2} = \frac{3 + \sqrt{5} - 3}{2} = \frac{\sqrt{5}}{2} = 0.5\sqrt{5}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ۱۲۸

$$1 - \sqrt{|x|} = \begin{cases} 1 - \sqrt{x} & x \geq 0 \\ 1 - \sqrt{-x} & x < 0 \end{cases}$$


مطابق شکل نمودار تابع در فاصله $(-\infty, 0]$ اکیداً صعودی است و برد آن در این فاصله $(-\infty, 1]$ است. ضابطه وارون تابع را در این فاصله پیدا می‌کنیم:

$$y = 1 - \sqrt{-x} \Rightarrow \sqrt{-x} = 1 - y \xrightarrow{\text{توان ۲}} -x = (1 - y)^2 \Rightarrow x = -(1 - y)^2$$

$$\Rightarrow f^{-1}(x) = -(x - 1)^2 \quad x \leq 1$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ۱۲۹

$$D_{\text{fof}} = \{x \in D_f \mid f(x) \in D_f\} = \{x \in [-3, 3] \mid f(x) \in [-3, 3]\}$$

ضابطه $f(x)$ را ببینید:

$$f(x) = \begin{cases} x+3 & -3 \leq x \leq 0 \\ 3-x & 0 < x \leq 3 \end{cases}$$

$$-3 \leq f(x) \leq 3 \Rightarrow -3 \leq 3 - |x| \leq 3 \Rightarrow -6 \leq -|x| \leq 0 \Rightarrow 0 \leq x \leq 6 \Rightarrow -6 \leq x \leq 6$$

$$D_{\text{fof}} = \{x \in [-3, 3] \mid -6 \leq x \leq 6\} = [-3, 3]$$

۱۳۰ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اگر f نزولی اکید باشد و داشته باشیم $f(x) < f(y)$ آن گاه $x > y$ خواهد بود، یعنی در حال نزولی اکید جهت نامساوی عوض می‌شود.

$$f\left(\frac{x+1}{x-1}\right) > f(x+1) \xrightarrow{f \text{ نزولی اکید}} \frac{x+1}{x-1} < x+1$$

$$\Rightarrow \frac{x+1}{x-1} - (x+1) < 0 \Rightarrow \frac{(x+1)(1-x+1)}{x-1} < 0 \Rightarrow \underbrace{\frac{(x+1)(2-x)}{x-1}}_{P(x)} < 0$$

x	$+\infty$	-1	1	2	$+\infty$
P(x)	+	0	-	0	+

$$P < 0 \Rightarrow x \in (-1, 1) \cup (2, +\infty)$$

۱۳۱ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا توجه کنید که:

$$(f+g)(x) = (a-3)x^2 + (a+b)x - 1$$

اگر تابع $f+g$ چندجمله‌ای درجه دوم باشد، نمی‌تواند روی R صعودی باشد. پس باید یک تابع خطی باشد:

$$a-3=0 \Rightarrow a=3, (f+g)(x) = (3+b)x - 1$$

بنابراین $f+g$ تابعی خطی است که شیب نمودار آن باید نامنفی باشد:

$$3+b \geq 0 \Rightarrow b \geq -3$$

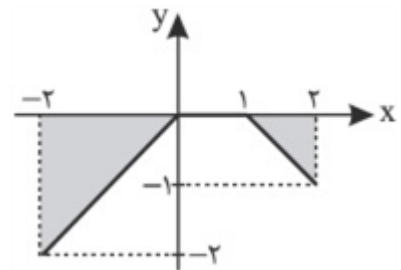
پس حداقل مقدار ممکن b برابر -3 است.

۱۳۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در نمودار $y = f(x)$ ابتدا طول نقاط را باید نصف کنیم سپس عرض نقاط را نیز نصف کنیم و سپس

نمودار را یک واحد به پایین انتقال دهیم تا نمودار تابع g به صورت زیر رسم شود.

مساحت ناحیه‌ی هاشور خورد مورد نظر است که برابر مجموع مساحت‌های دو مثلث است و عبارت است از:

$$S = \frac{2 \times 2}{2} + \frac{1 \times 1}{2} = \frac{5}{2}$$



گزینه ۳ پاسخ صحیح است. (۱۳۳)

$$P\left(k, \frac{\sqrt{v}}{3}\right) \begin{cases} \sin \alpha = \frac{\sqrt{v}}{3}, \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \\ \cos \alpha = k \end{cases}$$

$$\left(\frac{\sqrt{v}}{3}\right)^2 + k^2 = 1 \Rightarrow \frac{v}{9} + k^2 = 1 \Rightarrow k^2 = \frac{8}{9}$$

$$k = \frac{-\sqrt{8}}{3} \quad (P \text{ در ناحیه دوم است})$$

$$\cot \alpha = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{-\frac{\sqrt{8}}{3}}{\frac{\sqrt{v}}{3}} = -\frac{\sqrt{8}}{\sqrt{v}}$$

$$k \times \cot \alpha = \frac{-\sqrt{8}}{\sqrt{v}} \times \frac{-\sqrt{8}}{3} = \frac{8}{3\sqrt{v}} = \frac{2\sqrt{v}}{3}$$

$$S_{ABC} = 5 \Rightarrow \frac{1}{2} \times AC \times BC \times \sin C = 5$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. (۱۳۴)

$$\frac{1}{2} \times 5 \times 4 \times \sin \alpha = 5 \Rightarrow \sin \alpha = \frac{1}{2}$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \Rightarrow \frac{1}{4} + \cos^2 \alpha = 1 \Rightarrow \cos^2 \alpha = \frac{3}{4}$$

$$\tan^2 \alpha = \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{\frac{1}{4}}{\frac{3}{4}} = \frac{1}{3}$$

$$\cos^2 \alpha + \tan^2 \alpha = \frac{3}{4} + \frac{1}{3} = \frac{13}{12}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. (۱۳۵)

$$\frac{1 + \tan \alpha}{1 + \cot \alpha} = \sqrt{2} \Rightarrow \frac{1 + \tan \alpha}{1 + \frac{1}{\tan \alpha}} = \sqrt{2} \Rightarrow \frac{1 + \tan \alpha}{\frac{\tan \alpha + 1}{\tan \alpha}} = \sqrt{2} \Rightarrow \tan \alpha = \sqrt{2}$$

$$1 + \tan^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \Rightarrow 1 + 2 = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \Rightarrow \cos^2 \alpha = \frac{1}{3}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. (۱۳۶)

$$\begin{aligned} \text{عبارت} &= \sqrt{\frac{1 + \sin \alpha}{1 - \sin \alpha} \times \frac{1 + \sin \alpha}{1 + \sin \alpha}} - \sqrt{\frac{1}{\cos^2 \alpha}} = \sqrt{\frac{(1 + \sin \alpha)^2}{1 - \sin^2 \alpha}} - \frac{1}{|\cos \alpha|} \\ &= \frac{|1 + \sin \alpha|}{|\cos \alpha|} - \frac{1}{|\cos \alpha|} \xrightarrow{\text{ربع دوم}} \frac{1 + \sin \alpha}{-\cos \alpha} + \frac{1}{\cos \alpha} = \frac{-1 - \sin \alpha + 1}{\cos \alpha} = -\tan \alpha \end{aligned}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. برای یافتن AE به اندازه AD نیاز داریم. (۱۳۷)

$$\tan \hat{A} = \frac{2}{AD} = \frac{6}{8 + AD} \Rightarrow 6AD = 48 + 2AD \Rightarrow 4AD = 48 \Rightarrow AD = 12$$

$$AE = \sqrt{DE^2 + AD^2} \Rightarrow AE = \sqrt{6^2 + 12^2} = \sqrt{180} = \sqrt{4 \times 9 \times 5} = 6\sqrt{5}$$

$$\Rightarrow \sin \hat{A} = \frac{2}{6\sqrt{5}} = \frac{1}{3\sqrt{5}} = \frac{\sqrt{5}}{15}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. طبق شکل، خط از نقطه $\left(0, -\frac{1}{\sqrt{2}}\right)$ می‌گذرد. پس داریم:

$$12x - ay + 3\sqrt{2} = 0 \Rightarrow 0 - a\left(-\frac{1}{\sqrt{2}}\right) + 3\sqrt{2} = 0 \Rightarrow a = -6\sqrt{2}$$

d معادله خط: $12x + 6\sqrt{2}y + 3\sqrt{2} = 0 \Rightarrow y = \frac{-12x}{6\sqrt{2}} - \frac{3\sqrt{2}}{6\sqrt{2}} \Rightarrow y = -\sqrt{2}x - \frac{1}{\sqrt{2}}$

$$\Rightarrow m = -\sqrt{2} \text{ (شیب خط)}$$

پس تانژانت زاویه‌ای که خط با قسمت مثبت محور x ها می‌سازد (یعنی زاویه $(\pi - \alpha)$) برابر $-\sqrt{2}$ است. یعنی داریم:

$$\tan(\pi - \alpha) = -\sqrt{2} \Rightarrow -\tan \alpha = -\sqrt{2} \Rightarrow \tan \alpha = \sqrt{2} \Rightarrow 1 + \tan^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$\Rightarrow 1 + 2 = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \Rightarrow \cos^2 \alpha = \frac{1}{3} \xrightarrow{\alpha \text{ حاده است}} \cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا ضابطه‌ی وارون تابع f را به دست می‌آوریم:

$$y = \frac{2x-1}{x-1} \Rightarrow yx - y = 2x - 1 \Rightarrow x = \frac{y-1}{y-2} \Rightarrow f^{-1}(x) = \frac{x-1}{x-2}$$

$$D_{\text{gof}^{-1}} = \left\{ x \in D_{f^{-1}} \mid f^{-1}(x) \in D_g \right\}$$

می‌دانیم:

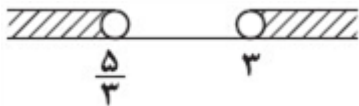
$$\left\{ x \neq 2 \mid \frac{x-1}{x-2} \in (-2, 2) \right\}$$

دامنه f^{-1} برابر $R - \{2\}$ و دامنه g به صورت $(-2, 2)$ است، پس:

$$\left| \frac{x-1}{x-2} \right| < 2 \text{ پس داریم:}$$

$$\Rightarrow |x-1| < 2|x-2| \xrightarrow{\text{بهر توان}} (x-1)^2 < 4(x-2)^2 \Rightarrow (x-1)^2 - 4(x-2)^2 < 0$$

$$\xrightarrow{\text{مزدوج}} \underbrace{((x-1) - 2(x-2))}_{(-x+3)} \underbrace{((x-1) + 2(x-2))}_{(3x-5)} < 0 \Rightarrow x > 3 \text{ یا } x < \frac{5}{3}$$



پس $D_{\text{gof}^{-1}}$ به صورت مقابل است:

و شامل ۲ عدد صحیح یعنی ۲ و ۳ نیست.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. فرض می‌کنیم $2x + 1 = -2$ ، در نتیجه $x = -\frac{3}{2}$ ؛ بنابراین:

$$x = -\frac{3}{2} : f(-2) = g^{-1}\left(-3\left(-\frac{3}{2}\right) + \frac{1}{2}\right) = g^{-1}\left(\frac{9}{2} + \frac{1}{2}\right) = g^{-1}(5)$$

فرض می‌کنیم $g^{-1}(5) = t$ ، بنابراین: $g(t) = 5$

$$g(t) = 5 \Rightarrow t + \sqrt{t} - 7 = 5 \Rightarrow t + \sqrt{t} - 12 = 0$$

$$(\sqrt{t} + 4)(\sqrt{t} - 3) = 0 \Rightarrow \sqrt{t} = 3 \Rightarrow t = 9 \Rightarrow f(-2) = 9$$

مثبت

۱۴۱) گزینه ۱ پاسخ صحیح است. برای به دست آوردن سختی آب به میزان Ca و Mg نیاز داریم. فرمول سختی آب:

$$TH : \frac{2}{5}Ca^{2+} + \frac{4}{1}Mg^{2+}$$

$$Ca = 14mg \quad Mg = 10mg$$

$$TH = \frac{2}{5}(14) + \frac{4}{1}(10) = 35 + 40 = 75mg$$

۱۴۲) گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در مناطق خشک کویری هنگامی که عمق سطح ایستابی کم باشد و حاشیه‌ی موئینه، به سطح زمین برسد (سطح ایستابی بر سطح زمین منطبق شود و یا در نزدیک آن قرار گیرد) بر اثر تبخیر آب از آب‌های شور موجود در حاشیه‌ی موئینه و برجا ماندن املاح آن، لایه‌ی نمکی رسوب می‌کند و باتلاق‌ها، شوره‌زارها را پدید می‌آورد.
نکته: در جایی که سطح ایستابی سطح زمین را قطع کند، آب به سطح زمین جاری می‌شود و چشمه به وجود می‌آید.

۱۴۳) گزینه ۲ پاسخ صحیح است. چشمه در صورتی تشکیل می‌شود که سطح ایستابی با سطح زمین برخورد کند در نتیجه ضخامت منطقه تهویه که در بالای سطح ایستابی قرار دارد، به حداقل خود می‌رسد و کاهش می‌یابد.

۱۴۴) گزینه ۱ پاسخ صحیح است. عوامل تشکیل و ترکیب خاک‌ها، متغیر است و به عواملی مانند نوع سنگ مادر، شیب زمین، فعالیت جانداران و اقلیم منطقه بستگی دارد.

۱۴۵) گزینه ۳ پاسخ صحیح است. حرکت آب در داخل آبخوان از کمتر از یک متر تا صدها متر در روز تغییر می‌کند.

۱۴۶) گزینه ۳ پاسخ صحیح است. آب موجود در سنگ‌های گچی دارای املاح زیاد است و در نتیجه آب از نوع شور و نامطلوب است.

۱۴۷) گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

میزان رواناب در خاک‌های رس بیش‌تر از ماسه‌ای می‌باشد چون نفوذپذیری کم‌تری نسبت به ماسه‌ای دارند.

۱۴۸) گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بیلان آب زیرزمینی در یک آبخوان از اختلاف میان آب‌های ورودی و خروجی به آبخوان به دست می‌آید و در صورتی که بیلان منفی باشد، دشت را ممنوعه اعلام می‌کنند.

۱۴۹) گزینه ۲ پاسخ صحیح است. تغییراتی که در حجم آب داخل آبخوان اتفاق می‌افتد، با اختلاف آب ورودی و خروجی از آن برابر است. اگر مقدار آب ورودی به آبخوان بیش‌تر از مقدار آب خروجی باشد، بیلان آبخوان از نوع مثبت است.

۱۵۰) گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بیش‌ترین محصولات کشاورزی از خاک‌های نواحی معتدله به دست می‌آید. در این نواحی، مقدار گیاهاک (هوموس) و ضخامت خاک زیاد است.

۱۵۱) گزینه ۳ پاسخ صحیح است. مقدار نمک‌های محلول در آب‌های زیرزمینی موجود در سنگ‌های آذرین و دگرگونی معمولاً کم و برای آشامیدن مطلوب است.

۱۵۲) گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با افزایش میزان تبخیر آب، گیاهاک و پوشش گیاهی میزان رواناب کاهش می‌یابد (رابطه‌ی عکس دارند) نکته: شیب زمین، میزان بارش، سختی زمین با رواناب رابطه‌ی مستقیم دارند.

۱۵۳) گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$Q = \frac{v}{t} \Rightarrow Q = \frac{300m^3}{(\frac{2}{5} \times 60)s} = \frac{300m^3}{150s} = 2 \frac{m^3}{s}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ۱۵۴

رابطه‌ی: $\Delta S = I - O$ مربوط به ترازنامه (بیلان) آب است.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. آب و خاک برای هر کشور، به عنوان سرمایه‌های ارزشمند، اهمیت فراوان دارد زیرا، آب و خاک از عوامل ۱۵۵

ضروری برای رشد گیاه و افزایش محصولات کشاورزی، باغی و جنگلی است. حفاظت از منابع آب به منظور استفاده‌ی بهینه از این منابع و رسیدن به توسعه‌ی پایدار است. حفاظت آب و خاک در جلوگیری از آلودگی هوا و فرسایش خاک، تأثیر فراوانی دارد. هدف از حفاظت خاک، جلوگیری از تخریب تدریجی خاک است. زمانی این هدف تحقق می‌یابد که سرعت فرسایش خاک، کمتر از سرعت تشکیل آن باشد.

