خیلی سبز! آزمون
تجربی | ریاضی | انسانی

سال تحصیلی ۱۴۰۲ - ۱۴۰۳

دفترچهٔ پاسخ آزمون هفتم حضوری

علوم تجربی

ویژهٔ کنکوری‌های ۱۴۰۳

۱۴۰۲/۱۰/۰۱

آزمون آزمایشی خیلی سبز

نام درس	طراحان به ترتیب حروف الفبا
زیست‌شناسی	محمدکریم آذرمی - محمدمهدی روزبهانی - امیرمحمد رمضانی - اشکان زرندی - امیر گیتی‌پور - سروش مرادی - امیرحسین میرزایی - پژمان یعقوبی
فیزیک	محمد باغبان - محسن توانا - علیرضا جباری - محمدرضا زارع - مجید ساکی - رضا سبزمیدانی - محمدجواد سورچی - نوید شاهی - حمید فدائی‌فرد - علیرضا گونه - حامد نبی منصور
شیمی	اسلام آب‌روشن - حسین ایروانی - مهدی براتی - پیمان خواجوی مجد - یاسر راش
ریاضی	سجاد داوطلب - حسین شفیع‌زاده - مهدی عزیزی - مصطفی کرمی - مهرداد کیوان - محمد گودرزی - رسول محسنی‌منش - سروش موئینی - حسین نادری
زمین‌شناسی	حمیدرضا بهیاد - یگانه رنجبر - حدیث طلوع‌مهر - فرشید مشعرپور

نام درس	مسئول درس	گزینشگر	مولف پاسخ‌نامه	کارشناسان علمی-محتوایی به ترتیب حروف الفبا	ویراستاران به ترتیب حروف الفبا
زیست‌شناسی	فاطمه آقاجانپور - سروش مرادی	محمدمهدی روزبهانی - امیر گیتی‌پور	روزا امیری کچائی - امیرحسین میرزایی	علی‌محمد باطبی - موسی بیات - ابوالفضل حاتمی - کوکب حبیبی - منصور فرخنده‌طالع	روزا امیری کچائی - علی‌محمد باطبی - علیرضا تقوی شارک - منصور فرخنده‌طالع - راضیه نصراله‌زاده
فیزیک	رضا سبزمیدانی	نوید شاهی	محمد باغبان - علیرضا جباری - محمدجواد سورچی	علیرضا جباری	محمد احمدبیکی - مهدی بابائی - احسان محمدی - امیر محمودی انزابی
شیمی	یاسر عبداللهی	حسین ایروانی	سید علی حسین‌زاده	محمد مرادی - فاطمه صیقلی	سید علی حسین‌زاده - هومن زندی - حسین شکوه - مینا نظری
ریاضی	رسول محسنی‌منش	رسول محسنی‌منش	شقایق راهبریان	محمدحسین رحیمی	حسنا شاه حیدری - ماهان فنی‌فر - بردیا نصیری
زمین‌شناسی	حمیدرضا بهیاد	حمیدرضا بهیاد	ریحانه شعبان‌زاده	سلیمان علی‌محمدی	فاطمه صادقی - حدیث طلوع‌مهر - لیدا علی‌اکبری

سرپرست محتوایی: فاطمه آقاجانپور

Azmoon.kheilisabz.com

زیست‌شناسی دوازدهم: صفحه‌های ۴۷ تا ۶۲

تست و پاسخ ۱

کدام مورد، باعث می‌شود تا جمعیتی از جانوران، در تعادل ژنی باقی بماند؟

۱) جهش و شارش ژنی، به صورت پیوسته انجام شوند.
۲) اندازهٔ بزرگ جمعیت، بتواند اثرات رانش دگره‌ای را خنثی کند.
۳) انتخاب طبیعی، فقط افراد سازگارتر با محیط را برگزینند.
۴) آمیزش‌ها به رخ‌نمود (فنوتیپ) افراد جمعیت بستگی داشته باشد.

پاسخ: گزینهٔ ۲ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۴ ـ تعادل در جمعیت)*

خودت حل کنی بهتره عواملی مثل جهش، شارش ژن و ... به‌دلیل تغییر در فراوانی نسبی دگره‌ها یا ژن‌نمودها، سبب به هم خوردن تعادل ژنی می‌شوند و هر عاملی که در صورت وقوع، این فراوانی نسبی را تغییر ندهد، می‌تواند سبب باقی‌ماندن جمعیت در تعادل شود.

پاسخ تشریحی رانش دگره‌ای به دلیل توانایی ایجاد تغییر در فراوانی نسبی دگره‌ها، می‌تواند جمعیت را از حالت تعادل خارج کند.
هرچه اندازهٔ یک جمعیت کوچک‌تر باشد، رانش دگره‌ای اثر بیشتری بر آن دارد. اما طبق کتاب درسی، برای آن‌که جمعیتی در حال تعادل ژنی باشد، باید اندازهٔ بزرگی داشته باشد.

نکته طی رانش دگره‌ای، افرادی از جمعیت حذف می‌شوند، این حذف‌شدن ممکن است منجر به تغییر فراوانی نسبی دگره‌ای بشود یا نشود؛ اگر جمعیت کوچک باشد، رانش دگره‌ای اثر بیشتری دارد، اما اگر جمعیت بزرگ باشد مثلن حذف‌شدن ۱۰ نفر در یک میلیون نفر، تأثیر چندانی در جمعیت ندارد. رانش دگره‌ای حتی ممکن است منجر به حذف یک دگرهٔ خاص از جمعیت شود!

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ و ۳ : جهش، شارش ژن و انتخاب طبیعی، به دلیل توانایی آن‌ها در تغییر فراوانی نسبی دگره‌ها! جمعیت را از تعادل ژنی خارج می‌کنند.

نکته انتخاب طبیعی همواره افراد سازگارتر با شرایط آن محیط را برای بقا و تولید مثل انتخاب می‌کند، حتی اگر این افراد در یک شرایط محیطی دیگر، ناسازگار محسوب شوند، مثلن افراد Hb^AHb^A افراد سالمی هستند، اما در مناطق مالاریاخیز، افراد Hb^AHb^S (که حتی در شرایطی امکان داسی‌شکل شدن گویچه‌های قرمزشان وجود دارد) نسبت به Hb^AHb^A سازگارتر محسوب می‌شوند؛ پس سازگاری و یا ناسازگاری ارتباطی به داشتن فقط الل‌های سالم (بارز) ندارد.

۴ برای آن‌که جمعیتی در حال تعادل باشد، لازم است آمیزش‌ها در آن تصادفی باشند. آمیزش تصادفی آمیزشی است که در آن احتمال آمیزش هر فرد با افراد جنس دیگر در آن جمعیت یکسان باشد. اگر آمیزش‌ها به رخ‌نمود یا ژن‌نمود بستگی داشته باشد، تصادفی نیست و فراوانی نسبی ژن‌نمودها تغییر می‌کند که در این حالت نیز، امکان خارج شدن جمعیت از تعادل وجود دارد.

عوامل موثر در از بین بردن تعادل در جمعیت	مکانیسم	تأثیر بر گوناگونی دگره‌ای
جهش	افزودن دگره‌های جدید به خزانهٔ ژنی جمعیت (ایجاد دگره‌های جدید)	افزایش
رانش دگره‌ای	حذف **تصادفی** بخشی از دگره‌های موجود در جمعیت	ممکن است کاهش دهد. (اگر مثلن یک نوع دگرهٔ خاص به طور کامل حذف شود.)
شارش ژن	انتقال تعدادی از دگره‌های جمعیت مبدأ به جمعیت مقصد (شارش یک‌طرفه) و در نتیجه تغییر فراوانی دگره‌ای در هر دو جمعیت	● احتمال کاهش (در جمعیت مبدأ) و افزایش (در جمعیت مقصد) در صورت دوطرفه‌نبودن. ● در صورت دوطرفه‌بودن در هر دو جمعیت می‌تواند افزایش دهد.
آمیزش غیرتصادفی	اثرداشتن ژنوتیپ و فنوتیپ در آمیزش، شانس بالاتر بعضی صفات و ویژگی‌ها برای انتقال به نسل بعد	—
انتخاب طبیعی	انتخاب افراد سازگارتر با شرایط محیط و کاهش فراوانی دیگر افراد	کاهش

تست و پاسخ ۲

مطابق اطلاعات کتاب درسی، گروهی از جهش‌های متأثر از عوامل جهش‌زا در یاخته‌های پوششی پوست، تغییری در تعداد نوکلئوتیدهای محتوای وراثتی هسته‌ای ایجاد نمی‌کنند. کدام گزینه، در خصوص این جهش‌ها درست است؟

جانشینی، واژگونی، جابه‌جایی، مضاعف‌شدگی و دوپار تیمین

۱) تمامی آن‌ها، ابتدا با شکسته‌شدن حداقل دو پیوند فسفودی‌استر همراه هستند.

۲) هیچ‌یک از آن‌ها، نمی‌توانند سبب بروز تغییراتی گسترده در فام‌تن(های) یاخته شوند.

۳) همهٔ آن‌ها با تغییر در توالی ژن(های) هموگلوبین، سبب تولید پروتئین غیرطبیعی در این یاخته‌ها می‌شوند.

۴) در بعضی از آن‌ها، امکان تغییر در ترکیب دگره‌ای (اللی) فام‌تن(ها) وجود دارد.

پاسخ: گزینهٔ ۴ *(زیست دوازدهم – فصل ۴ – جهش در مادهٔ وراثتی)*

خودت حل کنی بهتره جهش‌هایی که در آن‌ها، تعداد نوکلئوتیدهای مادهٔ وراثتی هسته‌ای تغییر نمی‌کند، ممکن است بزرگ یا کوچک باشند. جهش‌های بزرگ واژگونی و جابه‌جایی (در صورتی که در یک فام‌تن یا کروماتید رخ دهد) تغییری در تعداد نوکلئوتیدهای موجود در یک کروموزوم ایجاد نمی‌کنند. در مضاعف‌شدگی هم، چیزی از مادهٔ وراثتی یاخته کم نمی‌شود؛ بلکه از یک فام‌تن به فام‌تن دیگر می‌رود. از طرفی، در صورتی که جهش کوچک از نوع جانشینی یا جهش دوپار تیمین رخ دهد، تعداد نوکلئوتیدهای مادهٔ وراثتی بدون تغییر باقی می‌ماند.

پاسخ تشریحی دقت کنید جهش جانشینی می‌تواند در برخی موارد الل جدید ایجاد کند و یا باعث ایجاد الل جدید نشود. هم‌چنین جهش‌های واژگونی، جابه‌جایی و مضاعف‌شدگی نیز گاهی می‌توانند تغییری در تنوع دگره‌ای ایجاد نکنند و یا جابه‌جایی می‌تواند در برخی موارد، ترکیب دگره‌ای یک فام‌تن را تغییر دهد! پس تنها بعضی از این جهش‌ها (نه همهٔ حالات) امکان تغییر ترکیب دگره‌ای را دارند.

نکته جهش ایجادکنندهٔ دوپار (دیمر) تیمین نیز، بدون تغییر در تعداد نوکلئوتیدهای دنا رخ می‌دهد؛ عامل ایجادکنندهٔ این جهش، پرتو فرابنفش است که از عوامل فیزیکی ایجادکنندهٔ جهش است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) اگر جانشینی در یک انتهای دنا در یکی از کروموزوم‌ها رخ دهد، ممکن است فقط یک پیوند فسفودی‌استر بشکند، دقت کنید که اگرچه طی جانشینی، هر دو نوکلئوتید مقابل هم (جفت نوکلئوتید) تغییر می‌کنند، اما این تغییر طی همانندسازی رخ می‌دهد؛ یعنی بعد از این‌که رشته‌ای از DNA که جهش در آن رخ داده است، در فرایند همانندسازی استفاده شود، نوکلئوتید مقابل آن هم تغییر می‌کند. هم‌چنین دقت کنید طی جهش دوپار تیمین نیز تعداد نوکلئوتیدهای هسته‌ای تغییر نمی‌کند پس تعداد پیوند فسفودی‌استر نیز ثابت است (این پیوندها شکسته نمی‌شوند).

۲) جهش واژگونی همانند جابه‌جایی، جزء جهش‌های بزرگ محسوب می‌شود، پس می‌توانند سبب تغییرات گسترده در فام‌تن(های) یاخته شوند. دقت کنید که جهش جابه‌جایی همانند واژگونی می‌تواند به گونه‌ای رخ دهد که طول کروموزوم‌های یاخته (و هم‌چنین تعداد نوکلئوتیدهای آن فام‌تن) تغییر نکند مثلن در جهش جابه‌جایی ممکن است بخش جابه‌جاشونده از کروموزوم اولیه، به سایر قسمت‌های همان کروموزوم (همان کروماتید) منتقل شود که در این صورت تغییری در طول کروموزوم مشاهده نمی‌شود. طبق شکل کتاب درسی، جهش واژگونی نیز باعث تغییر طول کروموزوم نمی‌شود و تنها قسمتی از یک کروموزوم به صورت وارونه در همان محل قرار می‌گیرد. هم‌چنین جهش‌های مضاعف‌شدگی نیز باعث تغییرات گسترده در DNA می‌شود.

نکته **انواع حالت‌های جهش جابه‌جایی:**

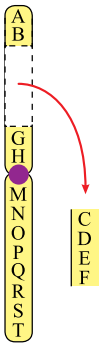
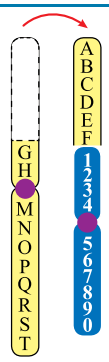
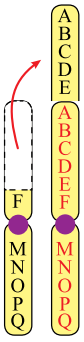
۱) از یک فام‌تن به فام‌تن دیگر (فام‌تن غیرهمتا)

۲) از یک کروماتید به بخش دیگری از همان کروماتید (در یک فام‌تن)

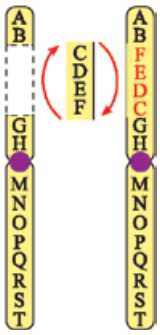
۳) از یک کروماتید به کروماتید دیگر همان فام‌تن (در فام‌تن‌های مضاعف)

۳) مثلن جهش جانشینی می‌تواند در توالی نوکلئوتیدی ژن(های) هموگلوبین تغییر ایجاد کند، اما دقت کنید که ساخت پروتئین هموگلوبین اصلن قرار نیست در یاخته‌های پوششی پوست صورت گیرد!

نکته به دنبال یک جهش، لزومن فنوتیپ جاندار (یاخته) جهش‌یافته تغییر نمی‌کند، چراکه ممکن است:
۱) جهش بی‌اثر باشد مثل جهش خاموش. ۲) یک ژن در یاخته‌ای تغییر کرده باشد که اصلن آن ژن را بیان نمی‌کند.

نوع جهش		تعریف	تأثیرات	نکات دیگر!	شکل
عددی[1]	با هم ماندن فام‌تن‌ها	**یک یا چند** فام‌تن در مرحلهٔ **آنافاز** (میتوز و میوز) از هم جدا نمی‌شوند.	کاهش یا افزایش یک یا چند فام‌تن در یاختهٔ حاصل عدم تغییر طول فام‌تن‌ها	زمانی که فام‌تن‌های شمارهٔ **۲۱** هنگام تشکیل گامت (ها) در انسان از هم جدا نشوند، گامتی ایجاد می‌شود که از فام‌تن ۲۱، دوتا دارد. به دنبال لقاح این گامت با گامت طبیعی و رشد تخم حاصل، فرد مبتلا به نشانگان داون متولد می‌شود.	—
	پلی‌پلوئیدی‌شدن	با هم ماندن **همهٔ** فام‌تن‌های یاخته با یکدیگر هنگام تقسیم	ایجاد یاخته‌هایی با تعداد مجموعهٔ فام‌تنی غیرطبیعی! عدم تغییر طول فام‌تن‌ها	ایجاد این وضعیت در آزمایشگاه با تخریب رشته‌های دوک انجام می‌شود. در شرایط طبیعی، رخ‌دادن این نوع جهش می‌تواند منجر به پیدایش گیاهان پلی‌پلوئید مثل گل‌مغربی $4n$ و گندم $6n$ شود.	—
ساختاری	حذف	حذف بخشی از فام‌تن	کاهش طول یک فام‌تن و در نهایت کاهش مقدار مادهٔ ژنتیکی یک یاخته	یاخته **ممکن است** بعضی از ژن‌ها را از دست بدهد! غالبن باعث مرگ یاخته می‌شود.	
	جابه‌جایی	قسمتی از یک فام‌تن به فام‌تن غیرهمتا یا حتی بخش دیگری از همان فام‌تن منتقل می‌شود.	می‌تواند همراه با عدم تغییر طول فام‌تن باشد (جابه‌جایی در یک کروماتید). می‌تواند منجر به تغییر طول دو فام‌تن غیرهمتا شود.	قطعهٔ جداشده می‌تواند به همان فام‌تن متصل شود، یا به همان کروماتیدی که از آن جدا شده است، متصل شود و یا به کروماتید خواهری خود!	
	مضاعف‌شدگی	قسمتی از یک فام‌تن جداشده و به فام‌تن همتا جابه‌جامی‌شود.	تغییر طول دو فام‌تن همتا (یکی افزایش و دیگری کاهش) در فام‌تن گیرنده از بعضی از ژن‌ها دو نسخه دیده می‌شود.	در یاخته و یا جاندار هاپلوئید (مثل زنبور عسل نر) رخ نمی‌دهد. در مردان نمی‌تواند بین فام‌تن‌های جنسی رخ بدهد.	

۱ـ در جهش‌های عددی تعداد فام‌تن(ها) می‌تواند کاهش یابد یا افزایش، کتاب درسی فقط برای افزایش‌ها مثال زده، واسهٔ همین ما هم فقط همین‌ها رو توی جدول آوردیم، اما بدونید که طی این نوع جهش ممکنه تعداد فام‌تن کاهش پیدا کند.

نوع جهش		تعریف	تأثیرات	نکات دیگر!	شکل
ساختاری	واژگونی	جهت قرارگیری قسمتی از یک فام‌تن در جای خود **معکوس** می‌شود.	عدم تغییر طول فام‌تن	اگر منجر به تغییر مکان سانترومر نشود، توسط کاریوتیپ تشخیص داده نمی‌شود و اگر محل سانترومر تغییر کند، می‌تواند تشخیص داده شود. معکوس‌شدن قسمتی از فام‌تن می‌تواند منجر به تغییر شکل آن یا تغییر در نحوهٔ قرارگیری ژن‌ها روی فام‌تن شود.	

تست و پاسخ ۳

کدام گزینه، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«تغییر فراوانی دگره‌ای اگر بر اثر ..... رخ دهد، به‌طور حتم ..... را در پی خواهد داشت.»

۱) رویدادهای تصادفی ـ حذف نوع یا انواعی از دگره‌ها
۲) جهش‌های فیزیکی ـ غنی‌ترشدن خزانهٔ ژنی
۳) مهاجرت افراد ـ شبیه‌شدن خزانهٔ ژنی دو جمعیت
۴) انتخاب افراد سازگارتر ـ افزایش فراوانی نسبی نوعی دگره

پاسخ: گزینهٔ ۴ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۴ ـ عوامل برهم‌زنندهٔ تعادل در جمعیت)*

پاسخ تشریحی انتخاب طبیعی عاملی است که در انتخاب فرد سازگارتر با محیط نقش دارد. افراد سازگارتر، الل‌هایی دارند که سبب این سازگاری شده است، پس وقتی این افراد انتخاب می‌شوند، الل‌های آن‌ها با احتمال بیشتری ممکن است به نسل بعد منتقل شوند، به عبارتی فراوانی نسبی این الل‌های مؤثر در سازگاری، افزایش می‌یابد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) جهش و رانش دگره‌ای از جمله رویدادهایی هستند که می‌توانند به صورت تصادفی رخ دهند؛ در طی رانش دگره‌ای ممکن است تعدادی از افراد جمعیت حذف شوند، اما ممکن است افراد باقی‌مانده ژنوتیپ مشابه افراد حذف‌شده داشته باشند؛ در نتیجه هیچ نوعی از دگره‌ها از جمعیت حذف نمی‌گردد. جهش نیز لزومن باعث حذف دگره‌ها نمی‌شود؛ بلکه حتی ممکن است دگرهٔ جدیدی ایجاد کند و باعث افزایش تنوع دگره‌ای شود.

۲) اگر جهش نامطلوب بوده باشد، منجر به ناسازگار شدن فرد و مرگ وی می‌شود، پس در نهایت، بعد از گذشت مدتی خزانهٔ ژنی غنی‌تر نخواهد شد. از طرفی مثلن طی جهش دوپار تیمین که بر اثر پرتو فرابنفش رخ می‌دهد، ژن جدیدی به افراد جمعیت اضافه نمی‌شود، پس خزانهٔ ژنی غنی‌تر نخواهد شد. گاهی اوقات برخی جهش‌ها مثل خاموش باعث تغییر دگره نمی‌شوند.

نکته جهش با ایجاد الل‌های جدید و شارش ژن با آوردن الل‌های جدید از یک جمعیت مبدأ به جمعیت مقصد می‌توانند در غنی‌ترشدن خزانهٔ ژنی نقش داشته باشند. دقت کنید در کراسینگ‌اور و گوناگونی دگره‌ای در گامت‌ها، الل جدیدی ایجاد نمی‌شود بلکه همان الل‌های موجود به شیوهٔ متفاوتی در کنار هم قرار می‌گیرند.

۳) مهاجرت افراد (شارش ژنی) اگر به صورت دوسویه باشد، می‌تواند شبیه‌شدن خزانه‌های ژنی دو جمعیت (مبدأ و مقصد) را در پی داشته باشد.

شارش ژنی یک‌طرفه	شارش ژنی دوطرفه
فراوانی الل‌ها در جمعیت مبدأ و مقصد تغییر می‌کند. (اولی کاهش و دومی افزایش)	فراوانی الل‌ها در جمعیت مبدأ و مقصد ممکن است تغییر کند و ممکن هم هست تغییر نکند (بسته به نوع و تعداد الل‌های جابه‌جاشده)
فراوانی نسبی الل‌ها در جمعیت مبدأ و مقصد ممکن است تغییر کند و یا ثابت بماند. (بسته به نوع الل‌های جابه‌جاشده)	
ممکن است نوع جدیدی از الل به جمعیت مقصد اضافه نشود و فقط فراوانی دگره تغییر کند.	در صورت پیوسته‌بودن باعث مشابه‌شدن خزانهٔ ژنی دو جمعیت به هم می‌شود.
اندازهٔ جمعیت مبدأ، کاهش و جمعیت مقصد، افزایش می‌یابد.	اندازهٔ جمعیت‌های مبدأ و مقصد می‌تواند ثابت باشد و یا تغییر کند.
فقط به یک جمعیت الل اضافه می‌شود.	به هر دو جمعیت الل اضافه می‌شود.

تست و پاسخ ۴

در خصوص پدیدهٔ چلیپایی‌شدن (کراسینگ‌اور)، کدام گزینه همواره درست است؟

۱) وقوع آن در گامت‌سازی هر جانوری که در تعریف ارنست مایر قرار می‌گیرد، قابل مشاهده است.

۲) در پی وقوع آن، امکان ایجاد یاخته‌های با ژنوتیپ قدیمی نیز وجود دارد.

۳) وقوع آن در طی تقسیمات یاخته‌ای، منجر به تولید گامت نوترکیب می‌گردد.

۴) وقوع آن در تمامی مراحل وجود چهارتایه در یاخته، قابل انتظار است.

پاسخ: گزینهٔ ۲ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۴ ـ کراسینگ‌اور)*

پاسخ تشریحی طی کراسینگ‌اور علاوه بر امکان تشکیل گامت‌های نوترکیب (که ترکیب دگره‌ای جدیدی دارند)، گامت‌های والدی (دارای ژنوتیپ قدیمی) هم تشکیل می‌شوند که این گامت‌ها، همان گامت‌هایی هستند که بدون کراسینگ‌اور نیز (از قبل) تولید می‌شده‌اند.

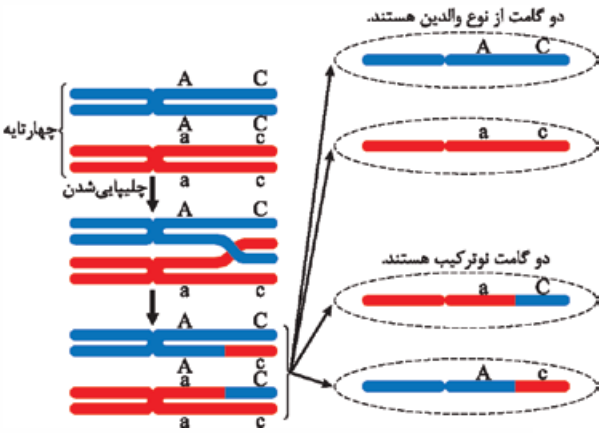
نکته طی چلیپایی‌شدن، تنوع زمانی ایجاد می‌شود که فام‌تن‌ها از نظر دگره‌ها متفاوت باشند، یعنی اگر هر دو فام‌تن حاوی یک نوع الل باشند (خالص باشند)، کراسینگ‌اور می‌تواند رخ دهد، اما منجر به تشکیل ترکیب جدید (از نظر قرارگیری دگره‌ها روی یک فام‌تن) نمی‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) جاندارانی که دارای توانایی تولیدمثل جنسی هستند، در تعریف ارنست مایر در رابطه با گونه قرار می‌گیرند؛ کراسینگ‌اور طی تقسیم میوز رخ می‌دهد، اما توجه کنید که تولید گامت همیشه با میوز نیست، مثلن زنبور عسل نر با استفاده از تقسیم میتوز گامت تولید می‌کند که طی آن کراسینگ‌اور قابل مشاهده نمی‌باشد.

نکته در هر نوع تولید مثل یک جاندار پریاخته‌ای با توانایی تولیدمثل جنسی، کراسینگ‌اور رخ نمی‌دهد، مثلن تولیدمثل یک گیاه از طریق بخش‌های تخصص‌یافته (چراکه این روش نوعی تولید مثل غیرجنسی است).

۳) طی کراسینگ‌اور، ایجاد ترکیبات جدید دگره‌ای تنها در حالتی رخ می‌دهد که فام‌تن‌های همتا در رابطه با صفت مورد نظر به صورت ناخالص باشند. در واقع قطعه‌ای از کروموزوم‌ها که طی کراسینگ‌اور با هم جابه‌جا می‌شوند، دارای دگره‌های متفاوتی باشند.



۴) در مراحل پروفاز و متافاز و ابتدای آنافاز تقسیم میوز ۱، امکان مشاهدهٔ تتراداها وجود دارد؛ اما کراسینگ‌اور تنها در مرحلهٔ پروفاز میوز ۱، قابل مشاهده است.

تست و پاسخ ۵

چند مورد را می‌توان به تغییرات مربوط به مولکول‌های زیستی در افراد مبتلا به بیماری کم‌خونی داسی‌شکل نسبت داد؟

الف) قرارگیری آمینواسید گلوتامیک‌اسید به جای والین در زنجیرهٔ بتای هموگلوبین

ب) تغییر در تعداد پیوندهای هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای ژن مربوط به ساخت زنجیرهٔ بتا

ج) کاهش تعداد حلقه‌های کربن‌دار در رنای پیک حاصل از ژن تغییریافته نسبت به حالت سالم

د) تغییر ساختار چهارم هموگلوبین در نتیجهٔ تغییر در ساختار اول نیمی از زنجیره‌های پلی‌پپتیدی آن

۱) الف ـ د ۲) ج ـ د ۳) ب ـ ج ۴) الف ـ ج ـ د

پاسخ: گزینهٔ ۲ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۴ ـ کم‌خونی داسی‌شکل)*

پاسخ تشریحی موارد «الف» و «ب» نادرست هستند.

خودت حل کنی بهتره بیماری کم‌خونی داسی‌شکل، نوعی بیماری ارثی است و علت آن، نوعی تغییر ژنی بسیار جزئی است. مقایسهٔ رشتهٔ الگوی ژن‌های زنجیرهٔ بتای هموگلوبین افراد سالم و بیمار نشان می‌دهد که در افراد مبتلا به بیماری کم‌خونی داسی‌شکل، در رمز مربوط به ششمین آمینواسید زنجیرهٔ بتا، نوکلئوتید A به جای نوکلئوتید T قرار گرفته است. بدین ترتیب، توالی نوکلئوتیدی رنای پیک و در نتیجه توالی آمینواسیدی رشتهٔ پلی‌پپتیدی حاصل نیز تغییر می‌کند که این تغییر در یک آمینواسید زنجیرهٔ بتا، باعث تغییر شکل گویچه‌های قرمز از حالت گرد به داسی می‌شود.

نکته دربارهٔ کم‌خونی داسی‌شکل، هر فرد دارای ژن جهش‌یافته لزومن فنوتیپ داسی‌شکل را بروز نمی‌دهد. مثلن فرد Hb^AHb^S، ژن جهش‌یافته را دارد، اما در شرایط طبیعی گویچه‌های قرمز سالم و طبیعی دارد؛ به خاطر وجود الل Hb^A که پروتئین سالم را می‌سازد.

بررسی همه موارد:

الف) نادرست ـ در بیماری کم‌خونی داسی‌شکل، آمینواسید والین به جای گلوتامیک‌اسید در زنجیرهٔ بتای هموگلوبین قرارگرفته است.

نکته هموگلوبین از دو نوع زنجیره تشکیل شده است (آلفا و بتا) که طی کم‌خونی داسی‌شکل، فقط زنجیرهٔ بتای آن تغییر می‌کند، پس در این بیماری هر ژن مربوط به زنجیره‌های سازندهٔ هموگلوبین تغییر نکرده است و هر رشتهٔ‌پلی‌پپتیدی ساخته‌شده هم غیرطبیعی نیست!

ب) نادرست ـ در فرد مبتلا به کم‌خونی داسی‌شکل، در رشتهٔ الگوی ژن جهش‌یافته، نوکلئوتید A قرار دارد، در حالی که در دنای سالم، در این رشته از دنا، نوکلئوتید T قرار گرفته است؛ به دلیل وجود رابطهٔ مکملی بین بازهای آلی A و T، در هر صورت در ژن زنجیرهٔ بتا، تعداد نوکلئوتیدهای دارای باز آلی A و T تغییری نمی‌کند، چراکه در هر دو حالت، هم‌چنان باز آلی A با T ، پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند؛ در نتیجه تعداد پیوندهای هیدروژنی در کل این ژن نسبت به قبل جهش، تغییری نخواهد کرد.

ج) درست ـ در رنای پیک حاصل از ژن جهش‌یافته، باز آلی یوراسیل قرار می‌گیرد، در واقع در رنای طبیعی باز آدنین وجود دارد که تغییر می‌کند. آدنین، نوعی باز پورینی و دو حلقه‌ای است؛ اما یوراسیل نوعی باز پیریمیدین و تک‌حلقه‌ای می‌باشد.

نکته دقت کنید در حلقه‌های باز آلی، فقط نیتروژن وجود ندارد؛ بلکه اتم‌های کربن نیز وجود دارد که به اتم‌های N و یا H متصل شده‌اند.

نکته در جریان این بیماری، تعداد بازهای آلی پیریمیدین در رشتهٔ الگوی ژن زنجیرهٔ بتای هموگلوبین، کاهش می‌یابد و این تعداد در رشتهٔ رمزگذار ژن، افزایش پیدا می‌کند. در رنای حاصل از این رشتهٔ الگوی جهش‌یافته، نسبت به حالت طبیعی، تعداد بازهای پیریمیدن افزایش می‌یابد.

د) درست ـ در این بیماری، تغییر در ساختار اول نیمی از زنجیره‌های پلی‌پپتیدی هموگلوبین (زنجیره‌های بتا) به تغییر در ساختار نهایی (ساختار چهارم) این پروتئین منجر می‌شود. به عبارتی به خاطر تغییر در نوع و توالی آمینواسیدها، ساختارهای بعدی نیز ممکن است تغییر کند، به خاطر تغییر در تشکیل پیوندهای هیدروژنی، برهم‌کنش‌های آب‌گریز و ... چراکه ممکن است آمینواسید جدید از نظر ویژگی‌ها، با قبلی متفاوت باشد.

شکل نامه **مقایسهٔ یکی از ژن‌های هموگلوبین در افراد سالم و بیمار از نظر کم‌خونی داسی‌شکل**

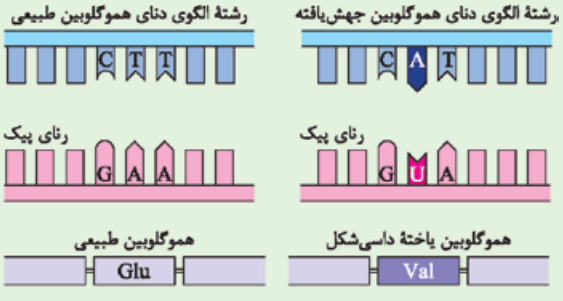
۱) هموگلوبین‌های طبیعی و جهش‌یافته از نظر ششمین آمینواسید زنجیرهٔ بتا با هم متفاوت هستند؛ رمز این آمینواسید در رشتهٔ الگوی دنای طبیعی CTT، است اما در دنای جهش‌یافته می‌شود CAT، یعنی یک نوکلئوتید پیریمیدین‌دار می‌رود و جایش یک نوکلئوتید پورین‌دار می‌آید.

۲) جهش جانشینی که منجر به داسی‌شکل شدن گویچه‌های قرمز می‌شود، نوکلئوتید دوم در یک رمز دنا را تغییر می‌دهد.

۳) در رنای پیک طبیعی، رمزهٔ مربوط به ششمین آمینواسید GAA است که به گلوتامیک اسید ترجمه می‌شود.

۴) در رنای حاصل از رونویسی از ژن جهش‌یافته، رمزهٔ GUA مربوط به ششمین آمینواسید زنجیرهٔ بتا است که به والین ترجمه می‌شود.

۵) در اثر این جهش تعداد نوکلئوتیدهای پیریمیدین‌دار و پورین‌دار کل مولکول دنا نسبت به قبل از جهش تغییر نمی‌کند؛ چراکه در دنای طبیعی باز آلی T با A جفت می‌شود $\binom{T}{A}$ و در دنای جهش‌یافته هم باز آلی A با T $\binom{A}{T}$، یعنی هم‌چنان A و T با هم جفت می‌شوند به خاطر وجود رابطهٔ مکملی بین بازها!



تست و پاسخ ۶

مطابق با مطلب کتاب درسی، در اوایل دهۀ ۱۹۰۰ دانشمندی به نام هوگو دووری که با گیاهان گل مغربی کار می‌کرد، متوجه شد که یکی از گل‌های مغربی ظاهری متفاوت با بقیه دارد. گیاه ذکرشده فاقد کدام مشخصۀ زیر است؟

گیاه چارلاد (۴n)

۱) می‌تواند در آمیزش با جانداران هم‌گونه و غیرهم‌گونه، زادۀ زیستا تولید کند.

۲) ژنگان هسته‌ای و ژنگان سیتوپلاسمی مشابهی با والد(های) غیرهم‌گونۀ خود دارد.

۳) به دنبال آمیزش جنسی آن با گونۀ نیایی خود، امکان تولید دانه‌ای دارای یاختۀ چارلاد وجود دارد.

۴) نسبت به گونۀ نیایی خود، تعداد کروموزوم‌های متفاوتی در هر مجموعۀ کروموزومی هسته‌ای خود دارد.

پاسخ: گزینۀ ۴ *(زیست دوازدهم - فصل ۴ - گل مغربی تتراپلوئید)*

پاسخ تشریحی گیاه ذکرشده در صورت سؤال، دارای عدد کروموزومی $۴n = ۲۸$ است. این گل مغربی همانند گونۀ نیایی خود (با عدد کروموزومی $۲n = ۱۴$) در هر مجموعۀ کروموزومی خود هفت کروموزوم دارد. یعنی در هر دو $n = ۷$ است!

نکته مجموعۀ کروموزومی یعنی یک نسخه از هر یک از فام‌تن‌های همتا، مثلن در انسان $n = ۲۳$ است؛ یعنی در یک مجموعۀ کروموزومی، ۲۳ فام تن داریم که ۲۲ تا غیرجنسی و یک کروموزوم جنسی است (البته دقت کنید در انسان، فام‌تن‌های جنسی با یکدیگر همتا نیستند.) برای پیداکردن تعداد مجموعۀ کروموزومی کافی است فام‌تن‌های مشابه را مشخص کنیم و تعداد کل فام‌تن‌ها را بر این عدد تقسیم کنیم. مثلن در گل مغربی $۴n = ۲۸$ یعنی ۲۸ تا فام تن داریم که ۴تا ۴تا شبیه هم هستند!

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) این گل مغربی‌ها در پی آمیزش با سایر گل مغربی‌های چارلاد می‌توانند زاده‌ای زیستا و زایا به‌وجود بیاورند (زاده‌های تتراپلوئید) و با آمیزش با گیاهان دولاد، می‌توانند زاده‌ای زیستا تولید کنند. (زاده‌های تریپلوئید) دقت کنید گیاه تریپلوئید زیستا و نازا است.

نکته یک گیاه چارلاد به چند طریق می‌تواند تولیدمثل جنسی کند: ۱) خودلقاحی ← گامت‌های $۲n$ آن با هم لقاح می‌یابند و گیاه $۴n$ ایجاد می‌شود. ۲) دگرلقاحی که می‌تواند با یک گیاه $۴n$ دیگر باشد یا با یک گیاه $۲n$، اگر با یک گیاه $۴n$ باشد امکان ایجاد گیاه $۴n$ وجود دارد و اگر با یک گیاه $۲n$ باشد، گیاه $۳n$ می‌تواند ایجاد شود که نازا است.

نکته نازابودن گیاه $۳n$ باعث می‌شود خزانه‌های ژنی دو گیاه $۴n$ و $۲n$ از یکدیگر جدا بمانند و همچنان دو گونۀ مجزا از هم محسوب شوند.

۲) این گیاه، چارلاد است اما از نظر محتوای وراثتی با گیاه والد خود تفاوتی ندارد؛ یعنی همان الل‌ها و ژن‌ها را دارد، فقط تعداد این ژن‌ها بیشتر است، بنابراین تغییری در ژنگان آن نسبت به گیاه والد ایجاد نشده است، زیرا همان کروموزوم‌های والدی را دارد.

نکته فنوتیپ متفاوت صرفن به دلیل وجود ژن‌های متفاوت ایجاد نمی‌شود بلکه ممکن است به دلیل تفاوت در تعداد این ژن‌ها (و تعداد فام‌تن‌ها) و در نتیجه، تفاوت در میزان پروتئین تولیدشده باشد مثلن در فرد ناقل هموفیلی چون هم‌چنان پروتئین تولید می‌شود، فرد هموفیل نمی‌شود، اما مثلن در گل مغربی $۴n$ علت تفاوت رنگ گل و ظاهر آن‌ها می‌تواند به علت تفاوت تعداد ژن‌ها باشد.

نکته ژنگان، نشان‌دهندۀ محتوای وراثتی است؛ یعنی فقط نوع کروموزوم مهم است، نه تعداد آن‌ها؛ برای همین برای تعیین ژنگان هسته‌ای، فقط یک نسخه از هر یک از انواع فام‌تن‌ها را در نظر می‌گیریم، مثلن در فرد دارای ژن‌نمود I^AI^B (مربوط به گروه خونی ABO)، الل I^A جدا از الل I^B در نظر گرفته نمی‌شود، بلکه فقط می‌گوییم ژن مربوط به گروه خونی ABO، به عبارتی نوع ژن در نظر گرفته نمی‌شود؛ بلکه فقط وجود یا عدم وجود ژن مرتبط با صفت مد نظر، در نظر گرفته می‌شود.

۳) در پی آمیزش گیاه دولاد (واجدگامت n) با گیاه چارلاد (با گامت $۲n$)، گیاه حاصل سه‌لاد $(۳n)$ است، ولی تخم ضمیمۀ آن می تواند $۴n$ یا $۵n$ باشد. (اگر گیاه نر، $۴n$ باشد و ماده $۲n$ ← اسپرم $۲n$+ یاختۀ دوهسته‌ای $(n + n)$ = تخم ضمیمۀ $۴n$ و اگر گیاه ماده $۴n$ باشد و نر $۲n$ ← یاختۀ دوهسته‌ای $(۲n + ۲n)$+ اسپرم n = تخم ضمیمۀ $۵n$) هم‌چنین پوستۀ دانه نیز می‌تواند $۲n$ یا $۴n$ باشد. از طرفی گیاه $۴n$ اگر گامت طبیعی $۲n$ تولید کند و گونۀ نیایی، گامت غیرطبیعی $۲n$؛ هم‌چنان زاده‌ای $۴n$ تولید خواهد شد!

تست و پاسخ ۷

از نظر تعداد توالی‌های حفظ‌شده در DNA، کدام زوج جاندار بیشترین تعداد توالی‌های مشابه را دارند؟

۱) درخت گیسو و خزه ۲) دلفین و شیرکوهی ۳) دلفین و کوسه ۴) پروانهٔ مونارک و کبوتر خانگی

پاسخ: گزینهٔ ۲ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۴ ـ مطالعات مولکولی)*

پاسخ تشریحی توالی‌هایی از دنا را که در بین گونه‌های مختلف دیده می‌شوند، توالی‌های حفظ‌شده می‌نامند. در جانورانی از گونه‌های متفاوت که خویشاوندی نزدیک‌تری با یکدیگر دارند، تعداد توالی‌های حفظ‌شدهٔ مشابه در دنای آن‌ها بیشتر است. دلفین و شیرکوهی نسبت به سایر گزینه‌ها، خویشاوندی نزدیک‌تری با هم دارند (طبق شکل ۱۱ در فصل ۴ زیست‌شناسی (۳))؛ در نتیجه در دنای آن‌ها تعداد توالی‌های حفظ‌شدهٔ مشابه هم، بیشتر است. به عبارتی دنای آن‌ها شباهت بیشتری به یکدیگر دارد. در مورد ۱، بدانید درخت گیسو نوعی نهان‌دانه است، اما خزه جزء این دسته از گیاهان نیست و طبق کتاب یازدهم، در گروه متفاوتی قرار دارد؛ پس با هم خیلی متفاوت هستند. دلفین و کوسه نسبت به شیرکوهی و دلفین، خویشاوندی دورتری از هم دارند، پس این گزینه هم رد می‌شود. در مورد ۴ بدانید که پروانهٔ مونارک نوعی جانور بی‌مهره است و با کبوتر خانگی که جزء مهره‌داران است، خویشاوندی نزدیک ندارد!

نکته توالی‌های حفظ‌شده نشان‌دهندهٔ ویژگی‌های مشترکی هستند که در جانداران دارای این توالی‌ها دیده می‌شوند؛ پس هر چه دو جاندار، ویژگی‌های مشابه‌تری با هم داشته باشند مثلن هر دو ساختار استخوانی مشابهی داشته باشند، احتمال وجود این توالی‌های حفظ‌شدهٔ مشابه در آن‌ها بیشتر است و خویشاوندی نزدیک‌تری با یکدیگر دارند.

تست و پاسخ ۸

جهش‌ها براساس عوامل ایجادکنندهٔ آن‌ها به چند دسته تقسیم می‌شوند. چند مورد دربارهٔ جهشی درست است که در اثر عواملی با تشکیل دوپار (دیمر) تیمین درون نوعی ژن یاخته‌های پوست انسان همراه است؟

جهش ناشی از اثر پرتو فرابنفش (نوعی عامل جهش‌زای فیزیکی)

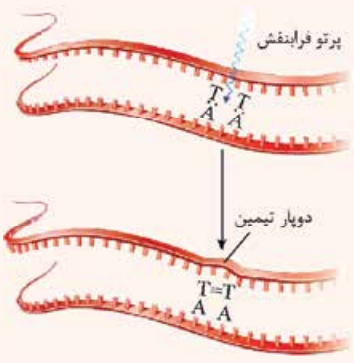
الف) باعث تشکیل پیوندهای هیدروژنی میان دو نوکلئوتید پیریمیدینی در یک رشتهٔ دنا (DNA) می‌شود.
ب) باعث اختلال در حرکت آنزیم دنابسپاراز بر روی نوکلئوتیدهای مولکول دنا (DNA) می‌شود.
ج) ممکن است سبب القای فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ پروتئین‌ها در یاخته شود.
د) ناشی از مصرف ترکیباتی نظیر بنزوپیرن در دود سیگار و قلیان است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ ۲ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۴ ـ تشکیل دوپار تیمین)*

پاسخ تشریحی موارد «ب» و «ج» درست هستند.

درس‌نامه در جهش دوپار تیمین



۱) نوع، تعداد و توالی نوکلئوتیدهای دنا تغییر نمی‌کند.
۲) دو باز آلی تیمین مجاور هم که در یک رشتهٔ دنا قرار دارند، از طریق دو پیوند اشتراکی (غیر فسفودی‌استری) به یکدیگر متصل می‌شوند.
۳) دو نوکلئوتید تیمین‌دار همانند حالت طبیعی از طریق پیوند فسفودی‌استر به یکدیگر متصل هستند (پیوند اشتراکی بین قند و فسفات) و در صورت تشکیل دوپار تیمین، این دو نوکلئوتید، از طریق پیوند اشتراکی بین بازهای آلی‌شان هم به یکدیگر متصل می‌شوند.
۴) شکل مولکول دنا در محل جهش تغییر می‌کند و همین مسئله می‌تواند در همانندسازی اختلال ایجاد کند.
۵) این جهش ممکن است در محل نقطهٔ وارسی G_1 تشخیص داده شود. در این صورت اگر DNA ترمیم نشود، این نقطهٔ وارسی می‌تواند مرگ برنامه‌ریزی‌شده را به راه اندازد و باعث مرگ یاخته شود.

بررسی همهٔ موارد:
الف) در دوپار تیمین، پیوندهای اشتراکی میان دو باز آلی تیمین مجاور هم (نوکلئوتیدهای پیریمیدینی) در یک رشته از دنا ایجاد می‌شود؛ نه پیوندهای هیدروژنی (امکان تشکیل پیوند هیدروژنی بین این بازهای آلی وجود ندارد). هم‌چنین توجه داشته باشید این پیوندهای اشتراکی از نوع فسفودی‌استر نیستند!

نکته در یک مولکول دنا، پیوندهای هیدروژنی میان بازهای مکملی که مقابل هم قرار دارند، ایجاد می‌شود؛ مثلن بین نوکلئوتیدهای آدنین‌دار و تیمین‌دار. پیوند فسفودی‌استر نیز بین قند یک نوکلئوتید با فسفات نوکلئوتید مجاور آن، تشکیل می‌شود (مثلن بین نوکلئوتید A و Tدار در یک رشتهٔ نوکلئیک اسیدی).

ب) اتصال دو باز آلی تیمین مجاور هم در یک رشته از مولکول دنا، سبب تغییر حالت (شکل) مولکول دنا در این بخش می‌شود، پس می‌تواند سبب اختلال در حرکت آنزیم دنابسپاراز بر روی نوکلئوتیدهای ژن شود.

نکته تشکیل دوپارتیمین باعث می‌شود، نوکلئوتیدها در جایگاه فعال آنزیم به درستی قرار نگیرند؛ در نتیجه آنزیم دنابسپاراز نمی‌تواند فعالیت خود را به درستی انجام دهد.

ج) این فرایند، نوعی تغییر در مولکول دنا محسوب می‌شود. در صورت عدم اصلاح این آسیب، و ماندگارشدن آن، طی چرخهٔ یاخته‌ای، ممکن است نقطهٔ وارسی G_1 سبب راه‌اندازی فرایند مرگ برنامه‌ریزی‌شده شود. در این حالت پروتئین‌های تخریب‌کنندهٔ خود یاخته (آنزیم‌های درون یاخته‌ای) به سرعت فعال شده و به تجزیهٔ یاخته می‌پردازند.

نکته در چرخهٔ یاخته‌ای چند نقطهٔ وارسی وجود دارد. یکی از این نقاط، در اواخر مرحلهٔ G_1 قرار دارد و از سلامت دنا مطمئن می‌شود. در صورتی که مولکول دنا آسیب دیده باشد و اصلاح نشود، فرایندهای مرگ برنامه‌ریزی‌شده را راه‌اندازی می‌کند و یاخته می‌میرد!

د) دوپار تیمین به دلیل برخورد اشعهٔ فرابنفش خورشید به یاخته‌ها ایجاد می‌شود و نوعی جهش در اثر عوامل جهش‌زای فیزیکی محسوب می‌شود. بنزوپیرن که در دود سیگار یافت می‌شود، از جمله ترکیبات شیمیایی مؤثر در ایجاد جهش است.

نکته **دربارهٔ پرتو فرابنفش بدانید که:**
انسان به کمک دستگاه‌های ویژه‌ای می‌تواند آن را دریافت کند؛ یعنی خودش نمی‌تواند آن را درک کند اما مثلن گیرنده‌های نوری برخی حشرات مثل زنبور، پرتوهای فرابنفش را نیز دریافت می کنند که این ویژگی به آن‌ها در پیداکردن غذا و گل‌هایی با شهد فراوان کمک می‌کند. گل‌هایی که توسط زنبورهای عسل گرده‌افشانی می‌شود (مثل گل قاصد)، علائمی دارند که فقط در نور فرابنفش دیده می‌شوند. اشعهٔ فرابنفش از عوامل محیطی بروز سرطان است، چراکه این پرتو سبب آفتاب‌سوختگی و آسیب به دنا می‌شود. آسیب به دنا (و ایجاد جهش احتمالی) می‌تواند سبب به هم خوردن تعادل در چرخهٔ یاخته‌ای شود؛ یعنی افزایش یا کاهش سرعت چرخهٔ یاخته‌ای که اگر افزایش یابد می‌تواند منجر به سرطان شود.

تست و پاسخ ۹

گونه‌زایی هم‌میهنی

طبق اطلاعات کتاب درسی، به منظور بروز گونه‌زایی رخ‌داده در شکل زیر در یک جمعیت، همواره لازم است تا .....

۱) ابتدا نوعی رخداد زمین‌شناختی و یا سد جغرافیایی، جمعیت را به دو قسمت تقسیم نماید
۲) طی انجام نوعی تقسیم هسته، عدم تجزیهٔ پروتئین اتصالی در ناحیهٔ سانترومر کروموزوم‌ها صورت گیرد
۳) برخی عوامل، مانع از آمیزش افراد یک گونه، با گروهی دیگر از اعضای همان گونه شوند
۴) نوعی گامت با تنوع اللی متفاوت با گامت‌های طبیعی والدی، در ایجاد زاده‌های نسل بعد نقش داشته باشد

پاسخ: گزینهٔ ۳ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۴ ـ گونه‌زایی هم‌میهنی)*

پاسخ تشریحی شکل، نشان‌دهندهٔ گونه‌زایی هم‌میهنی است.

طبق خط کتاب درسی، «اگر میان افراد یک گونه جدایی تولیدمثلی رخ دهد، آن گاه خزانهٔ ژنی آنها از یکدیگر جدا و احتمال تشکیل گونه جدید فراهم می‌شود. منظور از جدایی تولیدمثلی، عواملی است که مانع آمیزش بعضی از افراد یک گونه با بعضی دیگر از افراد همان گونه می‌شوند.»

نکته در هر دو گونه‌زایی (هم‌میهنی و دگرمیهنی) جدایی تولید مثلی رخ می‌دهد، مثلن در گونه‌زایی هم‌میهنی به دلیل متفاوت‌شدن زمان تولید مثل و یا تغییر در تعداد فام‌تن‌های یاخته، بین افراد دو گونه، آمیزش رخ نمی‌دهد یا در گونه‌زایی دگرمیهنی به علت جدایی مکانی، امکان آمیزش وجود ندارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) این مورد مربوط به گونه‌زایی دگرمیهنی است؛ نه هم‌میهنی. این مانع جغرافیایی به همراه عوامل برهم‌زنندهٔ تعادل و کراسینگ‌اور، در ایجاد گونهٔ جدید نقش دارد.

۲ گونه‌زایی هم‌میهنی به دلایل مختلفی رخ می‌دهد؛ یکی از دلایل آن تشکیل گامت‌هایی هست که به دلیل جهش پلی‌پلوئیدی، عدد کروموزومی متفاوتی با گامت طبیعی دارند که به دنبال لقاح این گامت‌های غیرطبیعی، ایجاد گونهٔ جدید ممکن می‌شود. تجزیهٔ پروتئین اتصالی در ناحیهٔ سانترومر، در میوز۲ و یا میتوز رخ می‌دهد که در صورت تجزیه‌نشدن آن، احتمال تشکیل گامت‌های غیرطبیعی از نظر تعداد فام‌تن‌ها وجود دارد، اما دقت کنید تشکیل این نوع گامت‌ها می‌تواند به دلیل خطا در تقسیم میوز ۱ هم باشد که همهٔ فام‌تن‌ها به یکی از یاخته‌ها می‌رسند؛ در چنین زمانی هم، امکان تشکیل گونهٔ جدید، طی گونه‌زایی هم‌میهنی وجود دارد. دقت کنید طی تقسیم میوز ۱، تجزیهٔ پروتئین اتصالی و جداشدن کروماتیدهای خواهری رخ نمی‌دهد.

نکته اختلال در عملکرد پروتئین‌ها، منجر به تشکیل گامت‌های غیرطبیعی می‌شود مثلن اختلال در عملکرد آنزیم‌هایی که در تجزیهٔ پروتئین سانترومر نقش دارند یا اختلال در عملکرد رشته‌های دوک تقسیم حین میوز ۱، مثلن به دلیل تخریب رشته‌های دوک، همهٔ فام‌تن‌ها به یک بخش یاخته بروند.

۴ وجود گامت متفاوت با گامت والدی سبب گونه‌زایی می‌شود اما این گامت لزومن از نظر تنوع اللی متفاوت نیست؛ بلکه ممکن است همان الل‌ها را داشته باشد، اما تعداد فام‌تن‌ها متفاوت باشد.

	گونه‌زایی دگرمیهنی	گونه‌زایی هم‌میهنی
توقف نوعی عامل مؤثر در خارج‌کردن جمعیت از تعادل در ابتدای آن ضروری است.	✓	×
با ایجاد جدایی تولیدمثلی همراه است.	✓	✓
جدایی تولیدمثلی و گونه‌زایی در یک نسل رخ می‌دهد.	×	✓
بر اثر تغییرات تدریجی در نسل‌های متعدد، گونهٔ جدید ایجاد می‌شود.	✓	×
ابتدا ارتباط فیزیکی (محل زندگی) بین دو بخش از جمعیت قطع می‌شود.	✓	×
در جمعیت‌های ساکن یک زیستگاه صورت می‌گیرد.	×	✓
هنگام پیدایش گیاهان چندلادی رخ می‌دهد.	×	✓
در صورت جدایی جغرافیایی رخ می‌دهد.	✓	×
در آن افراد گونهٔ جدید قادر به آمیزش موفقیت‌آمیز با گونهٔ نیایی خود نیستند.	✓	✓

نکته در گونه‌زایی دگرمیهنی، حتمن بعد از جداشدن دو جمعیت در اثر عوامل جغرافیایی، باید عواملی مثل جهش، نوترکیبی و ... فعالیت کنند تا زمینهٔ ایجاد گونهٔ جدید فراهم شود، اما در گونه‌زایی هم‌میهنی این گونه نیست؛ بلکه اول این عامل(ها) فعالیت می‌کند (مثلن جهش‌های بزرگ عددی) تا گونهٔ جدید ایجاد شود.

تست و پاسخ ۱۰

کدام گزینه، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«با توجه به ناهنجاری‌های مطرح‌شده در کتاب درسی، اگر در پی نوعی از جهش‌های بزرگ و ساختاری از یک فام‌تن طبیعی و مضاعف‌نشده قطعه‌ای جدا و ..... ، به طور حتم ..... .»

حذف + مضاعف‌شدگی + جابه‌جایی + واژگونی

۱) هرگز به همان فام‌تن متصل نشود ـ شکل دو فام‌تن دستخوش تغییر می‌شود
۲) تنها به فام‌تن غیرهمتای خود متصل شود ـ هر صفت، فقط یک ژن در فام‌تن جهش‌یافته خواهد داشت
۳) فقط به همان فام‌تن متصل شود ـ محل سانترومر نسبت به دو انتهای فام‌تن دستخوش تغییر نخواهد شد
۴) تنها به فام‌تن همتای خود متصل شود ـ ترکیبی از دو نوع ناهنجاری فام‌تنی در یاخته رخ داده است

پاسخ: گزینهٔ ۴ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۴ ـ ناهنجاری ساختاری)*

پاسخ تشریحی در جهش مضاعف‌شدگی، قطعه‌ای از یک فام‌تن جدا شده و به فام‌تن همتایش متصل می‌شود. طبق سؤال کنکور ۱۴۰۱،جهش مضاعف‌شدگی ترکیبی از دو جهش حذف و جابه‌جایی است! چراکه این قطعه از فام‌تن اولی حذف شده و به فام‌تن دیگری جابه‌جا شده است.

نکته طی جهش مضاعف‌شدگی، همواره دو فام‌تن دستخوش تغییر می‌شوند؛ اما در جهش حذف و جابه‌جایی لزومن این‌گونه نیست در حذف که همواره فقط یک فام‌تن تغییر می‌کند و در جابه‌جایی هم زمانی که جابه‌جایی بین بخش‌های مختلف یک فام‌تن باشد، فقط همان فام‌تن تغییر می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در جهش‌های حذفی، مضاعف‌شدگی و نوعی از جابه‌جایی (جابه‌جایی بین دو فام‌تن غیرهمتا) قطعه‌ای که از یک فام‌تن جدا می‌شود، هرگز به همان فام‌تن متصل نمی‌شود. در جهش حذفی فقط شکل یک فام‌تن، ولی در جهش مضاعف‌شدگی و این نوع از جابه‌جایی، شکل دو فام‌تن می‌تواند تغییر کند.

۲) در نوعی از جهش جابه‌جایی این امکان وجود دارد که قطعه‌ای از یک فام‌تن جدا شود و به فام‌تن غیرهمتای خود متصل شود! در صفات تک‌جایگاهی، ژن مربوط به یک صفت، در دو فام‌تن همتای هم دیده می‌شود اما فرض کنید، یک صفت چندجایگاهی باشد و این جایگاه‌ها در فام‌تن‌های غیرهمتا باشند، (مثلن یکی در فام‌تن ۱ و دیگری در فام‌تن ۲)، در این شرایط، در صورتی که جابه‌جایی قطعهٔ کروموزوم حاوی این ژن، بین این دو فام تن رخ دهد، در یکی از آن‌ها این امکان وجود دارد که هر دو ژن مربوط به این صفت دیده شود و در فام‌تن دیگر هیچ ژنی مربوط به این صفت مشاهده نشود.

۳) در جهش واژگونی، قطعهٔ جداشده از یک فام‌تن، فقط به همان فام‌تن و به صورت برعکس حالت اولیه در همان محل، متصل می‌شود. در این نوع جهش، با توجه به محل شکست و اتصال قطعه، محل سانترومر (نسبت به دو انتهای فام‌تن) می‌تواند دستخوش تغییر شود و یا نشود! دقت کنید در نوعی از جابه‌جایی نیز، قطعهٔ شکسته‌شده می‌تواند فقط در همان فام‌تن (در بخش دیگری از همان فام‌تن) قرار بگیرد. در این حالت هم امکان تغییر محل سانترومر وجود دارد.

تست و پاسخ ۱۱

کدام مورد نادرست است؟

۱) رانش دگره‌ای برخلاف انتخاب طبیعی، می‌تواند توان بقای یک جمعیت را در شرایط جدید کاهش دهد.

۲) جهش همانند شارش ژن، می‌تواند فراوانی برخی از دگره‌های درون جمعیت را افزایش دهد.

۳) آمیزش غیرتصادفی همانند انتخاب طبیعی، می‌تواند به رخ‌نمود افراد یک جمعیت وابستگی داشته باشد.

۴) رانش دگره‌ای برخلاف انتخاب طبیعی، بدون توجه به سازگاری دگره‌ها، باعث تغییر فراوانی آن‌ها می‌شود.

پاسخ: گزینهٔ ۱ *(زیست دوازدهم – فصل ۴ – عوامل برهم‌زنندهٔ تعادل در جمعیت)*

پاسخ تشریحی رانش دگره‌ای به‌دلیل حذف تصادفی برخی از افراد جمعیت و انتخاب طبیعی، با حذف افراد ناسازگار با محیط، می‌توانند منجر به کاهش تفاوت‌های فردی میان افراد یک جمعیت (تنوع در جمعیت) شده و در نهایت، توان بقای جمعیت را کاهش دهند. به عبارتی به دنبال وقوع این فرایندها احتمال دارد که افراد یک جمعیت از لحاظ فنوتیپی و ژنوتیپی به هم شبیه‌تر شوند و هر چه‌قدر تنوع و گوناگونی کم‌تر باشد، توان بقای جمعیت در شرایط محیطی جدید کم‌تر است، چراکه مثلن به دلیل نامساعدشدن شرایط محیطی (شرایط جدید) همه در یک وضعیت مشابه هستند و اگر ناسازگار باشند، به راحتی از بین می‌رود.

نکته از بین عوامل برهم‌زنندهٔ تعادل در جمعیت، جهش با ایجاد الل‌های جدید و ایجاد تنوع در جمعیت و شارش ژن با آوردن الل‌های جدید ممکن است تنوع افراد جمعیت را افزایش دهند؛ هر چه تنوع بیشتر، توان بقای جمعیت در شرایط محیطی جدید هم بیشتر خواهد بود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) جهش با ایجاد الل‌های جدید و شارش ژنی نیز با واردکردن افراد جدید (و در نتیجه واردکردن الل‌های جدید) به یک جمعیت، می‌توانند فراوانی برخی از الل‌ها را افزایش دهند.

۳) آمیزش غیرتصادفی (یعنی فرد می‌رود و انتخاب می‌کند که با چه کسی ازدواج کند که خب ظاهر هم خیلی مهمه واسش!) و انتخاب طبیعی، هر دو می‌توانند به رخ‌نمود افراد جمعیت بستگی داشته باشند. مثلن طاووس ماده، جانور نری را انتخاب می‌کند که پرهای درخشان‌تر و رنگی‌تری داشته باشد (فنوتیپ بهتر) در مورد انتخاب طبیعی هم می‌توان گفت مثلن همین طاووس نر، اگر ویژگی‌های ظاهری خوبی نداشته باشد، علاوه بر این‌که در جفت‌گیری موفق نیست، ممکن است توان بقای کم‌تری هم داشته باشد، به همین دلیل توسط انتخاب طبیعی حذف می‌شود.

نکته فنوتیپ به نوعی نشان‌دهندهٔ ژنوتیپ فرد است؛ به عبارتی اگر فردی از لحاظ فنوتیپی، صفات خوبی را ظاهر کرده باشد، نشان دهندهٔ این است که ژن‌های خوبی دارد؛ بیان ژن‌ها منجر به تولید پروتئین‌هایی می‌شود که شکل ظاهری صفت را تعیین می‌کنند.

آمیزش تصادفی	آمیزش غیرتصادفی
آمیزشی که در آن احتمال آمیزش **هر فرد با افراد جنس دیگر** در آن جمعیت **یکسان** است.	آمیزشی که در آن احتمال آمیزش **هر فرد با افراد جنس دیگر** در آن جمعیت **یکسان** نیست.
به فنوتیپ و ژنوتیپ افراد ارتباطی ندارد.	ژنوتیپ و فنوتیپ افراد در این آمیزش تأثیرگذار است.

آمیزش تصادفی	آمیزش غیرتصادفی
فراوانی نسبی ژنوتیپ‌ها را تغییر نمی‌دهد.	فراوانی نسبی ژنوتیپ‌ها را تغییر می‌دهد.
لازمهٔ متعادل‌بودن یک جمعیت است.	سبب خارج‌شدن جمعیت از تعادل می‌شود.

۴ رانش دگره‌ای در اثر رویدادهای تصادفی نظیر سیل و زلزله، باعث تغییر فراوانی دگره‌ای می‌شود، *یعنی اثر رویدادهای تصادفی به سازگاربودن و ناسازگاربودن بستگی نداره و افراد ناسازگار هم می‌تونن بقا پیدا کنن!* طی انتخاب طبیعی افراد سازگارتر با محیط یعنی آن‌هایی که شانس بیشتری برای زنده‌ماندن و تولید مثل دارند، انتخاب می‌شوند. در رانش دگره‌ای برخلاف انتخاب طبیعی، تغییر فراوانی، ارتباطی با سازگاری آن‌ها با محیط ندارد.

نکته دقت کنید طی رانش دگره‌ای هم ممکن است فقط افراد سازگار باقی بمانند؛ یعنی ممکن است به افزایش سازگاری جمعیت باقی‌مانده منجر شود، اما دقت کنید این حالت هم تصادفی است؛ یعنی تصادفن فقط سازگارها انتخاب شدند، نه به دلیل این‌که سازگار بودن!

تست و پاسخ ۱۲

کدام گزینه، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«به طور معمول در فرایند اسپرم‌زایی انسان، در هر یاخته ای که ..... است، امکان وقوع ..... نیز وجود دارد.»

۱) وقوع جهش مضاعف‌شدگی ممکن ـ کراسینگ‌اور

۲) ایجاد جهش جابه‌جایی ممکن ـ پدیدهٔ با هم ماندن فام‌تن‌ها

۳) تعیین‌کنندهٔ اصلی ترکیب دگره‌ای در گامت‌ها ـ کراسینگ‌اور

۴) تبادل قطعهٔ کروموزومی بین فامینک‌های غیرخواهری ممکن ـ نوترکیبی بین فام‌تن‌های جنسی

پاسخ: گزینهٔ ۳ *(زیست دوازدهم – فصل ۴ – جهش و تغییر در فام‌تن)*

پاسخ تشریحی ترکیب دگره‌ای گامت‌ها طی متافاز میوز ۱ (بعد از وقوع کراسینگ‌اور و قرارگیری فام‌تن‌ها در استوای یاخته) تعیین می‌شود؛ در فرایند گامت‌زایی، اسپرماتوسیت اولیه توان انجام میوز ۱ را دارد. در این یاخته‌ها امکان وقوع کراسینگ‌اور نیز وجود دارد. چراکه این فرایند طی پروفاز ۱ و در پی جفت‌شدن فام‌تن‌های همتا (تشکیل تتراد) رخ می‌دهد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ جهش مضاعف‌شدگی در یاخته‌های دولاد $(2n)$ که فام‌تن‌های همتا دارند، قابل رخ دادن است. کراسینگ‌اور، فقط در یاخته‌های دولادی که می‌توانند میوز ۱ انجام دهند قابل روی دادن است، لذا اسپرماتوگونی یاخته‌ای است که امکان وقوع جهش مضاعف‌شدگی در آن وجود دارد؛ اما امکان وقوع کراسینگ‌اور، خیر! اسپرماتوگونی، فقط می‌تواند میتوز انجام دهد.

۲ جهش جابه‌جایی در همهٔ یاخته‌های تک‌لاد و دولاد قابل وقوع است. با هم ماندن فام‌تن‌ها طی میوز یا میتوز رخ می‌دهد، پس تنها در یاخته‌های دارای قابلیت تقسیم رخ می‌دهد، لذا در یاخته‌هایی مانند اسپرم و اسپرماتید رخ نمی‌دهد.

نکته با هم ماندن فام‌تن‌ها در میوز، هم می‌تواند طی میوز ۱ رخ دهد (جدانشدن فام‌تن‌های همتا از یکدیگر) و هم طی میوز ۲ و یا میتوز (جدانشدن کروماتیدهای خواهری از هم)؛ در همهٔ این حالت‌ها یاخته‌ای ایجاد می‌شود که تعداد فام‌تن‌های بیشتری نسبت به حالت طبیعی دارد. این پدیده اگر طی گامت‌زایی رخ دهد، می‌تواند منجر به پدیدهٔ چندلادی‌شدن شود.

جهش جابه‌جایی	جهش مضاعف‌شدگی
می‌تواند بین دو فام‌تن غیرهمتا صورت بگیرد.	بین دو فام‌تن همتا صورت می‌گیرد.
قطعهٔ جداشده از یک فام‌تن ممکن است به بخش دیگری از همان فام‌تن متصل شود.	قطعهٔ جداشده از یک فام‌تن قطعن به یک فام‌تن دیگر (همتایش) متصل می‌شود.
به دنبال آن طول فام‌تنی که قطعه از آن جدا می‌شود می‌تواند ثابت (در صورت جابه‌جایی در همان کروماتید) و یا کاهش یابد.	به دنبال آن طول فام‌تنی که قطعه از آن جدا می‌شود قطعن کاهش می‌یابد و طول فام‌تن همتا، افزایش می‌یابد.
در بدن یک مرد می‌تواند بین دو فام‌تن جنسی رخ دهد.	در زنان می‌تواند بین دو فام‌تن جنسی رخ دهد. اما در مردان، فام‌تن‌های جنسی همتا نیستند.

جهش جابه‌جایی	جهش مضاعف‌شدگی
در یاخته‌ها با هر عدد کروموزومی امکان‌پذیر است.	در یاخته یا جانداران هاپلوئید نمی‌تواند انجام شود.
می‌توانند باعث قرارگیری ۲ نسخهٔ کاملن مشابه از یک یا چند ژن بر روی یک کروماتید از یک فام‌تن شوند. (مضاعف‌شدگی که خیلی تابلو است! ☺ در جابه‌جایی هم در صورتی که فام‌تن مضاعف باشد، قطعه می‌تواند بین دو کروماتید خواهری مبادله شود)	

۴ فامینک‌های غیرخواهری در اسپرماتوسیت اولیه دیده می‌شوند (این یاخته، فام‌تن‌های همتای دوکروماتیدی دارد)؛ نوترکیبی (کراسینگ‌اور) بین کروماتیدهای غیرخواهری فام‌تن‌های همتا رخ می‌دهد، در انسان، فام‌تن‌های جنسی X و Y با یکدیگر همتا نیستند. از طرفی دقت کنید در اسپرماتوگونی هم می‌توان فام‌تن‌های همتای مضاعف و در نتیجه کروماتیدهای غیرخواهری را دید که در این یاخته‌ها، نوترکیبی رخ نمی‌دهد.

نکته وقتی از تبادل قطعات کروموزومی حرف می‌زنیم، یعنی جابه‌جایی دوطرفه، یعنی از یکی برود به دیگری و از دیگری بیاید به این یکی، درست مانند چیزی که در کراسینگ‌اور رخ می‌دهد.

تست و پاسخ ۱۳

مطابق اطلاعات کتاب درسی و در خصوص شواهد تغییر گونه‌ها، کدام مورد نادرست است؟

۱) به طور حتم گونه‌هایی که دارای ساختارهای همتا هستند، دارای حداقل یک نیای مشترک هستند.

۲) هر دو ساختاری که طرح ساختاری متفاوت و کار یکسان دارند، می‌توانند برای رده‌بندی جانداران مورد استفاده قرار گیرند.

۳) هر چه توالی‌های آمینواسیدی دو جاندار شبیه‌تر باشد، می‌توان گفت نیای مشترک آن‌ها، در گذشتهٔ نزدیک‌تری زندگی می‌کرده است.

۴) پاسخ دفاعی یک جاندار به محیط، می‌تواند منجر به ایجاد ساختاری شود که نشان می‌دهد در زمان‌های مختلف، زندگی به اشکال مختلف جریان داشته است.

پاسخ: گزینهٔ ۲ *(زیست دوازدهم – فصل ۴ – شواهد تغییر گونه‌ها)*

پاسخ تشریحی ساختارهایی را که کار یکسان اما طرح ساختاری متفاوت دارند، ساختارهای آنالوگ می‌نامند. این ساختارها نشان می‌دهند که برای پاسخ به یک نیاز مشترک، جانداران به روش‌های مختلفی سازش پیدا کرده‌اند. ساختارهای آنالوگ برخلاف ساختارهای همتا، در رده‌بندی جانوران کاربردی ندارند.

نکته ساختارهای همتا، طرح ساختاری یکسان دارند، اما کار آن‌ها می‌تواند متفاوت یا یکسان باشد، بنابراین هر دو ساختار با کار یکسان، لزومن آنالوگ نیستند بلکه می‌توانند همتا باشند، اگر طرح ساختاری یکسان هم داشته باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ زیست‌شناسان بر این باورند که گونه‌های دارای ساختارهای همتا، نیای مشترکی دارند؛ یعنی این‌که در گذشته از گونهٔ مشترکی مشتق شده‌اند. به همین علت این شباهت‌ها میان آن‌ها دیده می‌شود. گونه‌هایی را که نیای مشترکی دارند، گونه‌های خویشاوند می‌گویند.

نکته جانداران می‌توانند بیش از یک نیای مشترک داشته باشند، مثلن در شکل ۱۱ کتاب درسی در فصل ۴، شیرکوهی و دلفین یک نیای مشترک دارند که پستاندار است، این دو یک نیای مشترک دیگر هم دارند که مهره‌دار است ولی لزومن پستاندار نیست. کوسه هم با این جانوران، این نیای مشترک را دارد.

۳ گروهی از توالی‌های دنا یا ژن‌ها می‌توانند در نهایت پس از رونویسی و ترجمهٔ رنای پیک حاصل، به پروتئین بیان شوند، پس توالی نوکلئوتیدی ژن، تعیین‌کنندهٔ توالی آمینواسیدی پروتئین است؛ در نتیجه می‌توان گفت، شباهت در توالی آمینواسیدی پروتئین‌ها به نوعی نشان‌دهندهٔ شباهت در توالی ژن‌هاست، حالا هرچه توالی‌های دنای دو جاندار شباهت بیشتری به هم داشته باشد، خویشاوندی نزدیک‌تری با هم دارند و می‌توان گفت، نیای مشترک آن‌ها در گذشتهٔ نزدیک‌تری زندگی می‌کرده است.

۴ بعضی گیاهان در پاسخ به زخم (پاسخ‌هایی از جنس دفاع)، ترکیباتی ترشح می‌کنند که در محافظت از آن‌ها نقش دارند. گاه حجم این ترکیبات به قدری زیاد است که حشره در آن به دام می‌افتد. با سخت‌شدن این ترکیبات، سنگواره‌هایی ایجاد می‌شود که حشره در آن حفظ شده است. براساس مطلب کتاب درسی در فصل چهارم زیست دوازدهم، می‌دانیم که، سنگواره‌ها نشان می‌دهند که در زمان‌های مختلف، زندگی به شکل‌های مختلفی جریان داشته است.

تست و پاسخ ۱۴

طبق اطلاعات کتاب درسی، چند مورد، مشخصهٔ همهٔ جهش‌های کوچکی را بیان می‌کند که می‌توانند بر طول رشتهٔ پلی‌پپتیدی مربوط به ساخت نوعی آنزیم درون یاخته‌ای اثرگذار باشند؟

برخی انواع جهش جانشینی + جهش‌های کوچک حذف و اضافه

الف) به‌طور حتم با تغییر توالی سه‌نوکلئوتیدی مربوط به کدون پایان همراه هستند.

ب) به طور حتم، مدت‌زمان تبدیل پیش‌ماده به فراورده توسط آنزیم را به شدت تغییر می‌دهند.

ج) فقط در برخی مواقع، می‌توانند توالی نوکلئوتیدی مولکول خطی تولیدشده، در پی الگو قرارگیری دنا را، تغییر دهند.

د) ممکن نیست توالی سه‌نوکلئوتیدی کدون آغاز را که به آمینواسید متیونین ترجمه می‌شود، تغییر دهند.

۱) صفر ۲) یک ۳) دو ۴) سه

پاسخ: گزینهٔ ۱ *(زیست دوازدهم - فصل ۴ - جهش‌های کوچک)*

پاسخ تشریحی تمامی موارد نادرست هستند.

خودت حل کنی بهتره از میان جهش‌های کوچک، برخی جهش‌های جانشینی (جهش بی‌معنا) و جهش‌های حذف و اضافهٔ مؤثر برتوالی ژن می‌توانند بر طول رشتهٔ پلی‌پپتیدی حاصل از بیان ژن اثرگذار باشند. جهش جانشینی با ایجاد کدون پایان زودتر از موعد و یا تغییر کدون پایان به رمزهٔ یک آمینواسید می‌تواند طول رشتهٔ پلی‌پپتیدی را تغییر دهد. جهش‌های حذف و اضافه هم، با تغییر تعداد نوکلئوتیدها می‌توانند این کار را انجام دهند.

بررسی همهٔ موارد:

الف) در گروهی از جهش‌های کوچک حذف و اضافه، حذف و یا اضافه شدن نوکلئوتیدها در توالی بین کدون آغاز و کدون پایان رخ می‌دهد و در نتیجه، طول رنای پیک و در نتیجه، طول رشتهٔ پلی‌پپتیدی حاصل از آن، می‌تواند تغییر کند، در این شرایط توالی سه‌نوکلئوتیدی کدون پایان تغییر نخواهد کرد.

نکته جهش می‌تواند به‌گونه‌ای رخ دهد که توالی کدون پایان از بین برود، در این شرایط امکان دارد رشتهٔ پلی‌پپتیدی طویل‌تری ساخته شود؛ دقت کنید هر نوع جهش حذف، لزومن منجر به تشکیل رشتهٔ پلی‌پپتیدی کوتاه‌تر نمی‌شود مثلن اگر این جهش، منجر به حذف کدون پایان شود، می‌تواند منجر به ساخته‌شدن پلی‌پپتید طویل‌تر شود؛ این مسئله برای جهش اضافه هم درست است مثلن اگر سبب شود کدون پایان در محلی قبل از کدون پایان اولیه ایجاد شود، رشتهٔ پلی‌پپتیدی کوتاه‌تری ساخته می‌شود، حتی با این‌که تعدادی نوکلئوتید به دنا اضافه شده است.

ب) اگر جهش انجام‌شده به گونه‌ای باشد که شکل و عملکرد جایگاه فعال آنزیم را تغییر ندهد، بر فعالیت آنزیم نیز اثر چندانی نمی‌گذارد؛ بنابراین مدت‌زمان تبدیل پیش‌ماده به فراورده را به شدت تغییر نمی‌دهد.

نکته در جهش‌های خاموش، چون کلن توالی آمینواسیدی تغییر نمی‌کند، تأثیری هم بر عملکرد پروتئین حاصل ندارد، اما در جهش‌های جانشینی غیرخاموش، علی‌رغم تغییر در توالی آمینواسیدی، ممکن است عملکرد پروتئین تغییر نکند مثلن اگر یک آمینواسید با خاصیت اسیدی جانشین یک آمینواسید دیگر با خاصیت اسیدی شود ممکن است شکل سه‌بعدی پروتئین و ... تغییر نکند؛ در نتیجه عملکرد آن هم تغییر چندانی نکند!

ج) همهٔ این جهش‌ها، توالی نوکلئوتیدی مولکول رنای پیک حاصل از رونویسی ژن را تغییر می‌دهند. این گزینه به دلیل قید «فقط در برخی مواقع» غلط است.

نکته در نتیجهٔ جهش‌های کوچک، حذف، اضافه و جانشینی، به طور حتم توالی نوکلئوتیدی بخشی از دنا، نسبت به قبل تغییر می‌کند که در صورت رونویسی‌شدن، توالی رنای حاصل هم می‌تواند تغییر کند اما توالی آمینواسیدی پروتئین بسته به محل جهش و حتی نوع آن، می‌تواند تغییر کند یا نکند! مثلن اگر جهش در توالی‌های اینترون رخ دهد، توالی پروتئین بدون تغییر خواهد بود!

نکته هر جهشی که در یک ژن رخ می‌دهد، لزومن در رنای حاصل از رونویسی آن اثر نمی‌گذارد، مثلن طی تشکیل دوپار تیمین چون توالی دنا تغییری نمی‌کند، پس رنای حاصل از رونویسی نیز می‌تواند بدون تغییر باشد (مثلن اگر جهش دوپارتیمین در رشتهٔ رمزگذار یک ژن رخ داده باشد، تأثیری درتوالی رشتهٔ الگو و رونویسی ندارد)؛ این جهش، همانندسازی را با اختلال مواجه می‌کند. از طرفی یک جهش ممکن است در توالی رنای پیک اولیه (نابالغ) اثر بگذارد، اما لزومن در فعالیت یاخته اختلال ایجاد نکند؛ مثلن ممکن است در توالی اینترون رخ داده باشد یا حتی یک جهش خاموش باشد.

د) چرا ممکن است، اگر جهش رمز مربوط به کدون آغاز در DNA (ژن) را تغییر دهد، در این شرایط امکان دارد کدون آغاز در بخش‌های جلوتری تشکیل شود و پلی‌پپتیدی کوتاه‌تر ایجاد شود.

تست و پاسخ ۱۵

کدام مورد، برای تکمیل عبارت زیر نامناسب است؟

«به طور معمول در فرایند زامه (اسپرم)زایی یک مرد بالغ، در صورت جدانشدن فام‌تن (کروموزوم)ها فقط در مرحلهٔ ..... گامت‌هایی که نهایتاً حاصل می‌شوند، در صورت لقاح‌یافتن با گامت مادهٔ طبیعی، یاختهٔ تخمی با تعداد فام‌تن (کروموزوم)های ..... تولید می‌کنند.» (با در نظر گرفتن این موضوع که طی آنافاز ۲، جدانشدن فام‌تن‌ها، فقط در یکی از یاخته‌ها رخ می‌دهد.)

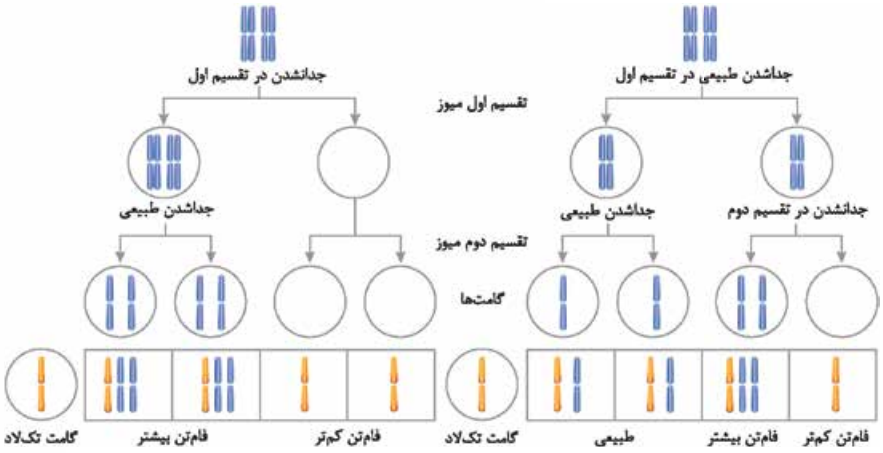
۱) آنافاز ۲، نیمی از ـ طبیعی
۲) آنافاز ۱، همهٔ ـ غیرطبیعی
۳) آنافاز ۲، نیمی از ـ بیشتر از حالت طبیعی
۴) آنافاز ۱، بعضی از ـ کم‌تر از حالت طبیعی

پاسخ: گزینهٔ ۳ *(زیست دوازدهم – فصل ۴ – جدا نشدن فام‌تن‌ها حین میوز)*

پاسخ تشریحی اسپرماتوسیت اولیه، تقسیم میوز۱ و اسپرماتوسیت ثانویه، میوز۲ انجام می‌دهد. مطابق شکل، نیمی از گامت‌های حاصل از میوز۲ (در صورتی‌که فقط در یکی از اسپرماتوسیت‌های ثانویه، خطای با هم ماندن طی آنافاز میوز ۲ رخ دهد)، می‌توانند به تولید یاختهٔ تخمی دارای تعداد کروموزوم‌های طبیعی منجر شوند و یکی از چهار گامت حاصل (۲۵ درصد از گامت‌ها) به تولید تخمی با کروموزوم‌های کم‌تر از حالت طبیعی و یک گامت دیگر نیز (۲۵ درصد از گامت‌ها) به تولید یاختهٔ تخمی با کروموزوم‌های بیشتر از حالت طبیعی منجر می‌شود (درستی ۱ و نادرستی ۳).

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ و ۴ : همهٔ گامت‌های ایجادشده در پی وقوع خطا در میوز۱، تعداد کروموزوم غیرطبیعی دارند؛ به گونه‌ای که نیمی از آن‌ها می‌توانند به تولید یاختهٔ تخمی با تعداد کروموزوم‌های بیشتر و نیمی دیگر به تولید یاختهٔ تخمی با تعداد کروموزوم‌های کم‌تر نسبت به حالت طبیعی منجر شوند.



تست و پاسخ ۱۶

عوامل برهم‌زنندهٔ تعادل جمعیت‌ها به پنج دسته تقسیم می‌شوند. در زیر، توصیفاتی آورده شده است که هر کدام را می‌توان به یک یا تعدادی از این عوامل نسبت داد. کدام گزینه، این توصیفات را براساس امکان نسبت‌دادن آن‌ها به تعداد بیشتری از این عوامل، مرتب کرده است؟ (بدون در نظرگرفتن شرایط گونه‌زایی)

جهش + رانش ژن + شارش ژن + آمیزش غیرتصادفی + انتخاب طبیعی

الف) موجب افزودن دگرهٔ جدید به خزانهٔ ژنی یک جمعیت می‌شود.
ب) در صورت وقوع، به صورت مستقیم بر خزانهٔ ژنی دو جمعیت تأثیر می‌گذارد.
ج) می‌تواند با افزایش فراوانی نسبی برخی از دگره‌ها در جمعیت همراه باشد.
د) منجر به کاهش تفاوت‌های فردی در افراد موجود در یک جمعیت خواهد شد.

۱) ج ـ د ـ الف ـ ب
۲) الف ـ د ـ ج ـ ب
۳) الف ـ ج ـ ب ـ د
۴) ج ـ الف ـ ب ـ د

پاسخ: گزینهٔ ۱ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۴ ـ عوامل برهم‌زنندهٔ تعادل در جمعیت)*

مشاوره در این سؤال، با قالب تستی جدیدی مواجه هستیم که جواب دادن بهش تسلط زیادی روی مطلب و تمرکز زیادی روی سؤال می‌طلبه! (چه جملهٔ سختی شد!) به هر حال لازمه که توی آزمون‌های آزمایشی با قالب‌های طراحی جدید هم آشنا بشیم که کنکور نتونه غافلگیر مون کنه!

پاسخ تشریحی بررسی موارد:

الف) دو عامل: عواملی که می‌توانند موجب افزودن دگرهٔ جدید به خزانهٔ ژنی یک جمعیت شوند، شامل شارش ژنی و جهش هستند.

نکته دقت کنید در جهش، خود افراد همان جمعیت دچار تغییر می‌شوند، مثلن به دلیل اثر پرتو فرابنفش یا مواد شیمیایی، الل جدید ایجاد می‌شود اما در شارش ژن، این الل‌ها از جای دیگری (جمعیت مبدأ) به جمعیت مقصد وارد می‌شوند؛ در واقع ایجاد الل جدید با تغییر در مادهٔ وراثتی فقط در طی جهش می‌تواند رخ دهد، نه در شارش ژن!

ب) یک عامل: شارش ژنی می‌تواند به صورت مستقیم بر دو جمعیت تأثیر بگذارد. بقیهٔ موارد، در یک جمعیت رخ می‌دهند، اما شارش همواره بین دو جمعیت رخ می‌دهد که گاهی به شکل یک‌طرفه (فقط از مبدأ به مقصد) و گاهی هم دوطرفه (بین مبدأ و مقصد) انجام می‌شود.

نکته به طور معمول شارش ژنی بین جمعیت‌هایی رخ می‌دهد که از یک گونه باشند؛ یعنی بتوانند با یکدیگر آمیزش کنند و فرزندان زایا و زیستا به‌وجود بیاورند. در غیر این صورت، الل‌های جمعیت مبدأ به خزانهٔ ژنی جمعیت مقصد به شکل دائمی وارد نمی‌شود.

ج) پنج عامل: همهٔ عوامل برهم‌زنندهٔ تعادل جمعیت‌ها، می‌توانند باعث افزایش فراوانی نسبی برخی دگره‌ها در جمعیت شوند.

نکته عوامل برهم‌زنندهٔ تعادل، با ایجاد تغییرات در جمعیت، می‌توانند فراوانی نسبی برخی الل‌ها را افزایش و فراوانی نسبی برخی دیگر را کاهش دهند. اما دقت کنید مجموع فراوانی نسبی الل‌ها در جمعیت همواره ثابت و برابر یک است.

نکته جهش اگر منجر به ایجاد الل سازگارتر شود، می‌تواند به شکل غیرمستقیم در افزایش فراوانی این الل مؤثر باشد. در رانش دگره‌ای به دلیل حذف تصادفی برخی الل‌ها و در انتخاب طبیعی، به دلیل حذف غیرتصادفی برخی الل‌ها، فراوانی نسبی الل‌های باقی‌مانده افزایش می‌یابد. در شارش ژنی هم، الل‌هایی که به جمعیت وارد می‌شوند، ممکن است در افزایش فراوانی نسبی برخی الل‌ها مؤثر باشند.

نکته رانش دگره‌ای همواره سبب شبیه‌شدن افراد جمعیت نمی‌شود، چرا؟ چون پدیدهٔ تصادفی است و ممکن است موجب حذف افراد شبیه‌تر شود که در این صورت، احتمال شبیه‌شدن افراد جمعیت به هم کمتر خواهد بود.

نکته در آمیزش غیرتصادفی، شانس آمیزش هر فرد با فرد دیگر برابر نیست و برخی افراد (مثل آن‌هایی که ویژگی‌های ظاهری و رفتاری برجسته و بهتری دارند) احتمال موفقیت بیشتری در تولید مثل دارند؛ پس احتمال این‌که الل‌های این افراد به نسل بعد منتقل شود، بیشتر است.

د) سه عامل: عواملی که می‌توانند موجب کاهش تفاوت‌های فردی (تنوع) در افراد موجود در یک جمعیت شوند، شامل انتخاب طبیعی، رانش دگره‌ای و آمیزش غیرتصادفی هستند.

تست و پاسخ ۱۷

کدام گزینه، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«به طور معمول، هر نوع سازوکار ایجادکنندهٔ گونهٔ جدید که ..... .»

۱) با ایجاد جدایی تولیدمثلی در بین افراد یک جمعیت همراه است، به طور حتم به دنبال نوعی تغییر در مادهٔ وراثتی افراد رخ می‌دهد

۲) با وقوع خطا در جداشدن کروموزوم‌ها طی تقسیم هسته همراه است، همواره بدون نیاز به وقوع جدایی جغرافیایی به وقوع می‌پیوندد

۳) منجر به تولید یاخته‌ای جدید با عدد کروموزومی متفاوت می‌شود، با اثر همهٔ عوامل برهم‌زنندهٔ تعادل بین این دو جمعیت همراه است

۴) تولید گامت‌های نوترکیب در وقوع آن نقش دارد، سبب جداشدن خزانهٔ ژنی افرادی می‌شود که در یک زیستگاه مشترک زندگی می‌کنند

پاسخ: گزینهٔ ۱ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۴ ـ گونه‌زایی)*

پاسخ تشریحی هر دو نوع گونه‌زایی دگرمیهنی و هم‌میهنی با ایجاد جدایی تولیدمثلی بین افراد یک جمعیت همراه است که در نهایت، آن را به دو جمعیت متفاوت تبدیل می‌کنند. دقت کنید در هر دو سازوکار گونه‌زایی، مادهٔ وراثتی تغییر می‌کند، مثلن در گونه‌زایی هم‌میهنی جهش بزرگ عددی رخ می‌دهد (مثل پیدایش گیاهان چندلادی)، یا در گونه‌زایی دگرمیهنی به علت وقوع جهش مادهٔ وراثتی تغییر می‌کند.

نکته جدایی تولیدمثلی یعنی افراد نمی‌توانند آمیزش موفق با یکدیگر داشته باشند مثلن ممکن است به دلیل تفاوت در زمان تولید مثل، هرگز با یکدیگر آمیزش نکنند و یا ممکن است آمیزش رخ دهد ولی موفق نباشد مثلن زادهٔ متولدشده زیستا یا زایا نباشد (مثل آمیزش بین گل‌مغربی‌های $4n$ با $2n$ که زادهٔ نازای $3n$ متولد می‌شود).

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) علاوه بر گونه‌زایی هم‌میهنی، در گونه‌زایی دگرمیهنی نیز امکان وقوع جهش‌های بزرگ (از جمله ناهنجاری‌های عددی در کروموزوم‌ها) ممکن است رخ دهد. در گونه‌زایی دگرمیهنی جدایی جغرافیایی رخ می‌دهد.

نکته در گونه‌زایی دگرمیهنی، صرف وقوع جدایی جغرافیایی سبب پیدایش گونهٔ جدید نمی‌شود؛ بلکه عواملی دیگری مثل جهش (بزرگ یا کوچک) یا نوترکیبی باید رخ دهند تا دو گروه جداشده از هم، از یکدیگر متفاوت شوند و گونهٔ جدید ایجاد شود.

۳) مثلن در گونه‌زایی هم‌میهنی، گیاهان چندلادی ایجاد می‌شوند که عدد کروموزومی متفاوتی با گونهٔ نیایی خود دارند. هم‌چنین طی گونه‌زایی دگرمیهنی، وقوع جهش از جمله جهش‌های عددی امکان‌پذیر است. در این نوع گونه‌زایی شارش ژنی بین دو گروه جداشده از هم، رخ نمی‌دهد.

۴) طبق متن کتاب درسی، نوترکیبی می‌تواند در گونه‌زایی دگرمیهنی نقش داشته باشد. در گونه‌زایی هم‌میهنی افراد در یک زیستگاه مشترک زندگی می‌کنند. در حالی که در گونه‌زایی دگرمیهنی، زندگی در دو زیستگاه مختلف رخ می‌دهد.

تست و پاسخ ۱۸

به دنبال وقوع جهش‌های کوچک بر روی توالی‌های تنظیمی مؤثر در رونویسی از ژن(های) عوامل رونویسی در جانداران، چند پیامد زیر غیرممکن است؟

جهش در توالی‌های راه‌انداز + افزاینده در یوکاریوت‌ها

الف) افزایش میزان ترجمهٔ رنا(های) پیک این پروتئین‌ها قبل از پایان کامل رونویسی آن‌ها

ب) کاهش میزان تمایل آنزیم رنابسپاراز برای اتصال به توالی(های) موجود در پیش از ژن

ج) افزایش مدت‌زمان اتصال پروتئین‌ها به توالی مؤثر در خمیده‌شدن بخشی از ساختار دنا هنگام رونویسی

د) عدم تغییر در میزان همهٔ واکنش‌های آنزیمی یاخته به دلیل عدم تغییر در توالی آمینواسیدی پروتئین‌های حاصل از بیان ژن‌ها

۱) چهار ۲) سه ۳) دو ۴) یک

پاسخ: گزینهٔ ۳ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۴ ـ اثر جهش)*

پاسخ تشریحی با توجه به رونویسی از ژن(های) مربوط به ساخته‌شدن «عوامل رونویسی»، باید بدانیم که یاختهٔ مورد نظر صورت سؤال، یوکاریوت است. موارد «الف» و «د» غیرممکن است.

بررسی همهٔ موارد:

الف) غیرممکن ـ اثر جهش بر توالی‌های تنظیمی ژن ممکن است سبب افزایش رونویسی ژن‌های مربوطه شود، با افزایش تولید رنا، امکان افزایش ساخت پروتئین‌ها هم وجود دارد، اما دقت کنید عوامل رونویسی در یاخته‌های یوکاریوتی دیده می‌شوند و در این یاخته‌ها امکان ترجمهٔ mRNA قبل از اتمام رونویسی وجود ندارد.

نکته جهش در توالی تنظیمی می‌تواند بر میزان رونویسی از ژن اثر بگذارد، اما بر توالی محصول حاصل از رونویسی اثر ندارد، چراکه این توالی‌های تنظیمی، رونویسی و در نتیجه ترجمه نمی‌شوند. شروع ترجمه رنای پیک پیش از اتمام رونویسی از روی ژن‌ها، مربوط به پروکاریوت‌ها می‌باشد! در یوکاریوت‌ها اول رنای پیک در هسته به طور کامل ساخته می‌شود، بعد به سیتوپلاسم می‌آید تا ترجمه شود.

ب و ج) ممکن ـ جهش در راه‌انداز یا افزاینده، ممکن است آن‌ها را به توالی تنظیمی قوی‌تر یا ضعیف‌تر تبدیل کند که به دنبال آن با اثر بر میزان رونویسی از توالی ژن(های) مربوط به آن‌ها، محصول آن را نیز بیشتر یا کم‌تر می‌کند؛ بنابراین می‌توان گفت جهش ممکن است به گونه‌ای رخ دهد که آنزیم رنابسپاراز نتواند به راه‌انداز متصل شود یا به علت تمایل کم‌تر عوامل رونویسی به راه‌انداز، میزان اتصال آنزیم رنابسپاراز به راه‌انداز نیز کم‌تر شود یا جهش(ها) به‌گونه‌ای باشد که عوامل رونویسی به مدت‌زمان بیشتری به افزاینده متصل باشند (تمایل بیشتر برای اتصال به DNA)، اتصال عوامل رونویسی به افزاینده، سبب خمیده‌شدن دنا و قرارگیری این بخش در کنار راه‌انداز می‌شود.

د) غیرممکن ـ جهش در توالی‌های تنظیمی، توالی آمینواسیدی پروتئین‌های حاصل از رونویسی و ترجمه را تغییر نمی‌دهد، اما دقت کنید اگر این جهش به‌گونه‌ای رخ دهد که رنابسپاراز نتواند به راه‌انداز مربوط به ژن‌های سازندهٔ عوامل رونویسی متصل شود، آن‌وقت ساخت این پروتئین‌های عوامل رونویسی مختل می‌شود و از آن‌جایی که حضور این پروتئین‌ها برای بیان ژن‌های مختلفی در یاختهٔ یوکاریوتی لازم است (در واقع با عدم تولید عوامل رونویسی، اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز سایر ژن‌ها نیز مختل می شود)، ممکن است در رونویسی سایر ژن‌ها و در نتیجه ساخت آنزیم‌ها هم اختلال به وجود بیاید به این ترتیب میزان واکنش‌های آنزیمی یاخته هم تغییر می‌کند.

نکته گروهی از عوامل رونویسی به توالی راه‌اندازه متصل می‌شوند که به دنبال این اتصال کمک می‌کنند، رنابسپاراز هم بتواند به راه‌انداز متصل شود و رونویسی شروع شود. عوامل رونویسی متصل به افزاینده در افزایش میزان رونویسی (نه شروع فرایند رونویسی) نقش دارند.

تست و پاسخ ۱۹

در یک یاختهٔ بنیادی میلوئیدی انسان، در صورت وقوع جهشی کوچک از نوع ..... در توالی ژن(های) ..... به‌طور حتم ..... .

۱) دگرمعنا ـ هموگلوبین ـ فعالیت این پروتئین در گویچه‌های قرمز بالغ به شدت تغییر می‌کند

۲) تغییر چارچوب ـ مربوط به گروه خونی Rh ـ تعداد پیوندهای اشتراکی در رنای پیک اولیه حاصل از این ژن دچار تغییر می‌شود

۳) خاموش ـ کانال‌های غشایی ـ تغییری در توالی رنای پیک حاصل از رونویسی ژن(های) سازندهٔ آن‌ها، پدید می‌آورد

۴) اضافه و حذف ـ پروتئین‌های سازندهٔ رناتن ـ چارچوب خواندن نوکلئوتیدها در توالی ژن تغییر می‌کند

پاسخ: گزینهٔ ۳ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۴ ـ جهش‌های کوچک)*

پاسخ تشریحی جهش خاموش جهشی است که در آن، رمز یک آمینواسید به رمز دیگری برای همان آمینواسید تغییر می‌کند، در نتیجه تغییری در توالی آمینواسیدی پروتئین حاصل ایجاد نمی‌کند؛ اما توجه کنید که توالی رنای پیک حاصل از رونویسی دچار تغییر می‌شود، زیرا نوکلئوتید(ها) تغییر کرده است.

نکته برخی جهش‌هایی که در توالی آمینواسیدی پروتئین حاصل از ژن اثر ندارند:

۱) جهش در توالی‌های تنظیمی مربوط به ژن ۲) جهش خاموش

۳) جهش در اینترون‌ها یا توالی‌هایی که ترجمه نمی‌شوند، مثل توالی‌های قبل از کدون آغاز و بعد از کدون پایان.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ جهش دگرمعنا یعنی قرارگیری یک آمینواسید جدید به جای آمینواسید قبلی. دقت کنید طبق متن کتاب درسی، تغییر آمینواسید در هر جایگاه موجب تغییر در ساختار اول پروتئین می‌شود اما ممکن است فعالیت آن را تغییر دهد. مثلن اگر دو آمینواسید از لحاظ خصوصیات شیمیایی! به هم شبیه باشند ممکن است فعالیت هموگلوبین تغییر شدید نکند.

۲ اگر فرد از نظر گروه خونی Rh منفی باشد یعنی ژن نمود dd دارد و قرار نیست پروتئین D در بدن وی ساخته شود، پس رونویسی از ژن D در بدن وی صورت نمی‌گیرد و عملن بحث دربارهٔ تغییرات رنای پیک نادرست است.

۴ رناتن‌ها از رناها و پروتئین‌ها تشکیل شده است. اگر حذف و اضافه شدن تعداد نوکلئوتیدهای ژن سازندهٔ این پروتئین‌های رناتنی، مضربی از عدد ۳ باشد، چارچوب خواندن نوکلئوتیدها در ژن و رنای پیک، تغییری نمی‌کند.

تست و پاسخ ۲۰

اگر در خانواده‌ای که والدین از نظر صفت کم‌خونی ناشی از گویچه‌های قرمز داسی‌شکل در شرایط طبیعی، فنوتیپ سالم را بروز می‌دهند، گویچه‌های قرمز فرزند دختر فقط در صورت قرارگیری در محیط کم‌اکسیژن داسی‌شکل شوند و فرزند پسر خانواده به علت داشتن هموگلوبین‌های تغییرشکل‌یافته، در سنین کودکی از دنیا رفته باشد؛ در یک منطقهٔ مالاریاخیز، تولد چند مورد زیر در این خانواده محتمل است؟

- **پسری مقاوم نسبت به ابتلا به بیماری مالاریا**
- **دختری در معرض خطر ابتلا به بیماری مالاریا**
- **دختری کاملاً سالم از نظر کم‌خونی داسی‌شکل، با ژن‌نمود شبیه به پدر**
- **پسری با احتمال بقای بیشتر (از نظر ابتلا به مالاریا) و ژن‌نمود متفاوت از مادر**

۱) چهار ۲) سه ۳) دو ۴) یک

پاسخ: گزینهٔ ۳ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۴ ـ کم‌خونی داسی‌شکل)*

پاسخ تشریحی موارد سوم و چهارم نادرست هستند.

خودت حل کنی بهتره با توجه به اطلاعات صورت سؤال، در این خانواده فرزند کاملن بیمار متولد شده است (Hb^SHb^S)، بنابراین هر یک از والدین قطعن یک الل Hb^S را در ژنوتیپ خود دارند و از آن‌جایی که هر دو والد از نظر فنوتیپی (در شرایط طبیعی) سالم هستند؛ بنابراین ژنوتیپ هر دو والد به صورت ناخالص (Hb^AHb^S) است.

گامت‌ها	Hb^A	Hb^S
Hb^A	Hb^AHb^A (فرزند کاملن سالم و خالص) ـ در معرض خطر ابتلا به مالاریا	Hb^AHb^S (فرزندی با فنوتیپ سالم در شرایط O_2 کافی و ناخالص) ـ مقاوم در برابر ابتلا به مالاریا
Hb^S	Hb^AHb^S (فرزندی با فنوتیپ سالم در شرایط O_2 کافی و ناخالص) ـ مقاوم در برابر ابتلا به مالاریا	Hb^SHb^S (فرزند بیمار و خالص)

بررسی همهٔ موارد:

مورد اول و دوم: مطابق مربع پانت رسم‌شده، احتمال تولد فرزندان پسر و دختر مقاوم به مالاریا (Hb^AHb^S) و در معرض خطر ابتلا به مالاریا (Hb^AHb^A) وجود دارد.

مورد سوم: تولد فرزندی با ژنوتیپ کاملن سالم با توجه به مربع پانت، ممکن است (Hb^AHb^A) اما دقت کنید که پدر و مادر ژنوتیپ ناخالص دارند. پس کاملن سالم نیستند چراکه در شرایط کمبود اکسیژن، گویچه‌های قرمز آن‌ها، داسی‌شکل می‌شود.

مورد چهارم: در مناطق مالاریاخیز، فردی با ژنوتیپ Hb^AHb^S، احتمال بقای بیشتری دارد چراکه انگل مالاریا نمی‌تواند او را بیمار کند، اما افراد Hb^AHb^A به‌دلیل ابتلا به بیماری مالاریا، ممکن است بمیرند (کاهش احتمال بقا)؛ اما دقت کنید که ژن‌نمود مادر خانواده هم Hb^AHb^S است.

نکته دقت کنید انگل مالاریا می‌تواند وارد گویچه‌های قرمز افراد Hb^AHb^S و Hb^AHb^A شود اما بیماری مالاریا فقط در افراد Hb^AHb^A ایجاد می‌شود؛ به عبارتی این انگل نمی‌تواند در گویچه‌های قرمز افراد Hb^AHb^S زندگی کند. دقت کنید بین آلوده‌شدن و بیمارشدن تفاوت وجود دارد.

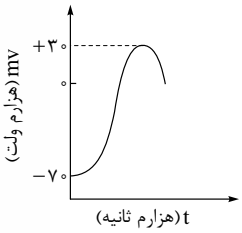
نکته در هر شرایط محیطی، احتمال بقای افراد Hb^SHb^S کم‌تر از سایرین است. در محیط‌های معمول و طبیعی افراد Hb^AHb^A و Hb^AHb^S می‌توانند احتمال بقای برابر داشته باشند (زمانی که O_2 محیط کافی باشد) اما اگر اکسیژن کافی نباشد، گویچه‌های قرمز افراد Hb^AHb^S، داسی‌شکل می‌شود و این افراد بقای کم‌تری نسبت به Hb^AHb^A خواهند داشت!

افراد Hb^AHb^A	افراد Hb^AHb^S	افراد Hb^SHb^S
این افراد فنوتیپ سالم دارند (دارای گویچه‌های قرمز کروی و مقعرالطرفین). خالص‌ها در هر شرایط محیطی و ناخالص‌ها در صورت وجود O_2 کافی در محیط!		بیمار هستند (دارای گویچه‌های قرمز داسی‌شکل)
انگل مالاریا می‌تواند وارد گویچه‌های قرمز آن‌ها شود.		
در برابر مالاریا مقاوم نیستند (بیمار می‌شوند).	نسبت به مالاریا مقاومت دارند (انگل وارد گویچه‌های قرمز می‌شود ولی بیمار نمی‌شوند).	—
گویچه‌های قرمز آن‌ها در O_2 کافی و O_2 ناکافی، شکل طبیعی دارد.	گویچه‌های قرمز آن‌ها فقط هنگامی داسی‌شکل می‌شود که اکسیژن محیط کم شود.	گویچه‌های قرمز آن‌ها، همواره داسی‌شکل است.
در مناطق مالاریاخیز، شانس زنده‌ماندن آن‌ها نسبت به سایر مناطق کم‌تر است.	در مناطق مالاریاخیز نسبت به غیرمالاریاخیز، از افراد Hb^AHb^A شانس بیشتری برای زنده‌ماندن دارند.	معمولن در سنین پایین می‌میرند.

زیست‌شناسی یازدهم: صفحه‌های ۱ تا ۳۶

تست و پاسخ ۲۱

از زمان آغاز پتانسیل عمل در یک نقطه از یاختهٔ عصبی رابط تا آخرین لحظهٔ ثبت‌شده در نمودار زیر، وقوع کدام مورد غیرممکن است؟



۱) کاهش میزان اختلاف پتانسیل دو سوی غشا همانند خروج پتاسیم از کانال‌های دارای دریچه

۲) عبور یون‌های سدیم از کانال‌های دریچه‌دار غشا همانند انتقال پتاسیم در پی مصرف ATP

۳) افزایش مصرف انرژی توسط پمپ غشایی برخلاف بسته‌بودن هم‌زمان کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی

۴) خروج هم‌زمان یون‌های سدیم و پتاسیم از یاخته برخلاف ورود یون‌های پتاسیم به یاخته از طریق کانال بدون دریچه

پاسخ: گزینهٔ ۳

(زیست یازدهم ـ فصل ۱ ـ وقایع پتانسیل عمل)

پاسخ تشریحی پس از پایان پتانسیل عمل (یعنی در پتانسیل ۷۰− میلی‌ولت، نه در محدودهٔ ثبت‌شده در شکل!)، فعالیت بیشتر پمپ سدیم ـ پتاسیم (افزایش مصرف انرژی زیستی ATP توسط این پمپ) باعث می‌شود که آرایش و غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشا (در نقطهٔ پتانسیل عمل) دوباره به حالت آرامش بازگردد؛ پس این مورد غیرممکن است؛ از طرفی در قلهٔ نمودار (یعنی در ۳۰+ mV) برای لحظه‌ای کوتاه، هر دو کانال دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی به شکل هم‌زمان بسته هستند، یعنی کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شوند و دریچه‌دارهای پتاسیمی هنوز باز نشده‌اند.

نکته دقت کنید در یک یاختهٔ عصبی، پمپ سدیم ـ پتاسیم همواره فعال است؛ پس همواره انرژی مصرف می‌کند، ولی پس از پایان پتانسیل عمل، فعالیت آن بیشتر می‌شود!

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) طی ثبت نمودار از ۷۰− mV تا صفر و هم چنین از ۳۰+ تا صفر میزان، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا کاهش می‌یابد. خروج یون‌های پتاسیم از طریق کانال‌های دریچه‌دار نیز در بخش پایین‌روی نمودار پتانسیل عمل مشاهده می‌گردد.

۲) کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، در مرحلهٔ بالاروی پتانسیل عمل باز می‌شوند؛ پس در این زمان، یون‌های سدیم می‌توانند از کانال‌های دریچه‌دار عبور کنند. از طرفی، پمپ سدیم ـ پتاسیم در غشای یاخته همواره فعال است و می‌تواند با مصرف انرژی ATP، یون‌های سدیم و پتاسیم را جابه‌جا نماید.

	پتانسیل آرامش	پتانسیل عمل		
		بخش صعودی نمودار	قلهٔ نمودار	بخش نزولی نمودار
وضعیت اختلاف پتانسیل دو سوی غشا	۷۰−	از ۷۰− تا ۳۰+	۳۰+	از ۳۰+ تا ۷۰−
غشا به کدام یون نفوذپذیری بیشتر دارد؟	یون پتاسیم	یون سدیم (تنها در محل پتانسیل عمل)	–	یون پتاسیم
کانال‌های نشتی	در همهٔ مراحل پتانسیل عمل و آرامش، این کانال‌ها فعالیت دارند.			
کانال‌های دریچه‌دار سدیمی	بسته هستند	باز هستند	بسته می‌شوند	بسته هستند
کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی	بسته هستند	بسته هستند	بسته هستند	باز هستند
پمپ سدیم ـ پتاسیم	در همهٔ مراحل پتانسیل عمل و آرامش، این پمپ فعالیت دارد.			
نسبت بار مثبت درون یاخته به بیرون آن (در محل وقوع پتانسیل عمل)	کم‌تر	از ۷۰− تا صفر بار مثبت داخل کم‌تر از بیرون، ولی از صفر تا ۳۰+ بار مثبت داخل یاخته بیشتر از بیرون است.	بیشتر (بیشترین‌بار مثبت درون یاخته)	از ۳۰+ تا صفر بار مثبت داخل بیشتر از بیرون، ولی از صفر تا ۷۰− بار مثبت داخل یاخته کم‌تر از بیرون است.
پروتئین‌های مؤثردر ورود سدیم به یاخته	کانال نشتی	کانال نشتی + دریچه‌دار سدیمی	کانال نشتی	کانال نشتی
پروتئین‌های مؤثر در خروج سدیم از یاخته	توسط پمپ سدیم ـ پتاسیم و به روش انتقال فعال!			
پروتئین‌های مؤثر در خروج پتاسیم از یاخته	کانال نشتی	کانال نشتی	کانال نشتی	کانال نشتی + دریچه‌دار پتاسیمی
پروتئین‌های مؤثر در ورود پتاسیم به یاخته	توسط پمپ سدیم ـ پتاسیم و به روش انتقال فعال!			
کدام پروتئین‌ها (غیرکانال‌های نشتی) تغییر شکل می‌دهند؟	پمپ سدیم ـ پتاسیم	پمپ سدیم ـ پتاسیم و کانال‌های دریچه‌دار با باز و بسته شدن!		

۴) در تمامی طول پتانسیل عمل می‌توان خروج هم‌زمان یون‌های سدیم و پتاسیم را از یاخته مشاهده نمود. خروج پتاسیم از یاخته همواره توسط کانال‌های نشتی در حال انجام است. هم‌چنین، خروج سدیم نیز از یاخته به طور دائمی توسط پمپ سدیم ـ پتاسیم صورت می‌گیرد. هم‌چنین ورود یون‌های پتاسیم به یاخته از طریق فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم امکان‌پذیر است و کانال‌های دریچه‌دار همانند کانال‌های نشتی (بدون دریچه)، سبب خارج‌شدن پتاسیم از یاخته می‌شوند.

تست و پاسخ ۲۲

مطابق با اطلاعات کتاب درسی، گروهی از گیرنده‌های حسی در بخش‌های گوناگون بدن، پراکنده شده‌اند. ویژگی مشترک همهٔ این گیرنده‌ها، کدام‌یک از موارد زیر است؟

گیرنده‌های حواس پیکری

الف) هر نوع محرک فقط می‌تواند یکی از آن‌ها را تحریک کند.

ب) امکان مشاهدهٔ آن‌ها در اندام(های) مؤثر در حفظ تعادل بدن وجود ندارد.

ج) در تشکیل بخشی از عصب انتقال‌دهندهٔ پیام به دستگاه عصبی مرکزی نقش دارند.

د) به منظور دریافت اثر محرک، ابتدا باید نفوذپذیری غشای آن‌ها به یون‌ها تغییر نماید.

۱) الف ـ ب ـ ج ـ د ۲) ج ـ د ۳) ب ـ د ۴) الف ـ ج

پاسخ: گزینهٔ ۲ *(زیست یازدهم ـ فصل ۲ ـ گیرنده‌های حواس پیکری)*

خودت حل کنی بهتره گیرنده‌های حواس پیکری در بخش‌های گوناگون بدن پراکنده شده‌اند. حواس پیکری شامل حس تماس، دما، درد و وضعیت است.

پاسخ تشریحی موارد «ج» و «د» به درستی بیان شده‌اند. بررسی همهٔ موارد:

الف) گیرنده‌های حس پیکری توسط محرک‌های مختلف مثل محرک‌های مکانیکی، درد و دما می‌توانند تحریک شوند؛ دقت کنید سرما یا گرما علاوه بر این‌که می‌تواند گیرنده‌های دمایی را تحریک کند، در صورت شدیدبودن، می‌تواند سبب تحریک گیرنده‌های درد نیز بشود. همین‌طور، فشار (محرک مکانیکی) اگر شدید باشد، علاوه بر تحریک گیرنده‌های فشار می‌تواند سبب آسیب بافتی شود که گیرنده‌های درد را نیز تحریک می‌کند./

ب) گوش به دلیل داشتن بخش دهلیزی در حفظ تعادل نقش دارد. بخش خارجی گوش شامل لالهٔ گوش و مجرای شنوایی است که در سطح خود، دارای پوست هستند، در پوست گیرنده‌های مکانیکی (تماسی) مثل فشار و یا گیرنده‌های درد وجود دارند، هم‌چنین اندام‌های مختلف مانند عضلات اسکلتی، مفاصل، چشم و ... نیز در تعادل نقش دارند. در این اندام‌ها نیز امکان مشاهدهٔ گیرندهٔ حس پیکری وجود دارد./ ج) مطابق با کتاب درسی، همهٔ گیرنده‌های حواس پیکری انتهای دندریت نورون حسی هستند؛ بنابراین خود این گیرنده‌ها در ایجاد بخشی از عصب (رشتهٔ عصبی حسی) انتقال‌دهندهٔ پیام به دستگاه عصبی مرکزی نقش دارند.

نکته گیرنده‌های حواس می‌توانند یاختهٔ عصبی یا غیرعصبی (یک یاختهٔ غیرعصبی کامل و تغییریافته) باشند، مثل گیرنده‌های چشایی که غیرعصبی (پوششی) هستند. هم‌چنین ممکن است گیرنده بخشی از یک یاخته باشند مثل گیرندهٔ درد که انتهای دندریت نورون حسی است. گیرنده‌های حسی اگر یاختهٔ غیرعصبی باشند نیز توان ایجاد پتانسیل عمل را دارند.

د) در همهٔ گیرنده‌های حسی برای دریافت اثر محرک و پاسخ به محرک، نفوذپذیری غشای گیرنده به یون‌های سدیم و پتاسیم تغییر و در نتیجه، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا، تغییر می‌کند.

نوع گیرنده	در پاسخ به چه محرکی تحریک می‌شوند؟	کجاها هستند؟	ساختار آن‌ها	ویژگی خاص	نقش
تماسی	تماس، فشار، ارتعاش و ...	مثلن پوست	مثلن گیرندهٔ فشار، انتهای دارینه درون پوششی از بافت پیوندی است.	در بخش‌های حساس بدن مثل نوک لب‌ها، گیرنده‌های تماسی بیشتری داریم.	آگاه‌کردن بدن از فشار، تماس یا ارتعاش
دمایی	تغییرات دمای درون یا بیرون بدن	برخی سیاهرگ‌های بزرگ و پوست	انتهای دارینه	ـ	دریافت گرما یا سرما
حس وضعیت	به کشیده‌شدن حساس هستند.	ماهیچه‌های اسکلتی، زردپی و کپسول پوشانندهٔ مفاصل	انتهای دارینهٔ آزاد	ـ	آگاه‌کردن مغز از چگونگی قرارگیری قسمت‌های مختلف بدن در حالت سکون و حرکت
درد	آسیب بافتی در اثر بریدگی، سرما یا گرمای شدید و برخی مواد شیمیایی مثل لاکتیک اسید	در پوست و بخش‌های دیگر بدن مثل دیوارهٔ سرخرگ‌ها	انتهای دارینهٔ آزاد	سازش‌ناپذیر هستند.	اطلاع فرد از وجود محرک آسیب‌رسان

تست و پاسخ ۲۳

در کدام گزینه، هر دو ویژگی را می‌توان به یکی از مراکز اصلی موجود در مغز انسان سالم و بالغ نسبت داد؟

مخ + مخچه + ساقهٔ مغز (مغز میانی + پل مغزی + بصل‌النخاع)

۱) در تنظیم میزان نیروی واردشده از طرف خون به دیوارهٔ سرخرگ‌ها مؤثر بوده و فشار اسمزی خون را نیز تنظیم می‌کند.

۲) فعالیت شبکهٔ هادی قلب را تنظیم کرده و پایین‌ترین بخش دستگاه عصبی مرکزی انسان محسوب می‌شود.

۳) پایین‌تر از برجستگی‌های چهارگانه قرار داشته و در تشکیل یکی از دیواره‌های بطن چهارم مغز شرکت می‌کند.

۴) با سامانهٔ لیمبیک ارتباط داشته و در خارجی‌ترین لایهٔ خود فقط متشکل از رشته‌های عصبی میلین‌دار است.

پاسخ: گزینهٔ ۳ *(زیست یازدهم ـ فصل ۱ ـ مراکز اصلی مغز)*

پاسخ تشریحی مخچه جزء بخش‌های اصلی مغز است؛ این مرکز در پشت بخشی از ساقهٔ مغز و پایین‌تر از برجستگی‌های چهارگانهٔ مغز میانی قرار گرفته، پس می‌تواند در تشکیل یکی از دیواره‌های بطن چهارم مغز شرکت کند. هم‌چنین این گزینه در مورد پل مغزی هم درست است (دقت کنید در صورت سؤال قید «فقط» نیامده است).

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ بصل‌النخاع و هیپوتالاموس، مراکزی هستند که در تنظیم فشار خون (میزان نیروی واردشده از طرف خون به دیوارهٔ سرخرگ‌ها) مؤثرند. از این بین فقط بصل‌النخاع جزء ساقهٔ مغز (یکی از مراکز اصلی مغز) محسوب می‌شود. ویژگی دوم این گزینه مربوط به هیپوتالاموس است که جزء بخش‌های اصلی مغز نمی‌باشد.

نکته هیپوتالاموس مرکز تشنگی است و در شرایطی که غلظت خوناب (فشار اسمزی) افزایش می‌یابد، با تحریک مرکز تشنگی (ایجاد تمایل در فرد به نوشیدن آب) و تحریک ترشح هورمون ضد ادراری از هیپوفیز پسین، موجب افزایش میزان آب بدن و در نتیجه تنظیم فشار اسمزی می‌شود.

۲ پل مغزی، بصل‌النخاع و هیپوتالاموس، بر فعالیت شبکهٔ هادی قلب مؤثر هستند، اما پایین‌ترین قسمت دستگاه عصبی مرکزی، نخاع است. ویژگی دوم مربوط به هیچ‌یک از مراکز بخش اول نیست.

نکته شبکهٔ هادی قلب به طور خودبه‌خودی فعالیت می‌کند اما میزان این فعالیت توسط بخش‌های دیگری می‌تواند تنظیم شود (افزایش یا کاهش تحریک شبکهٔ هادی) مثل بخش خودمختار، هیپوتالاموس و ...!

۴ سامانهٔ لیمبیک با قشر مخ، تالاموس‌ها و هیپوتالاموس ارتباط دارد. از این بین قشر مخ جزء بخش‌های اصلی محسوب می‌شود. قشر مخ در خارجی‌ترین لایهٔ خود (قشر) از مادهٔ خاکستری تشکیل شده است که شامل جسم یاخته‌های عصبی و رشته‌های عصبی بدون میلین است.

	بخش	محل		اجزا		وظیفه
دستگاه عصبی مرکزی (مراکز نظارت بر اعمال بدن)	مغز	در سر و درون جمجمه	اصلی	مخ (اتصال نیمکره‌های مخ به هم از طریق رابط‌هایی مانند پینه‌ای و سه‌گوش و رابط‌هایی دیگر)		دریافت اطلاعات از همهٔ بدن و پردازش نهایی ← یادگیری، تفکر و عملکرد هوشمندانه
				مخچه (دارای کرمینه و درخت زندگی)		مرکز تنظیم وضعیت بدن و تعادل آن ← هماهنگی فعالیت ماهیچه‌ها و حرکات بدن
			ساقهٔ مغز	مغز میانی (دارای برجستگی‌های چهارگانه)		فعالیت‌های مختلف از جمله شنوایی، بینایی و حرکت
				پل مغزی		تنظیم تنفس، ترشح بزاق و اشک
				بصل‌النخاع		تنظیم تنفس، فشار خون، ضربان قلب و برخی انعکاس‌ها (عطسه، بلع و سرفه)

	بخش	محل	اجزا		وظیفه
دستگاه عصبی مرکزی (مراکز نظارت بر اعمال بدن)	مغز	در سر و درون جمجمه	فرعی	تالاموس‌ها	پردازش اولیه و تقویت اغلب اطلاعات حسی ← ارسال به قشر مخ برای پردازش نهایی
				هیپوتالاموس	تنظیم دمای بدن، تعداد ضربان قلب، فشار خون، تشنگی، گرسنگی و خواب
				سامانهٔ لیمبیک (دارای هیپوکامپ)	احساساتی مانند ترس، خشم و لذت + ایجاد حافظهٔ کوتاه‌مدت و تبدیل آن به بلندمدت
				پیازهای بویایی	محل اولیهٔ ورود پیام‌های بویایی از بینی
	نخاع	در ستون مهره‌ها، از زیر بصل‌النخاع تا دومین مهرهٔ کمر	بخش محیطی (مادهٔ سفید) + بخش مرکزی (مادهٔ خاکستری)		مسیر عبور پیام‌های حسی از گروهی از اندام‌های بدن به مغز و ارسال پیام‌ها از مغز به اندام‌ها + مرکز برخی انعکاس‌های بدن (مثل عقب‌کشیدن دست پس از برخورد با جسم داغ!)

تست و پاسخ ۲۴

کدام گزینه درست است؟

۱) در ماهی، پردازش نهایی پیام‌های حسی خروجی از خطِ جانبی در بزرگ‌ترین بخش مغز جانور صورت می‌گیرد.

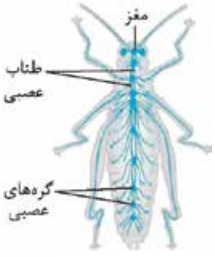
۲) در مگس، آکسون حاصل از گیرنده‌های شیمیایی موجود در پا، بلافاصله پس از خروج از موهای حسی به طناب عصبی می‌پیوندد.

۳) در زنبور، پیام‌هایِ خروجی از واحدهای بینایی چشم مرکب، پتانسیل الکتریکی هر دو رشتهٔ سازندهٔ طناب عصبی را تغییر می‌دهد.

۴) در جیرجیرک، برخی از گره‌های دریافت‌کنندهٔ پیام تولیدی در گیرنده‌های حساس به صدا، به صورت به هم جوش‌نخورده دیده می‌شوند.

پاسخ: گزینهٔ ۴ *(زیست یازدهم ـ فصل‌های ۱ و ۲ ـ حواس در جانوران)*

پاسخ تشریحی گیرنده‌های دریافت‌کنندهٔ صدا در پاهای جلویی جیرجیرک قرار دارند، جیرجیرک هم نوعی حشره است (مثل ملخ!) همان‌طور که در شکل کتاب درسی مشاهده می‌کنید، گرهی که می‌تواند پیام حاصل از گیرنده‌های دریافت‌کنندهٔ صدا در پاهای جلویی را دریافت کنند، دومین گره طناب عصبی می‌باشد. هم‌چنین اطلاعات این گیرنده‌ها در نهایت برای پردازش به مغز می‌روند؛ پس می‌توانند به گره اول طناب عصبی و گره‌های مغزی جانور نیز ارسال شوند. همان‌طور که می‌دانید در حشرات، گره‌های مغزی به هم جوش‌خورده و گره‌های طناب عصبی شکمی به صورت به هم جوش‌نخورده دیده می‌شوند.



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) پردازش نهایی پیام‌های ارسال‌شده از خط جانبی ماهی در مخ انجام می‌شود. لوب بینایی بزرگ‌ترین بخش تشکیل‌دهندهٔ مغز ماهی است، نه مخ. لوب‌های بینایی ماهی خارج از نیمکره‌های مخ جانور قرار دارند.

۲) توجه داشته باشید آکسون گیرنده‌های شیمیایی در پاهای مگس از همان ابتدا، در خارج از موهای حسی قرار دارند. فقط دارینهٔ این گیرنده‌های حسی در موهای حسی پای مگس دیده می‌شوند.

۳) پیام‌های حاصل از واحدهای بینایی مستقیماً به درون گره‌های به هم جوش‌خوردهٔ مغز رفته و در آن‌جا پردازش می‌شوند، به عبارتی نیازی ندارند ابتدا به طناب عصبی بروند و پتانسیل دو رشتهٔ سازندهٔ آن را تغییر بدهند.

نکته هر پیامی که به مغز جانور ارسال می‌شود لزومن از طناب عصبی نیامده است، مثلن در انسان، پیام‌های بینایی وارد نخاع نمی‌شوند و از طریق بخش‌های دیگر مثل کیاسمای بینایی و تالاموس‌ها به مغز می‌روند. در جانوران دیگر هم (مثل پلاناریا و حشرات) پیام‌هایی که در سر ایجاد می‌شوند می‌توانند مستقیم به مغز بروند یعنی بدون نیاز به عبور از طناب(های) عصبی!

تست و پاسخ ۲۵

کدام گزینه، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

نورون‌های حرکتی + رابط

«مطابق اطلاعات کتاب درسی، هر یاختهٔ عصبی که جسم یاخته‌ای آن درون پایین‌ترین بخش دستگاه عصبی مرکزی قرار دارد، ..... .»

۱) به ارسال پیام از دستگاه عصبی مرکزی به گروهی از اندام‌ها می‌پردازد

۲) هدایت پیام عصبی را در طول خود به شکل جهشی انجام می‌دهد

۳) دندریت بلندتری نسبت به رشتهٔ آکسونی خود دارد

۴) واجد چندین پایانهٔ آکسونی می‌باشد

پاسخ: گزینهٔ ۴ *(زیست یازدهم ـ فصل ۱ ـ ساختار یافتهٔ عصبی)*

پاسخ تشریحی نورون‌های حرکتی و رابط می‌توانند دارای جسم یاخته‌ای درون نخاع (پائین‌ترین بخش دستگاه عصبی مرکزی) باشند. تمامی نورون‌ها به منظور انتقال پیام‌های عصبی به یاخته(های) پس‌سیناپسی، دارای چندین پایانهٔ آکسونی می‌باشند.

نکته طبق اطلاعات کتاب زیست‌شناسی (۲)، هر نورون فقط یک آکسون دارد که از بخشی از جسم یاخته‌ای خارج می‌شود، این آکسون در انتهای خود منشعب می‌شود و پایانه‌های آکسونی را می‌سازد. این پایانه‌ها، ممکن است با یاخته‌های متفاوتی در ارتباط باشند، در نتیجه، یک نورون می‌تواند با بیش از یک یاخته، سیناپس دهد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) این مورد دربارهٔ نورون‌های حرکتی درست است، اما در مورد نورون رابط نه! نورون‌های رابط بین نورون‌های حرکتی و حسی، ارتباط برقرار می‌کنند پس به سمت اندام‌های مختلف نمی‌روند.

۲) نورون‌ها می‌توانند میلین‌دار یا بدون میلین باشند؛ به کلمهٔ «هر» در صورت سؤال توجه ویژه شود. در نورون‌های میلین‌دار هدایت جهشی داریم ولی در بدون میلین‌ها، هدایت پیام به صورت نقطه‌ای است.

نکته دلیل هدایت جهشی پیام در نورون‌های میلین‌دار، عایق‌بودن غلاف میلین نسبت به عبور یون‌هاست؛ پس در بخش‌های میلین‌دار امکان ایجاد پیام عصبی (تغییر اختلاف پتانسیل دو سوی غشا) وجود ندارد!

۳) هر دو یاختهٔ مد نظر صورت سؤال، می‌توانند دندریت‌های کوتاه و یک رشتهٔ آکسونی بلندتر از دندریت‌ها داشته باشند.

تست و پاسخ ۲۶

در مشاهدهٔ گیرنده‌های نوری شبکیه با میکروسکوپ الکترونی، کدام ویژگی، گیرنده‌های نوری دارای مادهٔ حساس به نور بیشتر را از گیرنده‌های نوری دیگر متمایز می‌سازد؟

گیرنده‌های استوانه‌ای در مقایسه با گیرنده‌های مخروطی

۱) تشخیص رنگ و جزئیات اجسام را امکان‌پذیر می‌کنند.

۲) بخش حاوی مادهٔ حساس به نور، فقط در یک انتهای آن‌ها وجود دارد.

۳) سرعت هدایت پیام عصبی از اولین محل ایجاد پیام، به سمت محل قرارگیری هستهٔ آن‌ها، کم‌تر است.

۴) تجزیهٔ مادهٔ حساس به نور در آن‌ها، در زمان انقباض ماهیچهٔ حلقوی عنبیه بیشتر خواهد بود.

پاسخ: گزینهٔ ۳ *(زیست یازدهم ـ فصل ۲ ـ گیرنده‌های نوری)*

پاسخ تشریحی مطابق شکل، یاخته‌های استوانه‌ای نسبت به یاخته‌های مخروطی، مادهٔ حساس به نور بیشتری دارند. یاخته‌های استوانه‌ای قطر کم‌تری نسبت به یاخته‌های مخروطی دارند. پس پیام عصبی در آن‌ها با سرعت کم‌تری هدایت می‌شود.

نکته دو عامل در هدایت پیام عصبی در یاخته‌ها نقش دارد:

۱) وجود میلین یا نبود آن ← وجود غلاف میلین سرعت هدایت پیام را افزایش می‌دهد.

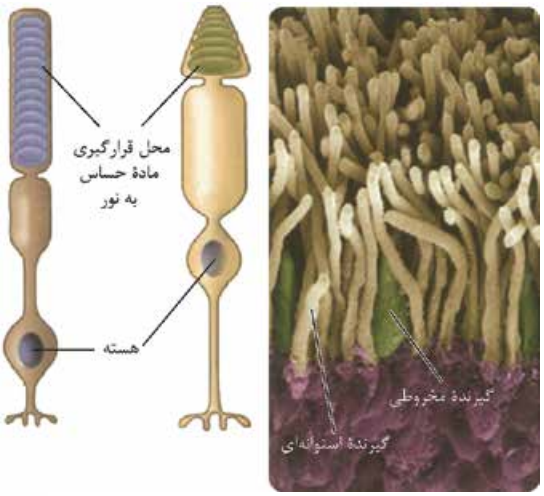
۲) اختلاف قطر ← سرعت هدایت پیام در رشته‌های عصبی بدون میلین بسته به قطر آن‌ها متفاوت خواهد بود؛ هر چه قطر بیشتر، سرعت هدایت بیشتر!

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) گیرنده‌های مخروطی تشخیص رنگ و جزئیات اجسام را امکان‌پذیر می‌کنند.

۲) در هر دو گیرنده، بخش حاوی مادهٔ حساس به نور فقط در یک انتهای یاخته قرار دارند.

۴) ماهیچه‌های حلقوی عنبیه در نور زیاد منقبض می‌شوند و سوراخ مردمک را تنگ می‌کنند. در نور زیاد، یاخته‌های مخروطی تحریک می‌شوند. در زمان تحریک یاخته‌های گیرندهٔ نور، مادهٔ حساس به نور تجزیه می‌شود.



نکته گیرنده‌های نوری مخروطی و استوانه‌ای در شبکیه وجود دارند، در لکهٔ زرد هر دو نوع گیرنده دیده می‌شود، اما تعداد مخروطی‌ها خیلی بیشتر از استوانه‌ای‌ها هست!

گیرندهٔ مخروطی	گیرندهٔ استوانه‌ای
طول بخش محل استقرار مادهٔ حساس به نور در آن‌ها نسبت به گیرندهٔ استوانه‌ای کم‌تر است.	طول بخش محل استقرار مادهٔ حساس به نور در آن‌ها نسبت به گیرندهٔ مخروطی بیشتر است.
در نور زیاد، بیشتر از گیرندهٔ استوانه‌ای تحریک می‌شود.	در نور ضعیف (کم)، بیشتر از گیرندهٔ مخروطی تحریک می‌شود.
حساسیت کم‌تری نسبت به نور دارند.	حساسیت بیشتری نسبت به نور دارند.
در تشخیص رنگ و جزئیات اجسام نقش دارند. (مؤثر در ایجاد تصویر رنگی هستند.)	مؤثر در ایجاد تصویر سیاه و سفید هستند.
قطعات مادهٔ حساس به نور، در آن‌ها غیر هم‌اندازه هستند.	قطعات مادهٔ حساس به نور، در آن‌ها هم‌اندازه هستند.
بخشی که بین محل استقرار هسته و محل قرارگیری مادهٔ حساس به نور قرار دارد، در مقایسه با گیرنده‌های استوانه‌ای، دارای قطر بیشتری است.	بخشی که بین محل استقرار هسته و محل قرارگیری مادهٔ حساس به نور قرار دارد، در مقایسه با گیرنده‌های مخروطی، قطر کم‌تری دارد.
در کل شبکیه، نسبت به گیرنده‌های استوانه‌ای فراوانی کم‌تری دارند.	میزان آن‌ها در شبکیه از گیرنده‌های مخروطی بیشتر است.

تست و پاسخ ۲۷

در ارتباط با بدن انسان، کدام مورد درست است؟

۱) فقط در بعضی از انعکاس‌ها، ناقلین ترشحی از بخش پیکری دستگاه عصبی، پتانسیل یاخته‌های ماهیچه‌ای را تغییر می‌دهند.

۲) در تمامی انواع انعکاس‌ها، گیرنده‌های حسی پس از تحریک‌شدن، به ترشح ناقلین عصبی در بخش خاکستری نخاع می‌پردازند.

۳) فقط در بعضی از انعکاس‌ها، نورون‌هایی با آکسون بلندتر از دندریت(ها)، پیام‌های عصبی را از دستگاه عصبی مرکزی دور خواهند کرد.

۴) در تمامی انواع انعکاس‌ها، هر یاختهٔ عصبی فعال و مؤثر در بروز انعکاس، پیام عصبی را سریع و جهشی در طول خود هدایت می‌کند.

پاسخ: گزینهٔ ۱ *(زیست یازدهم ـ فصل ۱ ـ انعکاس)*

پاسخ تشریحی انعکاس نوعی پاسخ سریع و غیرارادی بخش‌هایی از بدن نسبت به محرک است، مثلن در انعکاس عقب‌کشیدن دست، به دنبال برخورد دست با جسم داغ، نورون حسی تحریک‌شده و سپس نورون‌های رابط را تحریک می‌کند، یاخته‌های عصبی رابط، پتانسیل دو سوی غشای یاختهٔ عصبی حرکتی مرتبط با ماهیچهٔ دو سر بازو را تغییر می‌دهند و یاختهٔ عصبی حرکتی مربوط به عضلهٔ دو سر بازو، این عضله را تحریک می‌کند و عضله منقبض می‌شود؛ این نورون‌های حرکتی، به بخش پیکری دستگاه عصبی محیطی تعلق دارند، اما دقت کنید در همهٔ انعکاس‌ها، لزومن ماهیچه‌های اسکلتی نقش ندارند، بلکه ممکن است ماهیچه‌های صاف هم نقش داشته باشند، مثلن در انعکاس بلع، علاوه بر ماهیچه‌های اسکلتی، ماهیچه‌های صاف هم فعالیت می‌کنند؛ در این شرایط یاخته‌های عصبی متعلق به بخش خودمختار دستگاه عصبی محیطی در بروز انعکاس نقش دارند.

نکته بخش پیکری دستگاه عصبی محیطی هم فعالیت‌های ارادی را تنظیم می‌کند و هم غیرارادی؛ اما فقط بر روی ماهیچه‌های اسکلتی اثر می‌گذارد. بخش خودمختار دستگاه عصبی، فقط فعالیت‌های غیرارادی را تنظیم می‌کند اما بر ماهیچه‌های صاف، قلبی و غدد اثر دارد!

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ دقت کنید که مرکز عصبی هر انعکاس بدن، نخاع نمی‌باشد؛ بلکه ممکن است مغز باشد.

۳ در همهٔ انعکاس‌ها پیام به وسیلهٔ بخش حسی دستگاه عصبی محیطی به دستگاه عصبی مرکزی آورده شده و پس از پردازش در دستگاه عصبی مرکزی، مجدداً به‌وسیلهٔ بخش حرکتی دستگاه عصبی محیطی (که نوعی نورون حرکتی واجد آکسون بلند مسئول آن است) به ماهیچه‌ها یا بخش‌های درگیر در فرایند انعکاس فرستاده می‌شود.

۴ به عنوان مثال نورون رابط شرکت‌کننده در انعکاس عقب‌کشیدن دست پس از برخورد با جسم داغ، فاقد غلاف میلین و هدایت جهشی پیام عصبی است، اما نورون حرکتی مؤثر در انعکاس‌ها میلین‌دار است.

تست و پاسخ ۲۸

چند مورد، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«در سطح درونی مخاط موجود در سقف حفرهٔ بینی انسان، همهٔ یاخته‌هایی که ..... .»

الف) فاقد توانایی تولید پیام عصبی هستند، به غشای پایهٔ در تماس با استخوان جمجمه متصل‌اند

ب) ظاهر استوانه‌ای‌شکل دارند، نسبت به سایرین، هستهٔ خود را دورتر از غشای پایه قرار داده‌اند

ج) می‌توانند با مولکول‌های بودار هوای دمی در تماس قرار گیرند، در درک درست مزهٔ غذا نقش مهمی دارند

د) فاقد ظاهر استوانه‌ای‌شکل هستند، بخش دورکنندهٔ پیام عصبی از هستهٔ آن‌ها نسبت به بخش نزدیک‌کنندهٔ پیام به آن، طویل‌تر است

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ ۱ *(زیست یازدهم ـ فصل ۲ ـ بویایی)*

پاسخ تشریحی تنها مورد «ب» به درستی بیان شده است.

خودت حل کنی بهتره در سطح درونی مخاط سقف حفرهٔ بینی سه نوع یاختهٔ قابل مشاهده است: ۱) یاخته‌های استوانه ای فاقد مژک که یاخته‌های پوششی هستند. ۲) گیرنده‌های مژک‌دار بویایی که یاختهٔ عصبی تمایزیافته هستند. ۳) یاخته‌های غیراستوانه‌ای کوچک (یاخته‌های قاعده‌ای) که در بخش‌های عمقی‌تر قرار دارند.

بررسی همهٔ موارد:

الف) نادرست ـ همهٔ یاخته‌های پوششی استوانه‌ای و قاعده‌ای در سقف حفرهٔ بینی، در تماس با غشای پایه‌اند و پیام عصبی تولید نمی‌کنند. رشتهٔ عصبی گیرنده‌ها نیز، از درون غشای پایه و از بین یاخته‌های پوششی عبور می‌کنند. طبق شکل کتاب درسی، این غشای پایه به نوعی بافت پیوندی متصل است، نه به استخوان جمجمه به عبارتی از خارج به داخل، بعد از بافت پوششی، بافت پیوندی داریم.

ب) درست ـ طبق شکل کتاب درسی صحیح است. هستهٔ یاخته‌های پوششی استوانه‌ای‌شکل، به فضای درون بینی نزدیک‌تر است تا به غشای پایه!

ج) نادرست ـ هم یاخته‌های پوششی استوانه‌ای و هم گیرنده‌های بویایی می‌توانند با مولکول‌های بودار هوا در تماس قرار گیرند. گیرنده‌های بویایی برخلاف یاخته‌های استوانه‌ای در درک درست مزهٔ غذا مؤثرند.

د) نادرست ـ برای یاختهٔ قاعده‌ای صدق نمی‌کند و این یاخته‌ها، نورون محسوب نمی‌شوند.

نکته در بینی انواع مختلفی از یاخته‌های پوششی دیده می‌شود مثل: ۱) پوست ابتدای بینی یاخته‌های سنگفرشی چندلایه دارد. ۲) یاخته‌های پوششی بدون مژک که در سقف حفرهٔ بینی دیده می‌شوند. ۳) یاخته‌های پوششی مژک‌دار که مخاط دستگاه تنفس را می‌سازند و بعد از پوست ابتدای بینی تا انتهای نایژک‌های مبادله‌ای قرار دارند. این یاخته‌ها در سقف حفرهٔ بینی مشاهده نمی‌شوند.

شکل نامه **گیرنده‌های بویایی**

۱) ابتدای بینی پوست مودار دارد و بعد از آن مخاط مژک‌دار آغاز می‌شود. در سقف حفرهٔ بینی هم گیرنده‌های بویایی وجود دارد که زوائدی (مژک‌ها) دارند؛ پس در بینی دو نوع یاخته داریم که دارای زوائد است: یکی پوششی دیواره‌های بینی (مخاط مژک‌دار) و یکی هم یاختهٔ گیرندهٔ بویایی.

۲) گیرنده‌های بویایی در لابه‌لای یاخته‌های پوششی استوانه‌ای‌شکل قرار گرفته‌اند. در این بخش یاخته‌های کوچک‌تر دیگری هم قرار دارد که در سمتی دور از حفرهٔ بینی هستند.

۳) بخشی از گیرندهٔ بویایی که هستهٔ یاخته در آن قرار دارد (جسم یاخته‌ای)، در لابه‌لای یاخته‌های پوششی است و بخشی که در اثر محرک تحریک می‌شود در مجاورت سطح درونی در حفرهٔ بینی است. بخشی هم که پیام بویایی را خارج می‌کند از بین یاخته‌های پوششی، غشای پایهٔ آن‌ها، یاخته‌های بالای آن‌ها (بافت پیوندی) و از منافذ استخوان جمجمه عبور می‌کند تا به لوب(های) بویایی برسد؛ پس پیام‌های گیرندهٔ بویایی مستقیم به مغز می‌روند، یعنی بدون واسطه!

تست و پاسخ ۲۹

کدام مورد درست است؟

۱) هر رشتهٔ عصبی مؤثر بر فعالیت سوخت‌وساز ماهیچه‌های اسکلتی ناحیهٔ شکمی، فقط در طی انعکاس‌ها فعالیتی غیرارادی خواهد داشت.

۲) هر بخشی از دستگاه عصبی محیطی که جسم یاخته‌ای نورون‌های آن خارج از مادهٔ خاکستری نخاع است، پیام را از نورون‌های رابط دریافت می‌کند.

۳) هر رشتهٔ عصبی که پیام حسی درد را از پوست به تالاموس‌ها انتقال می‌دهد، ابتدا توسط ریشهٔ پشتی عصب نخاعی به دستگاه عصبی مرکزی وارد می‌شود.

۴) هر بخشی از دستگاه عصبی محیطی که دو نوع فعالیت ارادی و غیرارادی ایجاد می‌کند، به ماهیچه‌هایی با یاخته‌های چندهسته‌ای پیام می‌رساند.

پاسخ: گزینهٔ ۴ *(زیست یازدهم ـ فصل ۱ ـ دستگاه عصبی محیطی)*

پاسخ تشریحی دستگاه عصبی پیکری، بخشی از دستگاه عصبی محیطی است که می‌تواند هم فعالیت ارادی و هم فعالیت غیرارادی داشته باشد. دقت کنید که در هر دو حالت، این دستگاه با ماهیچه‌های اسکلتی (حاوی یاخته‌های ماهیچه‌ای چندهسته‌ای) در ارتباط است و فقط به این ماهیچه‌ها پیام‌رسانی می‌کند.

درس‌نامه دستگاه عصبی محیطی

۱) وظیفهٔ اصلی این دستگاه، مرتبط‌کردن مغز و نخاع با بخش‌های دیگر بدن است و از ۱۲ جفت عصب مغزی و ۳۱ جفت عصب نخاعی تشکیل شده است.

۲) اعصاب مغزی، پیام‌های سر و صورت را بدون این‌که به نخاع منتقل کنند، بین مغز و بخش‌های مرتبط با آن منتقل می‌کند، اما اعصاب نخاعی پیام‌های اندام‌های دیگر را ابتدا به نخاع می‌آورند تا از طریق نخاع به مغز و بخش‌های دیگر فرستاده شوند.

۳) هر عصب مجموعه‌ای از رشته‌های عصبی است (یعنی فقط یک رشته نمی‌باشد) که درون بافت پیوندی قرار دارند. رشته‌های عصبی هم می‌توانند میلین‌دار یا فاقد میلین باشند، پس یاخته‌های عصبی سازندهٔ یک عصب می‌توانند هم توسط غلاف میلین احاطه شده باشند و هم توسط بافت پیوندی!

۴) دستگاه عصبی محیطی دو بخش دارد: الف) حسی ← پیام‌ها را از اندام‌های حسی و سایر بخش‌های دیگر بدن به سوی دستگاه عصبی مرکزی می‌آورد ب) حرکتی ← پیام‌ها را از دستگاه عصبی مرکزی به سوی اندام‌ها می‌آورد. به عبارتی حسی قبل از پردازش پیام فعالیت می‌کند و حرکتی بعد از پردازش پیام!

۵) بخش حرکتی، خودش شامل دو بخش است: الف) پیکری ← کنترل فعالیت ماهیچه‌های اسکلتی به صورت ارادی یا غیرارادی
ب) خودمختار ← کنترل فعالیت ماهیچه‌های صاف، قلبی و غدد به صورت غیرارادی؛ بخش خودمختار، خودش شامل دو بخش سمپاتیک و پاراسمپاتیک است که اولی در هنگام هیجانات و دومی در حالت آرامش فعالیت بیشتری دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ یاخته‌های عصبی خودمختار با تغییر میزان خون‌رسانی به ماهیچه‌های اسکلتی (مثلن از طریق اثر بر ماهیچه‌های صاف رگ‌ها و هم‌چنین اثر بر شبکهٔ هادی قلب و تغییر میزان ضربان قلب)، در تغییر سوخت‌وساز ماهیچه‌های اسکلتی نقش دارند. این یاخته‌های عصبی همواره فعالیت غیرارادی دارند.

۲ در بخش حسی دستگاه عصبی محیطی که با نخاع مرتبط است، جسم یاخته‌ای نورون‌های حسی در بیرون از نخاع و در ریشهٔ پشتی اعصاب نخاعی قرار دارد. این نورون‌ها می‌توانند پیام‌های عصبی را به نورون‌های رابط منتقل کنند، نه این‌که پیام را از آن‌ها دریافت کنند.

۳ پیام‌های حسی درد مربوط به پوست صورت، با توجه به جایگاه آن‌ها، مستقیمن و بدون ورود به نخاع و بدون عبور از اعصاب نخاعی، به‌وسیلهٔ اعصاب مغزی به منظور پردازش اولیه و تقویت به تالاموس‌ها وارد می‌شوند.

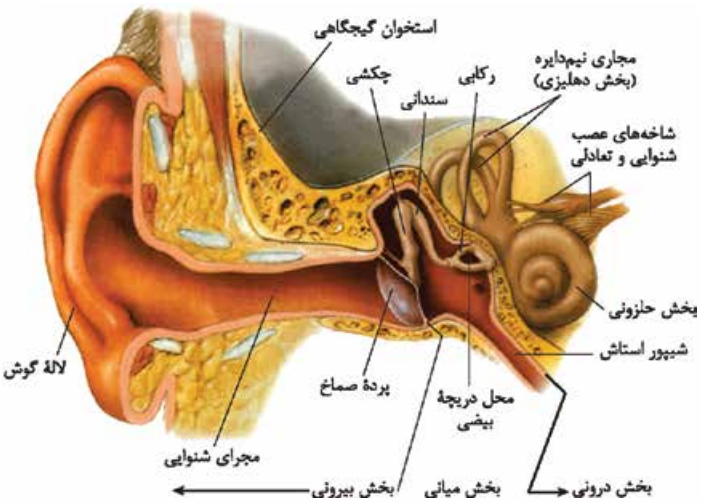
تست و پاسخ ۳۰

کدام گزینه، در ارتباط با دریچه‌ای در گوش انسان صحیح است که ارتعاشات را مستقیماً از کف استخوان رکابی دریافت می‌کند؟ ← دریچهٔ بیضی

۱) در نزدیکی محل استقرار گیرنده‌های تعادل قرار دارد.
۲) به باریک‌ترین بخش مجرای حلزون گوش متصل است.
۳) پایین‌تر از دستهٔ استخوان چکشی قرار گرفته است.
۴) عملکرد شیپور استاش در ارتعاش صحیح آن بی‌تأثیر است.

پاسخ: گزینهٔ ۱

(زیست یازدهم ـ فصل ۲ ـ شنوایی)



پاسخ تشریحی منظور صورت سؤال، دریچهٔ بیضی است که با استخوان رکابی تماس دارد. با توجه به شکل، محل استقرار دریچهٔ بیضی، در نزدیکی بخشی از مجاری نیم‌دایره قرار دارد که محل قرارگیری گیرنده‌های تعادلی است. این گیرنده‌ها در بخش قاعده‌ای مجاری نیم‌دایره می‌باشند.

نکته در بخش‌های مختلف گوش می‌توان گیرنده‌های مختلفی را مشاهده کرد مثل گیرنده‌های شنوایی در حلزون گوش، گیرنده‌های تعادلی در بخش دهلیزی، گیرنده‌های حواس پیکری مثل درد، فشار و دما در پوست لالهٔ گوش و مجرای شنوایی!

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ دریچهٔ بیضی به قطورترین بخش مجرای حلزون گوش اتصال دارد، بخش‌های ابتدایی حلزون گوش، قطر بیشتری دارند.

۳ با توجه به شکل دستهٔ استخوان چکشی که به پردهٔ صماخ متصل است، تقریبن هم‌سطح با دریچهٔ بیضی قرار دارد. هر چی هست، دریچهٔ بیضی از آن پایین‌تر نیست.

۴ عملکرد شیپور استاش در ارتعاش صحیح پردهٔ صماخ و در پی آن، در ارتعاش صحیح استخوان‌های گوش میانی و در نهایت ارتعاش دریچهٔ بیضی، نقش دارد.

نکته طی تبدیل صدا به پیام عصبی، اولین بخشی که در اثر صوت می‌لرزد، پردهٔ صماخ است، لرزش این پرده سبب لرزش سایر بخش‌های گوش میانی (استخوان‌های چکشی، سندانی و رکابی) و در نهایت لرزش دریچهٔ بیضی و خم‌شدن مژک‌های گیرنده‌های بخش حلزون گوش می‌شود!

تست و پاسخ ۳۱

مطابق اطلاعات کتاب درسی، به‌دنبال اتصال ناقل‌های عصبی به پروتئینی در سطح یاختهٔ پس‌سیناپسی، چند مورد به طور حتم رخ می‌دهد؟

الف) ابتدا نفوذپذیری غشا نسبت به یون سدیم افزایش می‌یابد.

ب) ساختار سه‌بعدی کانالی را در نورون پس‌سیناپسی خود تغییر خواهد داد.

ج) در نهایت هر ناقل موجود در فضای سیناپسی توسط آنزیم‌هایی تجزیه می‌شود.

د) با جابه‌جایی نوعی یون از طریق پروتئین‌های غشا، اختلاف پتانسیل دو سوی غشای یاختهٔ پس‌سیناپسی، تغییر می‌کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ ۱

خودت حل کنی بهتره ناقل‌های عصبی می‌توانند تحریکی یا مهاری باشند که در هر دو حالت، در اثر این ناقل‌ها، اختلاف پتانسیل دو سوی غشای یاختهٔ پس سیناپسی تغییر می‌کند. در حالت تحریکی، یون‌های سدیم به سرعت به یاخته وارد می‌شوند و در حالت مهاری، مثلن یون‌های پتاسیم می‌توانند به سرعت از یاخته خارج شوند.

پاسخ تشریحی موارد «الف»، «ب» و «ج» به نادرستی بیان شده‌اند.

بررسی همهٔ موارد:

الف) در صورتی که ناقل عصبی باعث تحریک‌شدن یاختهٔ پس‌سیناپسی شود، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی غشای آن باز می‌شوند؛ اما در صورتی که این ناقل عصبی باعث مهار یاختهٔ پس سیناپسی شود، موجب می‌شود تا نفوذپذیری غشا به یون‌های دیگری به جز سدیم افزایش یابد و بر روی نفوذپذیری به سدیم اثری ندارد.

درس‌نامه ●● جابه‌جایی یون‌های سدیم در غشای یاخته‌های عصبی

۱) در حالت طبیعی مقدار یون‌های سدیم در بیرون یاختهٔ عصبی زنده از داخل آن بیشتر است، در حالت کلی تعداد سدیم‌های ورودی به یاختهٔ عصبی از تعداد پتاسیم‌های خروجی کم‌تر است. نفوذپذیری غشا به پتاسیم بیشتر است.

۲) جابه‌جایی یون‌های سدیم و پتاسیم از غشا می‌تواند از طریق کانال‌های نشتی، پمپ سدیم ـ پتاسیم و یا کانال‌های دریچه‌دار صورت بگیرد.

۳) یون‌های سدیم از طریق کانال‌های نشتی و به روش انتشار تسهیل‌شده به درون یاخته وارد می‌شوند. این جابه‌جایی می‌تواند همواره رخ دهد.

۴) جابه‌جایی یون‌ها از طریق کانال‌های دریچه‌دار سدیمی نیز با انتشار تسهیل‌شده رخ می‌دهد، اما فقط زمانی که دریچهٔ آن‌ها باز باشد، مثلن در اثر ناقل عصبی!

۵) پمپ سدیم ـ پتاسیم با مصرف انرژی ATP، یون‌های سدیم را در خلاف جهت شیب غلظت جابه‌جا می‌کند؛ یعنی از طریق انتقال فعال سه یون سدیم را خارج و دو یون پتاسیم را وارد یاخته می‌کند.

ب) ممکن است یاختهٔ پس‌سیناپسی، ماهیچه یا غده باشد! در واقع این یاخته اصلن نورون نباشد.

ج) ممکن است ناقل عصبی موجود در فضای سیناپسی، توسط نورون پیش‌سیناپسی از فضای سیناپسی برداشته شود. در حد کتاب درسی دو راه برای توقف انتقال پیام عصبی وجود دارد: ۱) تجزیهٔ ناقل عصبی در فضای سیناپسی ۲) بازگشت ناقل عصبی به یاختهٔ پیش‌سیناپسی

نکته در فضای سیناپسی، امکان ندارد ناقل عصبی به یاختهٔ پس‌سیناپسی وارد شود؛ بلکه فقط می‌تواند به گیرنده‌های خود در سطح غشای این یاخته متصل شود، اما می‌تواند به یاختهٔ پیش‌سیناپسی وارد شود (پس از توقف انتقال پیام).

د) اتصال ناقل عصبی به یاختهٔ پس‌سیناپسی، در هر دو حالت (چه مهاری باشد، چه تحریکی)، اختلاف پتانسیل دو سوی غشای یاخته را تغییر می‌دهد، که این کار را از طریق جابه‌جایی نوعی یون از عرض غشا ممکن می‌سازد. دقت کنید تغییر اختلاف پتانسیل دو سوی غشا، لزومن به معنی ایجاد پیام عصبی و پتانسیل عمل نیست! اگر ناقل مهاری باشد پیام عصبی ایجاد نمی‌شود!

تست و پاسخ ۳۲

در ارتباط با یاخته‌هایی از اندام زبان انسان که پس از تحریک‌شدن می‌توانند پتانسیل الکتریکی غشای خود را تغییر دهند، کدام مورد غیرممکن است؟

گیرنده‌های چشایی + نورون‌های حسی + ماهیچه‌های اسکلتی + گیرنده‌های پیکری و ...

۱) در خارج از جوانه‌های چشایی سطح زبان، تحت تأثیر آمینواسید گلوتامات قرار گیرند.

۲) پیام‌های چشایی را به آکسون نورون حسی موجود در انتهای خود منتقل کنند.

۳) بدون اتصال به ذرات غذایی محلول، نوعی پیام حسی را به مغز منتقل کنند.

۴) تحت تأثیر گروهی از یاخته‌های دستگاه عصبی پیکری قرار گیرند.

پاسخ: گزینهٔ ۲ *(زیست یازدهم ـ فصل‌های ۱ و ۲ ـ ایجاد پیام عصبی)*

پاسخ تشریحی منظور صورت سؤال، یاخته‌های گیرندهٔ چشایی (همهٔ گیرنده‌های چشایی در زبان نیستند، بلکه در بخش‌های دیگر دهان هم می‌توانند باشند) و انواع دیگری از گیرنده‌ها مانند گیرندهٔ درد و یا دیگر گیرنده‌های حواس پیکری است که در زبان وجود دارند. هم‌چنین یاخته‌های ماهیچه‌ای اسکلتی زبان نیز پس از تحریک‌شدن توسط رشته‌های دستگاه عصبی پیکری، پتانسیل دو سوی غشای خود را تغییر می‌دهند.

در جوانهٔ چشایی یاخته‌های گیرندهٔ چشایی وجود دارند که با دندریت نورون حسی در ارتباط هستند. هیچ‌یک از این یاخته‌ها پیام چشایی را به آکسون نورون دیگری منتقل نمی‌کنند.

نکته طبق شکل کتاب درسی در فصل اول، دندریت‌ها و جسم یاخته‌ای بخش‌هایی از یک نورون هستند که می‌توانند با یاختهٔ پیش‌سیناپسی دیگر، ارتباط برقرار کنند (پیام را از یاختهٔ پیش‌سیناپسی دریافت کنند)؛ البته از نظر علمی آکسون‌ها هم می‌توانند، اما این مورد حداقل در مورد گیرنده‌های چشایی و نورون حسی مرتبط با آن‌ها درست نیست.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در سایر نقاط دهان (غیر از برجستگی‌های زبان) نیز گیرنده‌های شیمیایی چشایی (درون جوانه‌های چشایی) وجود دارند که در اثر مولکول‌های محلول در غذا مثل آمینواسید گلوتامات، می‌توانند تحریک شوند.

۳) گیرنده‌های حواس پیکری موجود در زبان (از جمله درد) می‌توانند بدون اتصال به مولکول‌های محلول در غذا تحریک شوند. مثلن در اثر آسیب ناشی از سوختگی با غذای داغ!

۴) یاخته‌های ماهیچه‌ای اسکلتی در زبان وجود دارند که عملکرد ارادی دارند و توسط بخش پیکری دستگاه عصبی محیطی، تحریک می‌شوند.

تست و پاسخ ۳۳

طبق اطلاعات کتاب درسی، در یک انسان سالم، هر مرکزی از پایین‌ترین بخش اصلی مغز انسان که .....

ساقهٔ مغز متشکل از پل مغزی، مغز میانی و بصل‌النخاع

۱) بزرگ‌ترین بخش آن به حساب می‌آید، فقط رشته‌هایی دارد که پیام‌های عصبی را از آن خارج می‌نمایند

۲) در انجام نوعی واکنش سریع و غیرارادی مؤثر است، به نوعی در متوقف‌کردن انقباض عضلاتِ دمی نقش دارد

۳) بر فاصلهٔ میان تکانه‌های قلبی اثر دارد، پیام‌هایی را به منظور تغییر موقعیت برچاکنای (اپی‌گلوت) صادر می‌کند

۴) در فعالیت گروهی از ماهیچه‌های بدن نقش دارد، با فعالیت خود می‌تواند موجب تغییر فشار مایع موجود در اطراف شش‌ها شود

پاسخ: گزینهٔ ۲ *(زیست یازدهم ـ فصل ۱ ـ ساقهٔ مغز)*

پاسخ تشریحی بصل‌النخاع (به واسطهٔ نقش‌داشتن در بلع، عطسه و سرفه) و پل مغزی (به‌واسطهٔ ترشح بزاق که می‌تواند نوعی فرایند انعکاسی باشد) می‌توانند در انعکاس‌ها (نوعی پاسخ سریع و غیرارادی به محرک‌ها) نقش داشته باشند. در بصل‌النخاع مرکز بلع و در پل مغزی نوعی مرکز تنظیم تنفس یافت می‌شود که می‌توانند با اثرگذاری بر روی مرکز تنفس در بصل‌النخاع، فرایند دم را متوقف سازند؛ پس هر دو به نوعی در توقف دم نقش دارند.

نکته پل مغزی، خودش به طور مستقیم بر ماهیچه‌های تنفسی اثر نمی‌گذارد بلکه با اثر بر بصل‌النخاع دم را خاتمه می‌دهد، به عبارتی بصل‌النخاع پس از دریافت پیام از پل مغزی، دیگر به ماهیچه‌های تنفسی، پیام عصبی نمی‌فرستد؛ پس این عضلات به حالت استراحت درمی‌آیند و بازدم شروع می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) پل مغزی بزرگ‌ترین بخش ساقهٔ مغز محسوب می‌شود. توجه داشته باشید که پل مغزی می‌تواند با رشته‌های عصبی حسی ارتباط داشته باشد که پیام عصبی را به آن وارد می‌کند؛ نه این‌که فقط خارج سازد.

۳) پل مغزی و بصل‌النخاع بر تغییر میزان ضربان قلب اثر دارند، چراکه مرکز هماهنگی اعصاب خودمختار تنظیم‌کنندهٔ ضربان قلب در آن‌هاست؛ در زمان بلع، برچاکنای به سمت پایین رفته تا راه نای را ببندد. (جلوگیری از ورود غذا به نای). مرکز بلع درون بصل‌النخاع قرار داشته و پل مغزی در این فرایند نقشی ندارد.

نکته هم بصل‌النخاع و هم پل مغزی به نوعی در فرایند بلع اثر دارند، پل مغزی با تحریک ترشح بزاق و ایجاد تودهٔ لغزندهٔ قابل بلع و بصل‌النخاع هم با بستن راه نای!

۴) پل مغزی و بصل‌النخاع به دلیل داشتن مرکز تنظیم تنفس می‌توانند میزان فشار مایع جنب را تغییر دهند. فشار این مایع هم طی دم و هم بازدم تغییر می‌کند. بصل‌النخاع و پل مغزی هر دو بر فعالیت ماهیچه‌های تنفسی اثر دارند. بصل‌النخاع در انقباض آن‌ها و پل مغزی در استراحت آن‌ها؛ اما دقت کنید مغز میانی هم در حرکت نقش دارد، اما در تنفس و تغییر فشار مایع جنب نه!

درس‌نامه ساقهٔ مغز

۱) **مغز میانی**: در بالای پل مغزی قرار دارد، در شنوایی، بینایی و حرکت نقش دارد، برجستگی‌های چهارگانه بخشی از مغز میانی‌اند. (۲برجستگی در بالا که بزرگ‌ترند و ۲ برجستگی در پایین که کوچک‌ترند.)

۲) **پل مغزی**: از بالا با مغز میانی و از پایین با بصل‌النخاع در ارتباط است. مرکز تنظیم ترشح بزاق و اشک می‌باشد (پس به نوعی هم در گوارش و هم در ایمنی نقش دارد)، مدت‌زمان دم را، از طریق مرکز تنفسی‌اش تنظیم می‌کند، یعنی به بصل‌النخاع پیام می‌دهد که دم را خاتمه بده و از این طریق زمان دم را تنظیم می‌کند.

۳) **بصل‌النخاع**: پایین‌ترین بخش مغز است. ضربان قلب و فشارخون را تنظیم می‌کند، مرکز انعکاس‌های عطسه، سرفه و بلع است. مرکز اصلی تنظیم تنفس (صادرکنندهٔ دستور دم) است، یعنی به ماهیچه‌های دمی دستور می‌دهد که منقبض شوند؛ پس حجم قفسهٔ سینه افزایش می‌یابد و دم رخ می‌دهد.

تست و پاسخ ۳۴

کدام گزینه برای تکمیل عبارت زیر نامناسب است؟

«در صورتی که میزان همگرایی عدسی چشم در یک فرد نسبت به حالت عادی ..... یابد، به منظور دیدن ..... .»

۱) کاهش ـ نزدیک‌ترین اجسام قابل رؤیت، اعصاب بخش خودمختار فعالیت می‌کنند

۲) کاهش ـ دورترین اجسام قابل رؤیت، عدسی باید در باریک‌ترین وضعیت خود قرار بگیرد

۳) افزایش ـ دورترین اجسام قابل رؤیت، باید قطر حلقهٔ اطراف محل استقرار عدسی، کاهش یابد

۴) افزایش ـ نزدیک‌ترین اجسام قابل رؤیت، باید فشار واردشده از عدسی به زجاجیه افزایش یابد

پاسخ: گزینهٔ ۳ *(زیست یازدهم ـ فصل ۲ ـ تطابق)*

پاسخ تشریحی افزایش میزان همگرایی عدسی باعث نزدیک‌بینی و کاهش آن، باعث دوربینی می‌شود. در زمان مشاهدهٔ اجسام دور، هم در افراد سالم و هم در افراد نزدیک‌بین و حتی افراد دوربین، ماهیچه‌های مژگانی در حال استراحت هستند، تارهای آویزی کشیده می‌شوند و عدسی باریک‌تر می‌شود؛ همان‌طور که می‌دانید، جسم مژگانی به شکل حلقه‌ای اطراف محل استقرار عدسی قرار دارد. در زمان استراحت این ماهیچه‌ها، قطر حلقه کاهش نمی‌یابد؛ بلکه افزایش می‌یابد و تارهای آویزی کشیده می‌شوند.

نکته عدسی به واسطهٔ تارهای آویزی به ماهیچه‌های جسم مژگانی متصل است، به دنبال انقباض یا استراحت این ماهیچه‌ها، تارهای آویزی شل یا کشیده می‌شوند که این تغییر وضعیت منجر به ضخیم‌شدن یا باریک‌شدن عدسی می‌شود، همهٔ این‌ها برای این است که در هر حالتی (دیدن اجسام نزدیک یا دور) تصویر بر روی شبکیه تشکیل شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) هنگام دیدن اجسام نزدیک (چه در چشم سالم و چه در چشم غیرسالم)، ماهیچه‌های جسم مژگانی منقبض می‌شوند؛ این ماهیچه‌ها، نوعی ماهیچهٔ صاف هستند و بخش خودمختار دستگاه عصبی محیطی، فعالیت ماهیچه‌های صاف را تنظیم می‌کند.

۲ وقتی به اجسام دور نگاه می‌کنیم، به دنبال استراحت ماهیچه‌های جسم مژگانی، عدسی باریک‌تر می‌شود و برای دیدن دورترین اجسام، عدسی چشم باریک‌ترین حالت خود را دارد.

۴ هنگام دیدن اشیای نزدیک با انقباض ماهیچه‌های جسم مژگانی، عدسی ضخیم می‌شود و به زجاجیه فشار وارد می‌کند. در زمان مشاهدهٔ نزدیک‌ترین جسم قابل رؤیت، تحدب عدسی باید افزایش بیشتری داشته باشد؛ در نتیجه فشار واردشده از سمت آن به زجاجیه بیشتر می‌شود.

نام بیماری	علت بیماری		علائم بیماری	برخی عوامل مؤثر در بروز بیماری	راه درمان
پیرچشمی	اختلال در عدسی	سفت‌شدن عدسی و کاهش انعطاف‌پذیری آن	کاهش قدرت تطابق و اختلال در دیدن اجسام نزدیک	افزایش سن	استفاده از عینک‌های مخصوص
آستیگماتیسم	اختلال در عدسی یا قرنیه	کروی و کاملن صاف نبودن سطح عدسی یا قرنیه	نامنظم‌رسیدن پرتوهای نور به یکدیگر روی شبکیه و در نتیجه عدم تشکیل تصویر واضح به علت عدم تمرکز این پرتوها روی یک نقطه	—	استفاده از عینک برای جبران عدم یکنواختی انحنای عدسی یا قرنیه
دوربینی	اختلال در کرهٔ چشم یا همگرایی عدسی	بیش از حد کوچک‌بودن کرهٔ چشم یا تغییر در همگرایی عدسی چشم	تشکیل تصویر اشیای نزدیک پشت شبکیه (اشیای نزدیک واضح دیده نمی‌شوند.)	—	استفاده از عدسی همگرا
نزدیک‌بینی		بیش از حد بزرگ‌بودن کرهٔ چشم یا تغییر در همگرایی عدسی چشم	تشکیل تصویر اشیای دور جلوی شبکیه (اشیای دور واضح دیده نمی‌شوند)	—	استفاده از عدسی واگرا

تست و پاسخ ۳۵

با توجه به مطالب کتاب درسی و در ارتباط با مسیر انعکاس عقب‌کشیدن دست در برخورد با جسم داغ، کدام ویژگی را می‌توان به تعداد بیشتری از نورون‌های شرکت‌کننده در این مسیر نسبت داد؟

۱) فقط در سیناپس تحریکی شرکت دارند.
۲) ناقل‌های عصبی مؤثر در این مسیر را در نخاع تولید می‌کنند.
۳) برخی پروتئین‌های آن‌ها به ناقل‌های عصبی متصل می‌شوند.
۴) باعث افزایش فعالیت کانال‌های پروتئینی در غشای نورون حرکتی می‌شوند.

پاسخ: گزینهٔ ۳ *(زیست یازدهم ـ فصل ۱ ـ انعکاس عقب کشیدن دست)*

خودت حل کنی بهتره این نورون‌های شرکت‌کننده در این مسیر شامل ۱) نورون حسی که با دو نورون رابط سیناپس تحریکی دارد ۲) دو نورون رابط که با دو نورون حرکتی سیناپس دارند (یکی تحریکی و دیگری مهاری) ۳) دو نورون حرکتی که یکی با ماهیچهٔ جلو بازو و دیگری با ماهیچهٔ پشت بازو سیناپس دارد.

پاسخ تشریحی ناقل‌های عصبی نوعی پیک شیمیایی هستند و به گیرندهٔ اختصاصی خود متصل می‌شوند، از طرفی آنزیم‌های پروتئینی هم عملکرد اختصاصی دارند و طی ساخت ناقل عصبی در انتهای واکنش، فراورده (ناقل عصبی) به آنزیم متصل خواهد بود. همهٔ این نورون‌های این مسیر (حسی، رابط و حرکتی) می‌توانند ناقل عصبی تولید کنند و در نتیجه این ناقل‌های عصبی به آنزیم‌های درون یاخته‌ای (تولیدکنندهٔ ناقل) متصل هستند. دقت کنید نورون حرکتی مرتبط با عضلهٔ سه‌سر بازو نیز ناقل عصبی تولید می‌کند، اما به علت مهارشدن، آن را ترشح نمی‌کند.

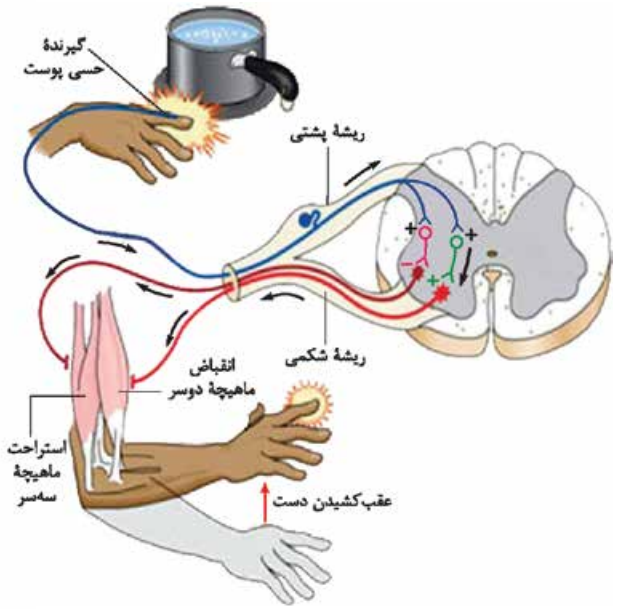
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ نورون حسی و نورون حرکتی مربوط به ماهیچهٔ دو سر بازو و نورون رابط بین آن‌ها، فقط در سیناپس تحریکی شرکت دارند. بنابراین مفهوم این گزینه را می‌توان به سه نورون موجود در این مسیر نسبت داد.

۲ نورون‌های رابط و نورون‌های حرکتی مربوط به عضلات اسکلتی بازو می‌توانند ناقل‌های عصبی خود را درون نخاع تولید کنند، یعنی نورون‌هایی که جسم یاخته‌ای آن‌ها درون نخاع است؛ بنابراین این مورد در خصوص چهار تا از نورون‌های موجود در این مسیر صدق می‌کند.

نکته جسم یاخته‌ای یک نورون محل اصلی سوخت‌وساز یاخته است و بخشی است که اکثر فعالیت‌های یاخته در آن رخ می‌دهد؛ اما دقت کنید در بخش‌های دیگر یاخته نیز امکان انجام فعالیت‌های زیستی وجود دارد، مثلن میتوکندری‌های موجود در پایانه‌های آکسونی، می‌توانند ATP بسازند.

۴ این مورد دربارهٔ هر دو نورون رابط، صدق می‌کند. می‌دانیم که در هر سیناپسی، چه تحریکی و چه مهاری، کانال گیرندهٔ ناقل عصبی در یاختهٔ پس‌سیناپسی پس از اتصال به ناقل فعال شده و پتانسیل الکتریکی یاختهٔ پس‌سیناپسی تغییر می‌کند؛ بنابراین هر دو نورون رابط موجود در این مسیر، با ترشح ناقل عصبی، فعالیت کانال‌های پروتئینی در غشای نورون پس‌سیناپسی را تغییر می‌دهند.



انواع سیناپس‌های انعکاس عقب‌کشیدن دست در برخورد به جسم داغ			
نوع سیناپس	یاختهٔ پیش‌سیناپسی	یاختهٔ پس‌سیناپسی	محل
تحریکی	نورون حسی	نورون رابط	مادهٔ خاکستری نخاع
	نورون حسی	نورون رابط	
	نورون رابط	نورون حرکتی مرتبط با ماهیچهٔ جلو بازو	
	نورون حرکتی مرتبط با ماهیچهٔ جلو بازو	ماهیچهٔ جلو بازو	در مجاورت ماهیچهٔ جلو بازو
مهاری	نورون رابط	نورون حرکتی مرتبط با ماهیچهٔ پشت بازو	مادهٔ خاکستری نخاع
غیرفعال	نورون حرکتی مرتبط با ماهیچهٔ پشت بازو	ماهیچهٔ پشت بازو	در مجاورت ماهیچهٔ پشت بازو

تست و پاسخ ۳۶

بخش حلزونی + بخش دهلیزی

کدام مورد، فقط در ارتباط با بعضی از بخش‌های تشکیل‌دهندهٔ گوش درونی انسان، صادق است؟

۱) بخشی از غشای گیرنده‌های آن، در دو بخش مختلف خود، در مجاورت زوائد رشته‌مانند قرار دارند.

۲) پیام‌های حسی تولیدشده در آن، به بخشی از مغز منتقل می‌شوند که در تنظیم حرکات فرد نقش دارد.

۳) مژک‌های گیرنده‌های حسی آن، در تماس با مایع پرکنندهٔ داخل مجرا(های) گوش درونی قرار دارند.

۴) گیرنده‌های حسی آن، در مجاورت یاخته‌هایی از بافت پوششی قرار دارند که درون مادهٔ ژلاتینی می‌باشند.

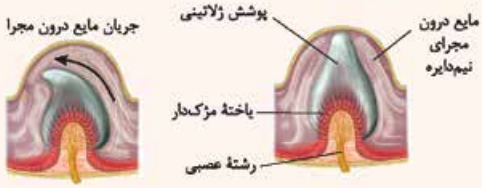
پاسخ: گزینهٔ ۳ *(زیست یازدهم ـ فصل ۲ ـ شنوایی و تعادل)*

پاسخ تشریحی بخش حلزونی و دهلیزی دو بخش تشکیل‌دهندهٔ گوش درونی انسان هستند. مطابق شکل‌های ۱۰ و ۱۱ در فصل ۲ کتاب زیست‌شناسی (۲)، مژک‌های گیرنده‌های حسی در بخش دهلیزی، کاملن در مادهٔ ژلاتینی فرورفته‌اند و با مایع درون این مجاری، ارتباط مستقیمی ندارند اما مژک‌های گیرنده‌های شنوایی این گونه نیستند و امکان تماس آن‌ها با مایع درون مجرای بخش حلزونی وجود دارد.

درس‌نامه ●● **تولید پیام عصبی در یاخته‌های گیرندهٔ تعادلی در گوش**

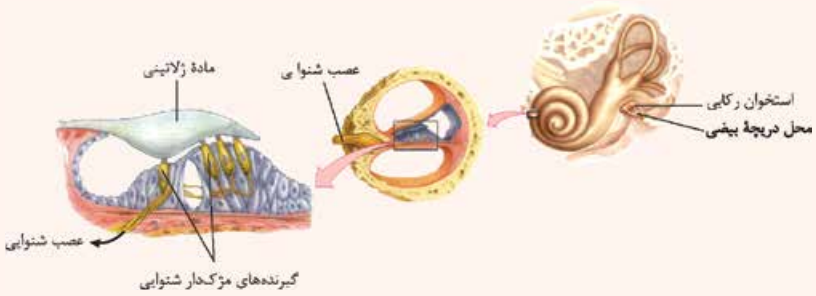
تغییر موقعیت سر ← حرکت مایع درون حداقل یکی از مجاری نیم‌دایره به دنبال حرکت سر ← خم‌شدن مادهٔ ژلاتینی در جهت حرکت مایع درون مجرا ← خم‌شدن مژک‌های گیرنده‌های تعادلی ← تحریک یاخته‌های گیرنده ← ایجاد پیام عصبی ← فرستادن پیام به سمت بخش‌هایی از مغز (مثلن مخچه) ← صادرشدن دستور حرکتی لازم! به ماهیچه‌ها از سوی مغز

(یاخته‌های مژک‌دار گیرندهٔ تعادلی فقط در بخش قاعده‌ای مجاری نیم‌دایره قرار دارند که رشته‌های عصبی با خارج‌شدن از این بخش، بخشی از عصب تعادلی را می‌سازند.)



تولید پیام عصبی در یاخته‌های گیرندهٔ شنوایی در گوش

جمع‌آوری امواج صوتی توسط لالهٔ گوش ← انتقال امواج صوتی به سمت گوش میانی توسط مجرای شنوایی ← برخورد امواج صوتی با پردهٔ صماخ و لرزش آن ← لرزش استخوان چکشی ← لرزش استخوان سندانی ← لرزش استخوان رکابی ← لرزش دریچهٔ بیضی ← لرزش مایع درون حلزون گوش ← خم‌شدن مژک‌های گیرندهٔ شنوایی ← تحریک گیرنده‌ها (بازشدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی) ← ایجاد پیام عصبی ← انتقال پیام به نورون حسی تشکیل‌دهندهٔ عصب شنوایی ← ورود به تالاموس‌ها (تقویت و پردازش اولیه) ← ورود به قشر مخ برای پردازش نهایی.



(گیرنده‌های شنوایی نوعی یاختهٔ غیرعصبی هستند که در مجاورت یاخته‌های پوششی قرار گرفته‌اند. هم گیرنده‌های تعادلی و هم شنوایی، نسبت به سایر یاخته‌های سطح درونی گوش درونی، تعداد کم‌تری دارند.)

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در سمت غشای رأسی گیرنده‌های تعادلی و شنوایی، زوائد رشته‌مانند مژک‌ها دیده می‌شوند و در سمت دیگر غشای قاعده‌ای در مجاورت دندریت نورون‌های حسی (زوائد رشته‌مانند) می‌باشند.

۲) یاخته‌های عصبی مغز میانی در فعالیت‌هایی از جمله بینایی، شنوایی و حرکت نقش دارند. پس پیام‌های بخش حلزونی می‌توانند به این قسمت از ساقهٔ مغز منتقل شوند. از سمت دیگر، مخچه نیز در هماهنگی حرکات بدن نقش دارد. مخچه پیام‌های بخش دهلیزی گوش درونی را دریافت می‌کند؛ پس این گزینه در رابطه با هر دو بخش صادق است. پیام‌های بخش تعادلی نیز به مغز میانی ارسال می‌شوند.

۴) گیرنده‌های حسی هر دو بخش در مجاورت یاخته‌های بافت پوششی قرار دارد، دقت کنید طبق شکل‌های کتاب درسی، در هیچ‌یک از بخش‌های گوش درونی، این یاخته‌های پوششی مجاور گیرنده‌ها، به درون مادهٔ ژلاتینی وارد نشده‌اند.

تست و پاسخ ۳۷

زلالیه + زجاجیه + عدسی

مطابق با مطلب کتاب درسی، «در فضای داخلی کرهٔ چشم انسان، بخش(های) شفافی وجود دارد که در شکست نور واردشده به چشم نقش دارند». کدام مورد، مشخصهٔ هر ساختاری از چشم انسان سالم است که با همهٔ این بخش‌های مورد نظر در تماس قرار می‌گیرد؟

تارهای آویزی

۱) با افزایش سن، کاهش انعطاف‌پذیری آن منجر به بروز پیرچشمی می‌گردد.

۲) گروهی از ماهیچه‌های صاف لایهٔ میانی کرهٔ چشم، در میزان نور عبوری از آن مؤثرند.

۳) اختلال در عملکرد آن، می‌تواند مانع از تشکیل تصویر واضح اجسام بر روی لکهٔ زرد شود.

۴) مواد دفعی آن همراه با مواد دفعی بخش شفاف اطراف بخش عقبی چشم، به نوعی مایع خارج از رگ‌ها وارد می‌شود.

پاسخ: گزینهٔ ۳ *(زیست یازدهم ـ فصل ۲ ـ چشم)*

خودت حل کنی بهتره در فضای درونی چشم، زلالیه، زجاجیه و عدسی، بخش‌های شفاف هستند. دقت کنید قرینه بخش خارجی کرهٔ چشم را می‌سازد (در فضای داخل کرهٔ چشم نیست). زلالیه با عدسی، تارهای آویزی، جسم مژگانی، عنبیه و قرنیه در تماس است. عدسی با تارهای آویزی و زجاجیه و زلالیه در تماس است. زجاجیه نیز با تارهای آویزی، عدسی و لایهٔ داخلی کرهٔ چشم، ماهیچه‌های جسم مژگانی و بخش‌هایی از مشیمیه در تماس است. پس تارهای آویزی، ساختارهایی هستند که با زلالیه، زجاجیه و عدسی در تماس هستند.

پاسخ تشریحی تارهای آویزی به دنبال انقباض یا استراحت ماهیچه‌های جسم مژگانی باعث تغییر ضخامت عدسی می‌شوند تا طی تطابق تصویر واضح بر روی شبکیه تشکیل شود، حالا اگر عملکرد آن‌ها مختل شود (به خوبی کار نکنند)، تغییر قطر صحیح عدسی هم مختل می‌شود، در نتیجه به دلیل اختلال در تطابق امکان دارد تصویر واضح بر روی شبکیه، تشکیل نشود. با توجه به این که لکهٔ زرد در امتداد محور نوری کرهٔ چشم قرار دارد و نیز با توجه به شکل های ۶ و ۷ کتاب درسی در فصل دوم، درمی‌یابیم که در فرد سالم، تصویر اجسام می‌تواند در محل لکهٔ زرد شبکیه تشکیل می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در پیر چشمی، انعطاف‌پذیری عدسی چشم‌کاهش پیدا می‌کند و تطابق دشوار می‌شود. طبق متن کتاب این موضوع به تارهای آویزی مربوط نمی‌شود.

نکته همهٔ انواع بیماری‌های چشم که در کتاب درسی آمده است، ممکن است به دلیل اختلال در عملکرد عدسی ایجاد شوند مثلن نزدیک‌بینی و دوربینی به دلیل تغییر همگرایی عدسی، آستیگماتیسم به دلیل کروی و صاف نبودن سطح عدسی و پیرچشمی هم به دلیل کاهش انعطاف‌پذیری عدسی!

۲) ماهیچه‌های صاف عنبیه (تنگ‌کننده و گشادکننده) در میزان نور عبوری از مردمک و عدسی مؤثرند؛ اما به طور کلی هیچ نوری از جسم مژگانی و تارهای آویزی عبور نمی‌کند.

۴) دقت کنید در اطراف بخش عقبی چشم، بخش شفاف مشاهده نمی‌شود. قرنیه بخش شفاف جلوی چشم می‌باشد.

تست و پاسخ ۳۸

کدام گزینه، برای تکمیل عبارت زیر نامناسب است؟

«به طور معمول در بدن انسان، نوعی گیرندهٔ حسی پیکری که ..... تحریک می‌شود، می‌تواند ..... .»

۱) در مواجهه با سرما ـ با قرارگیری در سیاهرگ‌های بزرگ، نسبت به تغییر دمای سطح بدن حساس باشد

۲) در حضور مواد شیمیایی ـ با قرارگیری طولانی در معرض محرک ثابت هم‌چنان به تولید پیام عصبی بپردازد

۳) به دنبال تغییر شکل پوشش پیوندی اطراف خود ـ با داشتن غلاف میلین، در نزدیکی بافت چربی یافت گردد

۴) در حضور عوامل مکانیکی ـ فاقد پوشش پیوندی باشد و به تعیین موقعیت اندام‌ها نسبت به هم در هنگام سکون کمک کند

پاسخ: گزینهٔ ۱ *(زیست یازدهم ـ فصل ۲ ـ گیرنده‌های حواس پیکری)*

پاسخ تشریحی گیرنده‌های دمایی به سرما و یا گرما حساس هستند. گیرنده‌های دمایی علاوه بر پوست، در بخش‌هایی از درون بدن، مانند برخی سیاهرگ‌های بزرگ نیز جای دارند. گیرنده‌های دمایی درون بدن به تغییرات دمای درون بدن و گیرنده‌های دمایی پوست به تغییرات دمای سطح بدن حساس‌اند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) به عنوان مثال، گیرندهٔ درد می‌تواند در اثر لاکتیک اسید (نوعی مادهٔ شیمیایی) تحریک شود. گیرندهٔ درد سازش نمی‌یابد؛ یعنی حتی در حضور طولانی‌مدت محرک ثابت آسیب‌رسان، هم‌چنان به تولید پیام عصبی می‌پردازد!

درس‌نامه •• گیرنده‌های درد

۱) در پوست و برخی بخش‌های دیگر بدن مانند دیوارهٔ سرخرگ‌ها قرار دارند.

۲) گیرنده‌های درد به آسیب بافتی پاسخ می‌دهند. آسیب بافتی در اثر عوامل مکانیکی مثل بریدگی، سرما یا گرمای شدید و برخی مواد شیمیایی مثل لاکتیک اسید ایجاد می‌شود.

۳) گیرنده‌های درد سازش پیدا نمی‌کنند؛ در نتیجه این پدیده کمک می‌کند مادامی‌که محرک آسیب‌رسان وجود دارد، فرد از وجود محرک اطلاع داشته باشد.

۴) درد یک سازوکار حفاظتی است. هرگاه یاخته‌ها در معرض تخریب قرار گیرند، درد ایجاد و موجب می‌شود که فرد برای برطرف‌کردن عامل ایجاد درد، واکنش مناسب نشان دهد.

۵) رسوب بلورهای اوریک اسید در کلیه‌ها باعث ایجاد سنگ کلیه و در برخی از مفاصل باعث بیماری نقرس می‌شود. نقرس یکی از بیماری‌های مفصلی است که با دردناک‌شدن مفاصل و التهاب آن‌ها همراه است؛ پس به طور حتم گیرنده‌های درد تحریک می‌شوند. *(زیست دهم ـ فصل ۵)*

۶) در فعالیت‌های شدید که اکسیژن کافی به ماهیچه‌ها نمی‌رسد، تجزیهٔ گلوکز به صورت هوازی انجام نمی‌شود؛ در نتیجه تخمیر لاکتیکی رخ می‌دهد که در اثر این واکنش‌ها لاکتیک اسید تولید می‌شود و در ماهیچه انباشته می‌شود. انباشته‌شدن لاکتیک اسید پس از تمرینات ورزشی طولانی، باعث گرفتگی و درد ماهیچه‌ای می‌شود؛ پس مواد شیمیایی هم می‌توانند در تحریک گیرندهٔ درد نقش داشته باشند (با ایجاد آسیب بافتی). لاکتیک اسید اضافی به تدریج تجزیه می‌شود و اثرات درد و گرفتگی ماهیچه‌ای کاهش می‌یابد. *(زیست یازدهم ـ فصل ۳)*

۷) آسیب بافتی می‌تواند نوعی پاسخ ایمنی به نام پاسخ التهابی ایجاد کند که در این پاسخ، گیرنده‌های درد در ناحیهٔ آسیب‌دیده تحریک می‌شوند. در پاسخ التهابی عوامل مؤثر در ایمنی مثل یاخته‌ها و پروتئین‌های مؤثر در ایمنی و همچنین میزان خون بیشتری به محل التهاب می‌رود و آن‌جا قرمز، متورم و دردناک می‌شود. *(زیست یازدهم ـ فصل ۵)*

۳ گیرندهٔ فشار طبق شکل ۱ کتاب درسی زیست‌شناسی (۲) در فصل دوم، در زیر پوشش پیوندی خود، غلاف میلین دارد. این گیرنده طبق شکل ۲، در مجاورت بافت چربی یافت می‌شود.

شکل‌نامه **گیرنده‌های پوست**

- پوست از بخش‌های مختلفی تشکیل شده است:

۱) خارجی‌ترین بخش آن، یاخته‌های مرده‌ای هستند که به تدریج می‌ریزند. ۲) زیر آن یاخته‌های سنگفرشی زنده هستند که بخش‌های ۱ و ۲ با هم لایهٔ اپیدرم را تشکیل می‌دهند. ۳) لایهٔ درم که از بافت پیوندی تشکیل شده است.

- غده‌های عرق در درم پوست دیده می‌شوند که مجرای آن‌ها با عبور از درم و اپیدرم ترشحات خود را به سطح پوست می‌ریزد.
- رگ‌های خونی در درم دیده می‌شوند، ولی در اپیدرم دیده نمی‌شوند.
- بخشی از لایهٔ اپیدرم با فرورفتن به لایهٔ درم، اطراف پیاز مو را احاطه کرده است، هم‌چنین گروهی از ماهیچه‌ها به این بخش از مو اتصال یافته‌اند.
- گیرنده‌های تماسی در بخش‌های مختلفی از درم قرار دارند، ولی در لایهٔ اپیدرم، این گیرنده‌ها مشاهده نمی‌شوند. گیرنده‌های فشار و برخی دیگر از گیرنده‌های تماسی، پوشش پیوندی دارند.
- گیرنده‌های درد که انتهای دندریت آزاد هستند، بیشتر در **مجاورت** اپیدرم (نه در داخل آن) دیده می‌شوند.

گیرنده‌های پوست

۴ گیرنده‌های حس وضعیت چنین مشخصه‌هایی دارند.

تست و پاسخ ۳۹

در ارتباط با دستگاه عصبی ماهی، کدام مورد درست است؟

۱) نخاع در محل اتصال به مغز، نسبت به عصب بویایی، بسیار ضخیم‌تر است.

۲) عصب بویایی در محلی جلوتر نسبت به عصب بینایی، به مخ متصل می‌شود.

۳) مخچه، در حد فاصل بین عقبی‌ترین و بزرگ‌ترین بخش مغز قرار گرفته است.

۴) عصب بینایی، در مجاورت مخچه به سطح پایینیِ نوعی لوبِ مغزی متصل است.

پاسخ: گزینهٔ ۳ *(زیست یازدهم ـ فصل ۲ ـ مغز ماهی)*

پاسخ تشریحی مطابق شکل، مخچه در فاصلهٔ بین عقبی‌ترین بخش مغز (بصل‌النخاع) و بزرگ‌ترین بخش آن (لوب بینایی) قرار دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) مطابق شکل، ضخامت نخاع در محل اتصال به بصل‌النخاع نسبت به ضخامت عصب بویایی، بیشتر نیست و تقریباً ضخامت مشابهی دارند.

۲) عصب بویایی در محلی جلوتر از عصب بینایی به لوب‌های بویایی (نه مخ) مغز متصل می شود.

۴) عصب بینایی در مجاورت مخ (نه مخچه)، از بخش زیرین لوب بینایی، به این لوب متصل می‌شود.

شکل نامه **مغز ماهی**

۱) لوب‌های بویایی در جلویی‌ترین بخش مغز ماهی قرار دارند که عصب بویایی به آن‌ها متصل است.

۲) لوب بینایی، بزرگ‌ترین بخش مغز ماهی است و عصب بینایی از پایین به آن وارد می‌شود.

۳) مطابق شکل، دقت کنید که لوب بینایی و مخ هر دو از دو نیمکره تشکیل شده‌اند.

۴) مخچه بالاترین بخش مغز ماهی است.

۵) بصل‌النخاع، عقبی‌ترین بخش مغز ماهی است که نسبت به مخچه و لوب بینایی در سطح پایین‌تری قرار دارد.

۶) قطر نخاع و عصب بویایی از قطر بصل‌النخاع کم‌تر است.

۷) لوب یا پیاز(های) بویایی ماهی نسبت به کل مغز جانور از لوب‌های بویایی انسان نسبت به مغز، بزرگ‌تر است.

تست و پاسخ ۴۰

مطابق اطلاعات کتاب درسی، کدام گزینه، عبارت زیر را به طور مناسب کامل می‌کند؟

«در ساختار دستگاه لیمبیک انسان، فقط آن دسته از یاخته‌هایی که ..... .»

۱) اثر نوعی محرک را به پیام عصبی تبدیل می‌کنند، توانایی تغییر مقدار پتاسیم، در فضای بین یاخته‌ای بافت عصبی را، دارند

۲) پیام را به یاختهٔ پس‌سیناپسی منتقل می‌کنند، محل نگهداری بیشترین مقدار مادهٔ وراثتی را در یک سمت از یاخته قرار داده‌اند

۳) رشته‌های عصبی طویل و میلین‌دار دارند، پیام عصبی تحریکی را به شکل دوطرفه در طول خود عبور می‌دهند

۴) فاقد توانایی تغییر ناگهانی اختلاف پتانسیل در دو سوی غشای خود هستند، می‌توانند در دفاع از یاخته‌های دیگر این بافت نقش داشته باشند

پاسخ: گزینهٔ ۴ *(زیست یازدهم ـ فصل ۲ ـ یاخته‌های بافت عصبی)*

پاسخ تشریحی بافت عصبی دارای دو نوع یاختهٔ عصبی و غیرعصبی (پشتیبان) است. یاخته‌های غیرعصبی، توانایی ایجاد پتانسیل عمل (ایجاد تغییرات ناگهانی در اختلاف پتانسیل دو سوی غشای خود) را ندارند. این یاخته‌ها گوناگون‌اند و وظایف مختلفی دارند؛ مثلاً می‌توانند در دفاع از یاخته‌های عصبی نقش داشته باشند.

نکته در بافت عصبی انواعی از نورون‌ها (حسی، حرکتی، رابط) با ساختار و عملکرد متفاوت وجود دارد؛ هم‌چنین یاخته‌های غیرعصبی این بافت نیز انواع مختلفی دارند که هر کدام وظایف مخصوص خود را دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) یاخته‌های عصبی برخلاف یاخته‌های پشتیبان، می‌توانند اثر نوعی محرک را به پیام عصبی تبدیل کنند؛ اما دقت کنید که هر دو نوع یاختهٔ عصبی و غیرعصبی توانایی تبادل یون‌های سدیم و پتاسیم را بین درون یاخته با فضای بین یاخته‌ای دارند، هم‌چنین نوعی از نوروگلیا در تنظیم هم‌ایستایی مایع اطراف نورون‌ها نقش دارد.

۲) یاخته‌های عصبی توانایی هدایت و انتقال پیام عصبی را دارند. در یاخته‌های عصبی حرکتی و رابط، ممکن است دندریت‌های کوتاه و آکسون بلندتر وجود داشته باشد؛ پس جسم یاخته‌ای و هسته در یک سمت یاخته قرار گرفته‌اند. هم‌چنین، طبق شکل ۲ـ ب کتاب درسی در فصل اول (چگونگی ساخت غلاف میلین) مشخص است که در یاختهٔ پشتیبان سازندهٔ غلاف میلین نیز هسته در یک سمت یاخته قرار گرفته است.

نکته در یاخته‌های جانوری، هسته محل اصلی ذخیرهٔ مادهٔ وراثتی یاخته است اما این مادهٔ وراثتی در بخش‌های دیگر یاخته هم می‌تواند وجود داشته باشد مثل دنای میتوکندری‌ها، که این اندامک‌ها هم در بخش‌های مختلف یاخته می‌توانند مشاهده شوند. از طرفی رنا هم که در ذخیرهٔ اطلاعات وراثتی و انتقال آن‌ها نقش دارند، هم در هسته و هم در سیتوپلاسم دیده می‌شود.

۳ همهٔ انواع نورون‌های رابط، حسی و حرکتی می‌توانند رشته‌های عصبی میلین‌دار داشته باشند. نورون‌ها پیام عصبی را پس از تولید، تنها در یک جهت (به صورت یک‌طرفه) در طول خود هدایت می‌کنند.

نکته هر پیام عصبی لزومن به دندریت(های) یاختهٔ پس‌سیناپسی منتقل نمی‌شود؛ بلکه ممکن است به جسم یاخته‌ای آن منتقل شود، اما هر پیام عصبی در یک یاختهٔ عصبی به سمت پایانه‌های آکسونی آن حرکت می‌کند.

تست و پاسخ ۴۱

مطابق با مطالب کتاب درسی، انواعی از گیرنده‌های حسی ویژه در انسان، زوائد رشته‌مانندی دارند که این زوائد با دریافت محرک یا اثری از آن، سبب تولید پتانسیل عمل می‌شوند. کدام مورد ویژگی مشترک این گیرنده‌ها را بیان می‌کند؟

گیرنده‌های شنوایی + تعادل + چشایی + بویایی

۱) خمیدگی زوائد رشته‌مانند آن‌ها، برای تحریک‌شدن این گیرنده‌ها کافی است.

۲) در مجاورت یاخته‌های پوششی با ظاهر مشابه با خود، قرار دارند.

۳) پیام عصبی را ابتدا به نورونی از دستگاه عصبی محیطی انتقال می‌دهند.

۴) پیام عصبی آن‌ها در نهایت، وارد بخشی از مغز می‌شود که با سامانهٔ کناره‌ای ارتباط دارد.

پاسخ: گزینهٔ ۴ *(زیست یازدهم ـ فصل ۲ ـ حواس ویژه)*

پاسخ تشریحی از بین گیرنده‌های حسی ویژه، گیرنده‌های بویایی، چشایی، تعادل و شنوایی، زوائد رشته‌مانندی دارند که با دریافت محرک یا اثری از آن، سبب تولید پیام عصبی در این یاخته‌ها می‌شوند. دقت کنید که گیرنده‌های بینایی نیز زوائد رشته‌مانند (در انتهای خود) دارند، اما در این یاخته‌ها، دریافت محرک بر عهدهٔ بخش حاوی مادهٔ حساس به نور است که فاقد این زوائد است. پیام‌های چشایی، تعادل و شنوایی از تالاموس‌ها و پیام‌های بویایی از لوب بویایی عبور می‌کنند. لوب‌های بویایی و تالاموس‌ها، با سامانهٔ کناره‌ای ارتباط دارند. هم‌چنین از آن‌جا که خاطرهٔ طعم‌ها، بوها و صداها را به یاد می‌آوریم، می‌توان گفت پیام‌های مربوط به این حواس با عبور از بخش‌هایی از مغز که با سامانهٔ کناره‌ای ارتباط دارند، به این سامانه نیز وارد می‌شوند. هم‌چنین محل پردازش نهایی این پیام‌ها در قشر مخ می‌باشد که با سامانهٔ کناره‌ای ارتباط دارد!

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ برای گیرنده‌های بویایی و چشایی صادق نیست. این گیرنده‌ها به ترتیب در اثر برخورد با مولکول‌های شیمیایی هوا و غذا، تحریک می‌شوند!

۲ مثلن برای گیرنده‌های بویایی صادق نیست.

۳ گیرنده‌های بویایی پیام را مستقیمن به لوب بویایی (بخشی از مغز و دستگاه عصبی مرکزی) منتقل می‌کنند.

نکته گروهی از پیام‌های عصبی حسی وارد نخاع نمی‌شوند و مستقیم به مغز وارد می‌شوند؛ مثل پیام‌های بویایی و گروهی از پیام‌های حسی هم هستند که ابتدا به طور مستقیم وارد مغز نمی‌شوند و مستقیم به نخاع می‌روند مثل آن‌چه در انعکاس عقب‌کشیدن دست رخ می‌دهد.

تست و پاسخ ۴۲

کدام گزینه برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«طبق مطلب کتاب درسی، در یک برجستگی زبان انسان، گروهی از یاخته‌های ..... .»

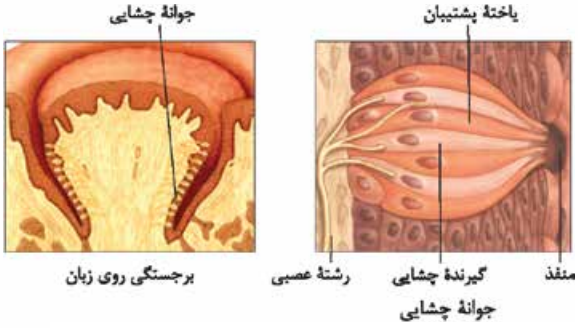
۱) پوششی سنگفرشی، در مجاورت منفذ جوانهٔ چشایی قرار دارند

۲) جوانهٔ چشایی، هستهٔ خود را در مجاورت منفذ چشایی قرار داده‌اند

۳) پشتیبان، با انشعاباتی از رشتهٔ عصبی همایه (سیناپس) تشکیل می‌دهند

۴) گیرندهٔ چشایی، در خارج از جوانهٔ چشایی قرار دارند

پاسخ: گزینهٔ ۱ *(زیست یازدهم ـ فصل ۲ ـ چشایی)*



پاسخ تشریحی مطابق شکل، در برجستگی روی زبان، تعدادی جوانهٔ چشایی وجود دارد. گروهی از یاخته‌های پوششی سنگفرشی در مجاورت این جوانه‌های چشایی و در اطراف منافذ این جوانه‌ها قرار دارند. این منافذ محل ورود مولکول‌های شیمیایی حل‌شده در بزاق و تماس آن‌ها با زوائد گیرنده‌های چشایی هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ هیچ‌یک از یاخته‌های جوانهٔ چشایی، هستهٔ خود را در مجاورت منفذ چشایی قرار نداده‌اند. یک جوانهٔ چشایی از یاخته‌های گیرنده و پشتیبان و یاخته‌های قاعده‌ای تشکیل شده است.

۳ یاخته‌های پشتیبان با انشعابات رشتهٔ عصبی سیناپسی تشکیل نمی‌دهند. گیرنده‌های چشایی سیناپس تشکیل می‌دهند.

۴ در یک برجستگی زبان، یاخته‌های گیرندهٔ چشایی مربوط به آن، همگی در جوانهٔ چشایی قرار دارند. یعنی گیرنده‌های چشایی زبان، نمی‌توانند خارج از این جوانه‌ها باشند. البته دقت کنید، جوانه‌های چشایی در بخش‌های دیگر دهان وجود دارند اما هر گیرندهٔ چشایی زبان، در جوانهٔ چشایی موجود در برجستگی‌های زبان قرار دارد.

شکل نامه **جوانهٔ چشایی**

۱) در هر جوانهٔ چشایی علاوه بر یاخته‌های گیرندهٔ چشایی، یاخته‌های پشتیبان و یاخته‌های کوچک قاعده‌ای نیز حضور دارند.

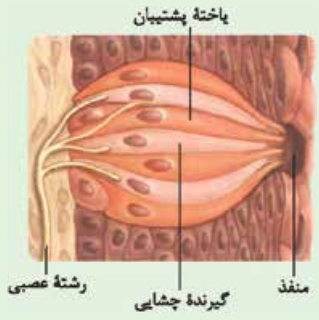
۲) یک انتهای یاخته‌های گیرندهٔ چشایی، در مجاورت منفذ جوانهٔ چشایی قرار دارد و انتهای دیگر این یاخته‌ها، با انشعاب(های) رشتهٔ عصبی سیناپس تشکیل داده است.

۳) همهٔ یاخته‌های گیرندهٔ چشایی درون یک جوانه، می‌توانند با انشعاب(های) یک رشتهٔ عصبی سیناپس تشکیل دهند.

۴) غشای بخشی از یاخته‌های گیرنده که به سمت منفذ قرار دارد، چین‌خوردگی‌های میکروسکوپی دارد.

۵) در جوانه تعداد یاخته‌های پشتیبان از یاخته‌های گیرنده، بیشتر است.

۶) یاخته‌های گیرندهٔ چشایی با یاخته‌های پوششی سنگفرشی سطح زبان تماسی ندارند.



تست و پاسخ ۴۳

کدام گزینه، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«در بدن انسان، هر بخشی از دستگاه عصبی محیطی که .....، می‌تواند .....»

۱) پیام‌هایی سریع و غیرارادی را به دست‌ها می‌رساند ـ از دو بخش سمپاتیک و پاراسمپاتیک تشکیل شده باشد

۲) بر شبکه‌های عصبی روده‌ای مؤثر است ـ همانند پایین‌ترین بخش مغز، بر عملکرد دستگاه گردش خون اثر داشته باشد

۳) در تشکیل ریشهٔ پشتی اعصاب نخاعی شرکت می‌کند ـ کار ماهیچه‌های صاف، قلبی و غدد را به طور ناآگاهانه تنظیم نماید

۴) به ماهیچه‌های حلقوی عنبیه پیام ارسال می‌کند ـ هنگام هیجان، جریان خون را به سوی قلب و ماهیچه‌های اسکلتی هدایت کند

پاسخ: گزینهٔ ۲ *(زیست یازدهم ـ فصل ۱ ـ دستگاه عصبی محیطی)*

پاسخ تشریحی دستگاه عصبی محیطی انسان از دو بخش حسی و حرکتی تشکیل شده است. بخش حسی پیام‌های حسی را به دستگاه عصبی مرکزی می رساند. بخش حرکتی نیز که پیام‌ها را از دستگاه عصبی مرکزی به سوی اندام‌ها می‌برد، از دو قسمت پیکری و خودمختار تشکیل شده است؛ خود بخش خودمختار هم شامل دو بخش سمپاتیک و پاراسمپاتیک است. در فصل ۲ زیست دهم خواندید که دستگاه عصبی خودمختار با شبکه‌های عصبی روده‌ای در ارتباط است و می‌تواند روی آن‌ها اثر بگذارد. دستگاه عصبی خودمختار همانند بصل‌النخاع، بر میزان ضربان قلب و فشار خون تأثیرگذار است.

نکته بخش خودمختار همانند بصل‌النخاع، در شروع پیام‌های تحریکی بافت هادی قلب نقش ندارد؛ بلکه بر تعداد آن‌ها اثر می‌گذارد، یعنی افزایش تعداد ضربان قلب تحت اثر بخش سمپاتیک و کاهش تعداد ضربان قلب تحت اثر بخش پاراسمپاتیک!

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) بخش پیکری، پیام‌هایی سریع و غیرارادی (مربوط به نوعی انعکاس) را به دست‌ها می‌رساند. در حالی که، بخش خودمختار از دو بخش سمپاتیک و پاراسمپاتیک تشکیل شده است؛ نه بخش پیکری.

۳) ریشهٔ پشتی اعصاب نخاعی از نورون‌های متعلق به بخش حسی دستگاه عصبی محیطی تشکیل شده است. در حالی که، بخش خودمختار دستگاه عصبی محیطی، کار ماهیچه‌های صاف، ماهیچهٔ قلب و غده‌ها را به صورت ناآگاهانه تنظیم می‌کند.

نکته ریشهٔ پشتی نخاع شامل بخشی از نورون‌های حسی است که جسم یاخته‌ای آن‌ها، خارج از نخاع قرار دارد؛ این نورون‌ها پیام‌های حسی را به نخاع وارد می‌کنند. ریشهٔ پشتی به همراه ریشهٔ شکمی، عصب نخاعی را می‌سازند؛ یعنی هر دو با هم نه هر یک به تنهایی!

۴) ماهیچه‌های حلقوی (تنگ‌کنندهٔ مردمک) در عنبیه، از اعصاب پاراسمپاتیک پیام دریافت می‌کنند. هنگام هیجان، بخش سمپاتیک سبب افزایش فشار خون، ضربان قلب و تعداد تنفس می‌شود و جریان خون را به سوی قلب و ماهیچه‌های اسکلتی افزایش می‌دهد؛ به عبارتی در هنگام هیجان، بخش سمپاتیک بر بخش پاراسمپاتیک غلبه دارد!

تست و پاسخ ۴۴

با توجه به اطلاعات کتاب درسی، همهٔ گیرنده‌های حسی که پیام عصبی تولیدشده در آن‌ها در حفظ تعادل بدن نقش مهمی دارد، چه مشخصه‌ای دارند؟

حس وضعیت + گیرنده‌های تعادلی در بخش دهلیزی + گیرنده‌های بینایی

۱) از نظر نوع محرک، جزء گیرنده‌های مکانیکی محسوب می‌شوند.
۲) انواعی از نوکلئیک اسیدها را در داخل هستهٔ خود نگهداری می‌کنند.
۳) در پی سازش با محرک، ممکن است تولید پیام عصبی را ادامه دهند.
۴) پیام عصبی آن‌ها بدون عبور از نخاع، وارد بخشی از مغز می‌شود.

پاسخ: گزینهٔ ۳ *(زیست یازدهم ـ فصل ۲ ـ گیرنده‌های حسی)*

پاسخ تشریحی با توجه به اطلاعات فصل‌های ۱ و ۲ کتاب درسی زیست‌شناسی (۲)، گیرنده‌های بینایی، تعادلی و حس وضعیت در حفظ تعادل بدن نقش دارند. طبق متن کتاب، در پی سازش گیرنده‌ها در برابر نوعی محرک، ممکن است اصلن پیام عصبی ارسال نشود یا پیام کم‌تری تولید شود؛ پس این گیرنده‌ها می‌توانند به تولید پیام عصبی همچنان ادامه بدهند ولی به مقدار کم‌تر.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) گیرنده‌های حس تعادل و حس وضعیت جزء گیرنده‌های مکانیکی‌اند اما گیرندهٔ بینایی، از نوع گیرنده‌های نوری است. گیرنده‌های مکانیکی در اثر فشار، ارتعاش یا تماس تحریک می‌شوند.

۲) گیرنده‌هایی که یک یاختهٔ کامل باشند، انواعی از نوکلئیک اسیدها (دنا و رنا) را در هستهٔ خود دارند. دقت کنید که گیرندهٔ حس تعادل و بینایی، یک یاختهٔ کامل و گیرندهٔ حس وضعیت، بخشی از یک یاختهٔ عصبی (بخشی از دندریت یاختهٔ عصبی) است. گیرندهٔ حس وضعیت انتهای دندریت آزاد است مثل گیرندهٔ درد؛ پس این گیرنده‌ها در ساختار خود هسته ندارند.

نکته گیرنده‌های حس پیکری ممکن است علاوه بر این‌که بخشی از یک یاختهٔ عصبی هستند، ممکن است در مجاورت، یاخته‌های دیگری نیز باشند مثل گیرندهٔ فشار که غلاف میلین دارد؛ غلاف میلین، یاختهٔ پشتیبانی است که دور بخشی از یاختهٔ عصبی پیچیده است.

۴) پیام عصبی ناشی از تحریک گیرندهٔ حس وضعیت اگر در مناطق پایین‌تر از سر باشد، ابتدا از نخاع عبور کرده و سپس به بخش مربوطه از مغز وارد می‌شود. گیرندهٔ حس وضعیت در کپسول پوشانندهٔ مفاصل متحرک وجود دارد و این مفاصل می‌توانند در بخش‌های پایین‌تر از سر مثل دست و پا دیده شوند.

نکته گیرنده‌های حسی مختلف ممکن است اثر یکسانی بر فعالیت‌های بدن داشته باشند مثلن هم گیرنده‌های تعادلی و هم بینایی در تعادل بدن نقش دارند و یا هم گیرنده‌های بویایی و هم چشایی، در درک درست مزهٔ غذا نقش دارند.

تست و پاسخ ۴۵

در خصوص تشریح مغز گوسفند، کدام مورد برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«براساس مطلب کتاب درسی، جلویی‌ترین بخشی که فقط در سطح شکمی مغز قابل مشاهده است، ..... **.»**

چلیپای (کیاسمای) بینایی

۱) واجد برجستگی‌های چهارگانه می‌باشد

۲) محل عبور بخشی از پیام‌های حواس ویژه است

۳) در جلوی مخچه و در مجاورت بصل‌النخاع قرار گرفته است

۴) نورون‌هایی دارد که پیام عصبی را از بخش حلزونی گوش دریافت می‌کنند

پاسخ: گزینهٔ ۲ *(زیست یازدهم ـ فصل ۱ ـ تشریح مغز گوسفند)*

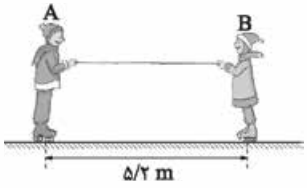
پاسخ تشریحی در مغز گوسفند، مغز میانی، پل مغزی، بصل‌النخاع و کیاسمای بینایی، بخش‌هایی هستند که بین دو سطح پشتی و شکمی، فقط در سطح شکمی قابل مشاهده‌اند که از این بین، کیاسمای بینایی نسبت به سایرین در سطح جلوتری قرار دارد. کیاسمای بینایی، بخشی است که پیام‌های بینایی از آن عبور می‌کنند.

تغییر مسیر بخشی از آکسون‌های عصب بینایی در محل کیاسمای بینایی رخ می‌دهد. چلیپای بینایی، محلی است که بخشی از آسه‌های عصب بینایی یک چشم به نیمکرهٔ مخ مقابل می‌روند. با این اوصاف، بخشی از پیام‌های حواس ویژه از این قسمت عبور می‌کنند. سایر گزینه‌ها در خصوص این بخش صادق نیستند. برجستگی‌های چهارگانه در مغز میانی دیده می‌شود. بطن چهارم در مجاورت مخچه و بصل‌النخاع دیده می‌شود و مغز میانی پیام‌های بخش حلزونی را دریافت می‌کند؛ چراکه این بخش در شنوایی نقش دارد.

فیزیک (۳): صفحه‌های ۲۷ تا ۵۲

تست و پاسخ ۴۶

در شکل زیر، دو شخص A و B به جرم‌های $m_A = ۷۵kg$ و $m_B = ۵۰kg$ که با کفش‌های چرخ‌دار روی یک سطح افقی بدون اصطکاک ساکن هستند، توسط طنابی با نیروی ثابت، یکدیگر را به سمت خود می‌کشند. اگر در ابتدا فاصلهٔ دو شخص ۵/۲m باشد، تا لحظهٔ رسیدن آن‌ها به هم، اندازهٔ جابه‌جایی شخص A چند متر است؟



۱) ۲/۰۸
۲) ۳/۱۲
۳) ۱/۶
۴) ۳/۶

پاسخ: گزینهٔ ۱

مشاوره این تست، مشابه کنکور تجربی خارج سال ۹۸ است که به صورت ترکیبی، بین حرکت‌شناسی و دینامیک مطرح شده است.

خودت حل کنی بهتره با استفاده از قانون دوم نیوتون، نسبت شتاب‌های دو شخص را به دست آورید، سپس با محاسبهٔ نسبت جابه‌جایی آن‌ها، جابه‌جایی شخص A را تعیین کنید.

درس‌نامه **قانون دوم نیوتون:** هرگاه نیروهای وارد بر جسمی متوازن نباشند، یعنی بر جسم نیروی خالصی وارد شود، جسم تحت تأثیر آن نیرو، شتاب می‌گیرد. این شتاب، با نیروی خالص وارد بر جسم نسبت مستقیم دارد و در همان جهت نیروی خالص است، اما با جرم جسم نسبت وارون دارد.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_{net}}{m}$$ (شتاب: m/s^2 ← ، نیروی خالص: N →، جرم: kg →)

قانون سوم نیوتون: هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم هم به جسم اول نیرویی هم‌اندازه، هم‌راستا ولی در خلاف جهت وارد می‌کند.

$$\vec{F}_{۱۲} = -\vec{F}_{۲۱} \quad , \quad F_{۱۲} = F_{۲۱}$$

$\vec{F}_{۱۲}$ = نیرویی که جسم اول به دوم وارد می‌کند. (کنش یا عمل)

$\vec{F}_{۲۱}$ = نیرویی که جسم دوم به اول وارد می‌کند. (واکنش یا عکس‌العمل)

معادلهٔ جابه‌جایی ـ زمان در حرکت با شتاب ثابت:

$$\Delta x = \frac{۱}{۲}a t^۲ + v_۰ t$$ (شتاب: m/s^2، سرعت اولیه: m/s، جابه‌جایی: m ←، زمان: s →)

پاسخ تشریحی **گام اول:** طبق قانون سوم نیوتون، نیروهایی که این دو شخص بر هم وارد می‌کنند، هم‌اندازه و در جهت مخالف یکدیگرند، از این‌جا نسبت شتاب‌های آن دو را پیدا می‌کنیم: (سوی مثبت محور افقی به طرف راست است.)

$$F_{BA} = F_{AB} \Rightarrow m_A a_A = m_B |a_B| \xrightarrow[m_B = ۵۰kg]{m_A = ۷۵kg} ۷۵ a_A = ۵۰ |a_B| \Rightarrow \frac{a_A}{|a_B|} = \frac{۵۰}{۷۵} = \frac{۲}{۳}$$

گام دوم: با توجه به این‌که شتاب‌های دو شخص ثابت هستند، با استفاده از معادلهٔ جابه‌جایی ـ زمان، نسبت اندازهٔ جابه‌جایی آن‌ها را تعیین می‌کنیم:

$$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰ t \xrightarrow{v_۰ = ۰} \Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲$$

$$\frac{\Delta x_A}{|\Delta x_B|} = \frac{\frac{۱}{۲}a_A t^۲}{\frac{۱}{۲}|a_B| t^۲} \xrightarrow{\frac{a_A}{|a_B|} = \frac{۲}{۳}} \frac{\Delta x_A}{|\Delta x_B|} = \frac{۲}{۳}$$

گام سوم: جابه‌جایی شخص A را به دست می‌آوریم:

$$\left.\begin{array}{l} \Delta x_A + |\Delta x_B| = ۵/۲ \\ |\Delta x_B| = \frac{۳}{۲}\Delta x_A \end{array}\right\} \Rightarrow \Delta x_A + \frac{۳}{۲}\Delta x_A = ۵/۲$$

$$\Rightarrow \frac{۵}{۲}\Delta x_A = ۵/۲ \Rightarrow \Delta x_A = ۲/۰۸ m$$

تست و پاسخ ۴۷

جسم ساکنی به جرم m، تحت تأثیر نیروی خالص $\vec{F}_1$، با شتاب $\vec{a}$ و جسم ساکن دیگری به جرم ۲m تحت تأثیر نیروی خالص $\vec{F}_2$ با شتاب $-2\vec{a}$ شروع به حرکت می‌کنند. اگر به جسم ساکنی به جرم ۳m، نیروی خالص $\vec{F}_1+\vec{F}_2$ وارد شود، شتاب آن برابر کدام خواهد بود؟

۱) $\vec{a}$ ۲) $-\vec{a}$ ۳) $\frac{5}{3}\vec{a}$ ۴) $-\frac{5}{3}\vec{a}$

پاسخ: گزینهٔ ۲

خودت حل کنی بهتره قانون دوم نیوتون را جداگانه برای جسم‌های ۱ و ۲ بنویسید، سپس همین قانون را با نیروی خالص $\vec{F}_1+\vec{F}_2$ در مورد جسم سوم به کار ببرید تا شتاب آن به دست آید.

پاسخ تشریحی **گام اول:** قانون دوم نیوتون را برای هر یک از جسم‌های ۱ و ۲ به شکل برداری می‌نویسیم و نیروی خالص (برایند) آن‌ها را به دست می‌آوریم:

$$\left.\begin{matrix}\vec{F}_1=m\vec{a}\\ \vec{F}_2=2m(-2\vec{a})\end{matrix}\right\}\Rightarrow \vec{F}_3=\vec{F}_1+\vec{F}_2=m\vec{a}-4m\vec{a}\Rightarrow \vec{F}_3=-3m\vec{a}$$

گام دوم: قانون دوم نیوتون را برای جسم سوم می‌نویسیم و شتاب آن را به دست می‌آوریم:

$$\left.\begin{matrix}\vec{F}_3=m_3\vec{a}_3\\ \vec{F}_3=-3m\vec{a}\end{matrix}\right\}\xrightarrow{m_3=3m} 3m\vec{a}_3=-3m\vec{a}\Rightarrow \vec{a}_3=-\vec{a}$$

تست و پاسخ ۴۸

جسمی درون یک آسانسور، روی یک ترازو قرار دارد. اگر مقداری که ترازو نشان می‌دهد، کم‌تر از وزن جسم باشد، کدام‌یک از موارد زیر الزاماً درست است؟

الف) جهت حرکت آسانسور به سمت بالاست.
ب) جهت حرکت آسانسور به سمت پایین است.
پ) جهت شتاب آسانسور به سمت بالاست.
ت) جهت شتاب آسانسور به سمت پایین است.

۱) الف و پ ۲) ب و ت ۳) پ ۴) ت

پاسخ: گزینهٔ ۴

خودت حل کنی بهتره کافی است قانون دوم نیوتون را برای این جسم بنویسید و علامت شتاب حرکت را تعیین کنید.

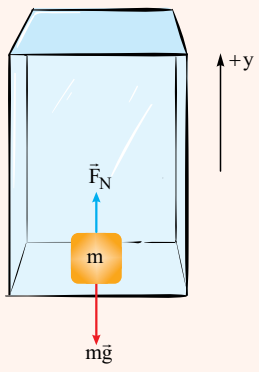
درس نامه اگر جسمی درون آسانسور روی یک ترازو قرار گیرد، نیرویی که از طرف ترازو رو به بالا بر جسم وارد می‌شود، همان نیروی عمودی تکیه‌گاه $(\vec{F}_N)$ است.

نیروی وزن نیز رو به پایین بر جسم اثر می‌کند. اگر جهت مثبت محور y را رو به بالا در نظر بگیریم، قانون دوم نیوتون برای این جسم به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$F_{net}=ma\Rightarrow F_N-mg=ma\Rightarrow$$

$$F_N=m(g+a)$$

F_N: نیروی عمودی تکیه‌گاه (N)، m: جرم (kg)، g: شتاب گرانش (m/s^2)، a: شتاب آسانسور (m/s^2)



پاسخ تشریحی با توجه به متن سؤال، $F_N<mg$ است؛ بنابراین با استفاده از درس‌نامه می‌توان گفت $a<0$ است، یعنی جهت شتاب آسانسور رو به پایین است. باید توجه داشت که جهت حرکت آسانسور، به تنهایی تعیین‌کنندهٔ جهت شتاب آن نیست و به نوع حرکت (کندشونده یا تندشونده بودن) بستگی دارد؛ پس «الف» و «ب» در همان ابتدا رد می‌شوند.

تست و پاسخ ۴۹

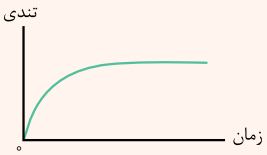
جسمی در هوا از یک بلندی رها می‌شود. از لحظهٔ رهاشدن جسم تا لحظه‌ای که جسم به تندی حدی خود می‌رسد، اندازهٔ نیروی مقاومت هوای وارد بر جسم و اندازهٔ شتاب آن به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟

۱) افزایش می‌یابد، افزایش می‌یابد.
۲) کاهش می‌یابد، کاهش می‌یابد.
۳) افزایش می‌یابد، کاهش می‌یابد.
۴) کاهش می‌یابد، افزایش می‌یابد.

پاسخ: گزینهٔ ۳

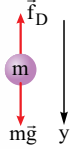
درس‌نامه وقتی جسمی درون یک شاره قرار دارد و نسبت به آن حرکت می‌کند، از طرف شاره نیرویی در خلاف جهت حرکت جسم به آن وارد می‌شود که آن را با $\vec{f}_D$ نشان می‌دهند و نیروی مقاومت شاره می‌نامند. هر چه تندی جسم در شاره بیشتر باشد، نیروی مقاومت شاره بیشتر خواهد بود.

تندی حدی: وقتی جسمی درون شاره‌ای سقوط می‌کند، در صورتی که نیروهای وارد بر آن متوازن شوند، با تندی ثابتی به نام تندی حدی به طرف پایین حرکت می‌کند. نمودار تندی یک جسم برحسب زمان که در هوا سقوط می‌کند تا به تندی حدی خود برسد، به صورت مقابل است:



پاسخ تشریحی **گام اول:** از لحظهٔ رهاشدن جسم تا لحظه‌ای که به تندی حدی خود می‌رسد، تندی جسم بیشتر می‌شود و نیروی مقاومت وارد بر جسم افزایش می‌یابد. (رد ۲ و ۴)

گام دوم: با توجه به قانون دوم نیوتون داریم:



$$mg - f_D = ma$$

با افزایش نیروی $\vec{f}_D$ و ثابت‌بودن نیروی وزن، شتاب حرکت به تدریج کاهش می‌یابد و در نهایت به صفر می‌رسد. (رد ۱)

کاهش شیب خط مماس بر نمودار تندی ـ زمان نیز این موضوع را تأیید می‌کند.

تست و پاسخ ۵۰

دو گوی هم‌اندازهٔ A و B به جرم‌های $m_A = m$ و $m_B = ۲m$ هم‌زمان، از ارتفاع معینی نسبت به سطح زمین رها می‌شوند. اگر اندازهٔ نیروی مقاومت هوای وارد بر دو گوی ثابت و برابر $f_D = ۰/۲mg$ باشد، مدت‌زمان رسیدن گلولهٔ B به زمین چند برابر مدت‌زمان رسیدن گلولهٔ A به زمین است؟

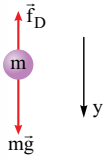
۱) $\frac{۴}{۹}$
۲) $\frac{۸}{۹}$
۳) $\frac{۲\sqrt{۲}}{۳}$
۴) $\frac{۲}{۳}$

پاسخ: گزینهٔ ۳

مشاوره این تست، مشابه یکی از مثال‌های فصل ۲ کتاب درسی فیزیک (۳) است. مثال‌ها و تمرین‌های کتاب را به دقت مطالعه کنید.

خودت حل کنی بهتره قانون دوم نیوتون را برای هریک از دو جسم به طور جداگانه بنویسید و شتاب آن‌ها را به دست آورید، سپس با استفاده از معادلهٔ جابه‌جایی ـ زمان، مدت‌زمان رسیدن گلوله‌ها به زمین را با هم مقایسه کنید.

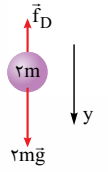
پاسخ تشریحی **گام اول:** قانون دوم نیوتون را برای هر یک از دو جسم A و B می‌نویسیم:



$$(F_{net})_A = ma_A \Rightarrow mg - f_D = ma_A$$

$$\xrightarrow{f_D = ۰/۲mg} mg - ۰/۲mg = ma_A$$

$$\Rightarrow ۰/۸mg = ma_A \Rightarrow a_A = ۰/۸g$$



$$(F_{net})_B = ۲ma_B \Rightarrow ۲mg - f_D = ۲ma_B \xrightarrow{f_D = ۰/۲mg} ۲mg - ۰/۲mg = ۲ma_B$$

$$\Rightarrow ۱/۸mg = ۲ma_B \Rightarrow a_B = ۰/۹g$$

گام دوم: جابه‌جایی هر دو گلوله، یکسان است؛ پس با استفاده از معادلهٔ جابه‌جایی ـ زمان می‌توان نوشت:

$$\left.\begin{matrix}\Delta x_A = \Delta x_B \\ \Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t\end{matrix}\right\} \xrightarrow{v_0=0} \frac{1}{2}a_A t_A^2 = \frac{1}{2}a_B t_B^2$$

$$\Rightarrow \left(\frac{t_B}{t_A}\right)^2 = \frac{a_A}{a_B} \xrightarrow[a_B=0/9g]{a_A=0/8g} \left(\frac{t_B}{t_A}\right)^2 = \frac{8}{9} \Rightarrow \frac{t_B}{t_A} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$$

تست و پاسخ ۵۱

از انتهای فنری به طول ۴۰cm که به سقف آسانسوری ساکن، متصل است وزنه‌ای آویزان می‌کنیم و طول فنر به ۵۰cm می‌رسد. اگر آسانسور با شتاب ثابتی به بزرگی $4m/s^2$ رو به بالا شروع به حرکت کند، طول فنر به چند سانتی‌متر می‌رسد؟ $(g = 10N/kg)$

۱) ۳۶ ۲) ۴۶ ۳) ۵۴ ۴) ۶۴

پاسخ: گزینهٔ ۳

مشاوره این سؤال، شبیه تست کنکور سراسری تجربی سال ۱۴۰۰ است.

خودت حل کنی بهتره قانون دوم نیوتون را برای وزنهٔ آویخته به فنر درون آسانسور بنویسید و با توجه به رابطهٔ نیروی کشسانی فنر، تغییر طول فنر و همچنین طول جدید فنر را حساب کنید.

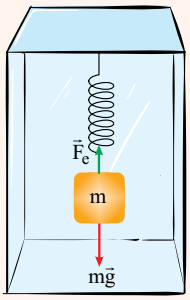
درس‌نامه

۱) **رابطهٔ نیروی کشسانی فنر:**

$$F_e = k\,x$$

(F_e: اندازهٔ نیروی کشسانی فنر (N)، k: ضریب ثابت فنر (N/m)، x: تغییر طول فنر (m))

۲) اگر یک سر فنر قائمی به سقف آسانسور متصل شده و به سر دیگر آن وزنه‌ای به جرم m بیاویزیم و آسانسور با شتاب ثابت a در راستای قائم حرکت کند، با استفاده از قانون دوم نیوتون می‌توان نوشت:



$$F_{net} = ma \Rightarrow F_e - mg = ma \Rightarrow F_e = m(g+a) \xrightarrow{F_e=kx} kx = m(g+a)$$

پاسخ تشریحی **گام اول:** در حالت اول که آسانسور ساکن است، $a = 0$ بوده و داریم:

$$kx_1 = mg$$

در حالت دوم که آسانسور رو به بالا شروع به حرکت می‌کند، داریم:

$$kx_2 = m(g+a)$$

گام دوم: روابط به‌دست‌آمده در گام اول را بر هم تقسیم می‌کنیم:

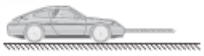
$$\frac{kx_1}{kx_2} = \frac{mg}{m(g+a)} \xrightarrow[g=10\,m/s^2,\ a=4\,m/s^2]{x_1=50-40=10\,cm} \frac{10}{x_2} = \frac{10}{14}$$

$$\Rightarrow x_2 = 14\,cm$$

$$x_2 = \ell_2 - \ell_0 \xrightarrow[x_2=14\,cm]{\ell_0=40\,cm} 14 = \ell_2 - 40 \Rightarrow \ell_2 = 54\,cm$$

تست و پاسخ ۵۲

در شکل زیر، کامیونی توسط یک طناب، خودرویی به جرم ۸۰۰kg را روی سطح افقی به سمت راست می‌کشد. اگر بزرگی نیروی اصطکاک و مقاومت هوا در مقابل حرکت خودرو به ترتیب ۸۲۰N و ۱۸۰N باشد و تندی خودرو پس از ۲۵m جابه‌جایی از ۱۸km/h به ۹km/h برسد، اندازهٔ نیروی کشش طناب چند نیوتون است؟ $(g = 10N/kg)$



۱) ۷۰۰ ۲) ۹۰۰ ۳) ۱۳۰۰ ۴) ۲۸۸۸

پاسخ: گزینهٔ ۱

مشاوره حلقهٔ رابط بین دو مبحث حرکت‌شناسی و دینامیک، کمیت شتاب است؛ پس در چنین تست‌هایی که مشابه یکی از پرسش‌های دوره‌ای آخر فصل ۲ در کتاب فیزیک (۳) است، ابتدا شتاب حرکت را به دست آورید.

خودت حل کنی بهتره ابتدا با رابطهٔ سرعت ـ جابه‌جایی (مستقل از زمان)، شتاب حرکت را حساب کنید، سپس با نوشتن قانون دوم نیوتون، نیروی کشش طناب را به دست آورید.

درس‌نامه رابطهٔ مستقل از زمان (رابطهٔ سرعت ـ جابه‌جایی) در حرکت با شتاب ثابت

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x$$

v: سرعت نهایی (m/s)، v_0: سرعت اولیه (m/s)، Δx: جابه‌جایی (m)، a: شتاب (m/s^2)

پاسخ تشریحی **گام اول:** با استفاده از رابطهٔ مستقل از زمان، شتاب حرکت را به دست می‌آوریم:

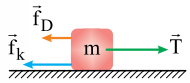
$$v_0 = 18\,km/h = \frac{18}{3/6} = 5\,m/s$$

$$v = 9\,km/h = \frac{9}{3/6} = 2/5\,m/s$$

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \xrightarrow{\Delta x = 25\,m} (2/5)^2 - (5)^2 = 2a \times 25 \Rightarrow \xrightarrow{\div 2/5} 2/5 - 10 = 2a \times 10 \Rightarrow a = \frac{-7/5}{20}\,m/s^2$$

$$\Rightarrow a = -\frac{3}{8}\,m/s^2$$

گام دوم: قانون دوم نیوتون را برای خودرو می‌نویسیم:

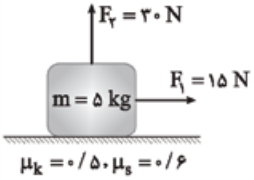


$$F_{net} = ma \Rightarrow T - f_k - f_D = ma \xrightarrow[m=800\,kg,\ a=-\frac{3}{8}\,m/s^2]{f_k=820\,N,\ f_D=180\,N}$$

$$T - 820 - 180 = 800 \times (-\frac{3}{8}) \Rightarrow T - 1000 = -300 \Rightarrow T = 700\,N$$

تست و پاسخ ۵۳

در شکل مقابل، جسم تحت اثر نیروی افقی $\vec{F}_1$ و نیروی قائم $\vec{F}_2$، روی سطح افقی و در مبدأ زمان، شروع به حرکت می‌کند. اگر در لحظهٔ $t = 4s$ نیروی $\vec{F}_2$ حذف شود، از مبدأ زمان تا لحظه‌ای که جسم متوقف می‌شود، مسافت طی‌شده توسط آن چند متر است؟ $(g = 10N/kg)$



۱) ۸ ۲) ۱۲ ۳) ۱۱/۵۲ ۴) ۵/۷۶

پاسخ: گزینهٔ ۲

خودت حل کنی بهتره نیروی اصطکاک و شتاب حرکت را در هر دو حالت حرکت تندشونده و کندشونده به دست آورید، سپس با استفاده از معادلات حرکت با شتاب ثابت، جابه‌جایی هر مرحله را به دست آورید و با هم جمع کنید.

درس‌نامه

۱) **نیروی اصطکاک:** وقتی می‌خواهیم جسمی را روی سطحی به حرکت درآوریم، چه جسم حرکت کند و چه ساکن بماند، با مقاومتی روبه‌رو می‌شویم که به آن نیروی اصطکاک می‌گوییم.

۲) **رابطهٔ نیروی اصطکاک در آستانهٔ حرکت:**

$$f_{s,max} = \mu_s \times F_N$$

$f_{s,max}$: اندازهٔ نیروی اصطکاک در آستانهٔ حرکت (N)، μ_s: ضریب اصطکاک ایستایی، F_N: اندازهٔ نیروی عمودی سطح (N)

۳) **رابطهٔ نیروی اصطکاک لغزشی (جنبشی):**

$$f_k = \mu_k \times F_N$$

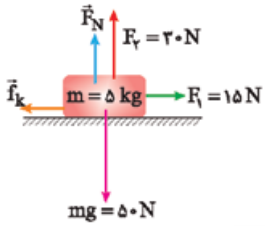
(f_k: اندازهٔ نیروی اصطکاک لغزشی (جنبشی) (N)، μ_k: ضریب اصطکاک لغزشی (جنبشی)، F_N: اندازهٔ نیروی عمودی سطح (N))

۴) **معادلهٔ سرعت در حرکت با شتاب ثابت:**

$$v = a\,t + v_0$$

(v: سرعت (m/s)، v_0: سرعت اولیه (m/s)، a: شتاب (m/s^2)، t: زمان (s))

پاسخ تشریحی **گام اول:** ابتدا حرکت جسم تندشونده است.



در راستای قائم، داریم:

$$(F_{net})_y = 0$$

$$\Rightarrow F_N + F_2 - mg = 0 \Rightarrow F_N = 50 - 30 \Rightarrow F_N = 20\,N$$

$$f_k = \mu_k \times F_N \xrightarrow[F_N = 20\,N]{\mu_k = 0/5} f_k = 0/5 \times 20 = 10\,N$$

اکنون قانون دوم نیوتون را در راستای افقی برای مرحلهٔ تندشونده می‌نویسیم و شتاب حرکت را به دست می‌آوریم:

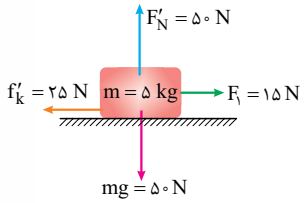
$$(F_{net})_x = ma \Rightarrow F_1 - f_k = ma \xrightarrow[f_k = 10\,N]{F_1 = 15\,N} 15 - 10 = 5a \Rightarrow a = 1\,m/s^2$$

گام دوم: جابه‌جایی و سرعت جسم را در پایان مرحلهٔ اول حرکت پیدا می‌کنیم:

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t \xrightarrow[t = 4\,s]{v_0 = 0\,,\ a = 1\,m/s^2} \Delta x = \frac{1}{2} \times 1 \times 4^2 = 8\,m$$

$$v = at + v_0 \xrightarrow[v_0 = 0]{a = 1\,m/s^2,\ t = 4\,s} v = 1 \times 4 + 0 = 4\,m/s$$

گام سوم: در مرحلهٔ دوم حرکت که نیروی $\vec{F}_2$ حذف می‌شود، نیروی اصطکاک و نوع حرکت نسبت به حالت اول تغییر می‌کند.



در راستای قائم، داریم:

$$(F'_{net})_y = 0 \Rightarrow F'_N = mg = 50\,N$$

$$f'_k = \mu_k \times F'_N \xrightarrow[F'_N = mg = 50\,N]{\mu_k = 0/5} f'_k = 0/5 \times 50 = 25\,N$$

حرکت در حالت دوم، کندشونده است. شتاب این حالت را نیز به دست می‌آوریم:

$$(F'_{net})_x = ma' \Rightarrow F_1 - f'_k = ma' \xrightarrow[f'_k = 25\,N]{m = 5\,kg\,,\ F_1 = 15\,N} 15 - 25 = 5a' \Rightarrow a' = -2\,m/s^2$$

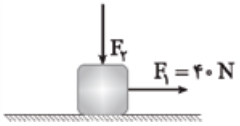
گام چهارم: جابه‌جایی مرحلهٔ دوم حرکت و جابه‌جایی کل را حساب می‌کنیم:

$$v'^2 - v^2 = 2a'\Delta x' \xrightarrow[a' = -2\,m/s^2]{v' = 0\,,\ v = 4\,m/s} 0 - 4^2 = 2(-2)\Delta x' \Rightarrow \Delta x' = 4\,m$$

$$\Delta x_{\text{کل}} = \Delta x + \Delta x' = 8 + 4 = 12\,m$$

تست و پاسخ ۵۴

در شکل زیر، جسم ۲کیلوگرمی تحت تأثیر نیروی افقی $\vec{F}_1$ و نیروی قائم $\vec{F}_2$ با شتاب ثابتی به بزرگی $5\,m/s^2$ روی سطح افقی، شروع به حرکت می‌کند. اگر اندازهٔ نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، برابر با ۵۰ N باشد، ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح کدام است؟ $(g = 10\,N/kg)$



۱) ۰/۴
۲) ۰/۵
۳) ۰/۶
۴) ۰/۷۵

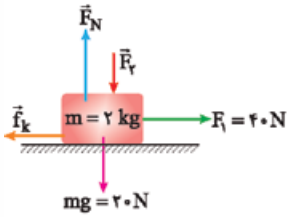
پاسخ: گزینهٔ ۴

خودت حل کنی بهتره ابتدا با استفاده از قانون دوم نیوتون، نیروی اصطکاک را حساب کنید. سپس با معلوم‌بودن نیروی سطح، نیروی عمودی سطح را به دست آورید. در پایان نیز با به کار بردن رابطهٔ نیروی اصطکاک، ضریب اصطکاک را پیدا کنید.

درس‌نامه **نیروی سطح:** وقتی جسمی روی یک سطح دارای اصطکاک حرکت می‌کند، از طرف سطح تماس، دو نیروی $\vec{F}_N$ (نیروی عمودی سطح) و $\vec{f}_k$ (نیروی اصطکاک جنبشی) بر جسم اثر می‌کنند. این دو نیرو بر هم عمود هستند و برایند آن‌ها نیروی سطح بر جسم نام دارد که آن را با $\vec{R}$ نشان می‌دهیم.

نیروی سطح (N) ↑
$$R=\sqrt{f_k^2+F_N^2}$$
↓ نیروی اصطکاک جنبشی (N)
→ نیروی عمودی سطح (N)

پاسخ تشریحی **گام اول:** قانون دوم نیوتون در راستای افقی را می‌نویسیم و اندازهٔ نیروی اصطکاک را حساب می‌کنیم:



$$(F_{net})_x = ma \Rightarrow F_1 - f_k = ma \xrightarrow[m=2kg,\ a=5m/s^2]{F_1=40N} 40 - f_k = 2\times 5 \Rightarrow f_k = 30N$$

گام دوم: رابطهٔ نیروی سطح را می‌نویسیم و نیروی عمودی سطح را به دست می‌آوریم:

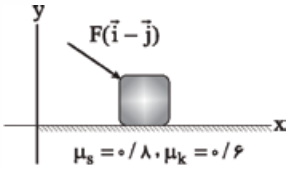
$$R=\sqrt{f_k^2+F_N^2} \xrightarrow[R=50N]{f_k=30N} 50=\sqrt{30^2+F_N^2} \Rightarrow F_N = 40N$$

گام سوم: با به کار بردن رابطهٔ نیروی اصطکاک جنبشی، ضریب اصطکاک را پیدا می‌کنیم:

$$f_k = \mu_k \times F_N \xrightarrow[F_N=40N]{f_k=30N} 30 = \mu_k \times 40 \Rightarrow \mu_k = 0/75$$

تست و پاسخ ۵۵

مطابق شکل مقابل، به جسمی به جرم m که روی سطح افقی ساکن است، نیروی $\vec{F}(\vec{i}-\vec{j})$ در SI را وارد می‌کنیم، به طوری که مقدار F در حال افزایش است. شتاب جسم بلافاصله پس از شروع حرکت، چند متر بر مربع ثانیه است؟ $(\vec{g}=(-10N/kg)\vec{j})$

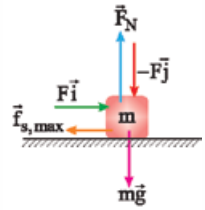


۱) ۱/۲۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۵ ۴) ۱۰

پاسخ: گزینهٔ ۴

خودت حل کنی بهتره ابتدا با استفاده از رابطهٔ نیروی اصطکاک، نیروی $\vec{F}$ را برحسب جرم m به دست آورید، سپس با به کار بردن قانون دوم نیوتون، شتاب حرکت را حساب کنید.

پاسخ تشریحی **گام اول:** رابطهٔ نیروی اصطکاک در آستانهٔ حرکت را می‌نویسیم:



$$(F_{net})_x = 0 \Rightarrow F - f_{s,max} = 0 \Rightarrow F = f_{s,max}$$

$$f_{s,max} = \mu_s \times F_N \xrightarrow[F_N=F+mg,\ g=10N/kg]{f_{s,max}=F,\ \mu_s=0/8}$$

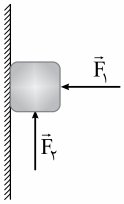
$$F = 0/8(F+10m) \Rightarrow F = 0/8F + 8m \Rightarrow 0/2F = 8m \Rightarrow F = 40m$$

گام دوم: بلافاصله پس از شروع حرکت جسم، به جای نیروی اصطکاک ایستایی $f_{s,max}$، نیروی اصطکاک جنبشی f_k را خواهیم داشت؛ پس قانون دوم نیوتون به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$(F'_{net})_x = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow F - \mu_k \times F_N = ma \xrightarrow[F_N=F+10m=40m+10m=50m]{\mu_k=0/6,\ F=40m} 40m - 0/6\times 50m = ma \Rightarrow 10m = ma$$

$$\Rightarrow a = 10m/s^2$$

تست و پاسخ ۵۶



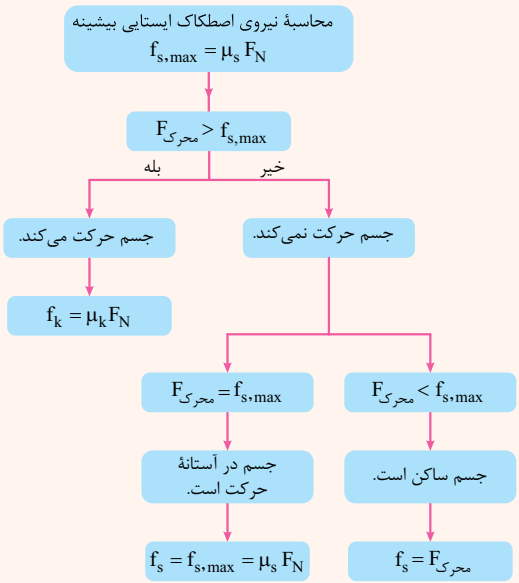
در شکل مقابل، جسمی توسط نیروی افقی ثابت $\vec{F}_1$ به دیوار قائمی به ضریب اصطکاک ایستایی $\frac{1}{3}$ تکیه داده شده است. در ابتدا اندازهٔ نیروی قائم $\vec{F}_2$ برابر $4\,N$ و جسم در آستانهٔ حرکت است. اگر اندازهٔ نیروی $\vec{F}_2$ به تدریج افزایش یابد و به $16\,N$ برسد، جسم دوباره در آستانهٔ حرکت قرار می‌گیرد. در این حالت، اندازهٔ نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، چند نیوتون است؟

۱) $6\sqrt{5}$ ۲) $6\sqrt{10}$ ۳) $12\sqrt{5}$ ۴) $12\sqrt{10}$

پاسخ: گزینهٔ ۲

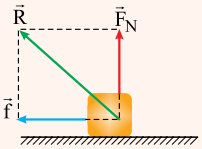
درس‌نامه

۱) در طرح‌وارهٔ شکل زیر، الگوریتم نحوهٔ محاسبهٔ نیروی اصطکاک نشان داده شده است.



۲) هر جسم ساکن یا در حال حرکت، از طرف تکیه‌گاه (سطح) دو نیرو را می‌تواند دریافت می‌کند:

۱) نیروی عمودی سطح $(\vec{F}_N)$ ۲) نیروی اصطکاک $(\vec{f})$

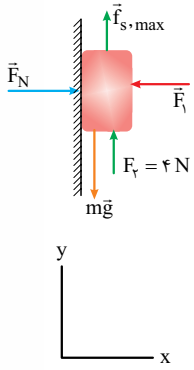


همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید، این دو نیرو به صورت عمود بر هم به جسم وارد می‌شوند؛ بنابراین بزرگی برایند این دو نیرو برابر است با:

$$R = \sqrt{F_N^2 + f^2}$$

پاسخ تشریحی **گام اول:** در حالت اول، جسم در آستانهٔ حرکت رو به پایین قرار دارد، اما در حالت دوم که اندازهٔ نیروی $\vec{F}_2$ بدون تغییر جهت افزایش یافته است، جسم در آستانهٔ حرکت رو به بالا است.

گام دوم: در شکل مقابل، نیروهای وارد بر جسم در حالت اول که اندازهٔ نیروی $\vec{F}_2$ برابر با $4\,N$ و جسم در آستانهٔ حرکت رو به پایین قرار دارد را بررسی می‌کنیم. در این حالت نیروی اصطکاک از نوع ایستایی، بیشینه و جهتش رو به بالا است.

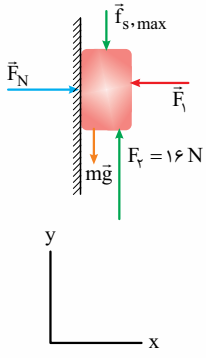


$$(F_{net})_x = 0 \Rightarrow F_N - F_1 = 0 \Rightarrow F_N = F_1$$

$$f_{s,max} = \mu_s F_N = \mu_s F_1 = \frac{1}{3} F_1$$

$$(F_{net})_y = 0 \Rightarrow F_2 + f_{s,max} - mg = 0$$

$$\Rightarrow 4 + \frac{1}{3} F_1 - mg = 0 \Rightarrow 12 + F_1 - 3mg = 0 \Rightarrow 3mg - F_1 = 12$$



گام سوم: در شکل مقابل، نیروهای وارد بر جسم در حالت دوم که اندازهٔ نیروی $\vec{F}_2$ برابر $16\,N$ و جسم در آستانهٔ حرکت رو به بالا قرار دارد را بررسی می‌کنیم. در این حالت نیروی اصطکاک از نوع ایستایی، بیشینه و رو به پایین است.

$$(F'_{net})_x = 0 \Rightarrow F_N - F_1 = 0 \Rightarrow F_N = F_1$$

$$f_{s,max} = \mu_s F_N = \mu_s F_1 = \frac{1}{3}F_1$$

$$(F'_{net})_y = 0 \Rightarrow F_2 - mg - f_{s,max} = 0$$

$$\Rightarrow 16 - mg - \frac{1}{3}F_1 = 0 \Rightarrow 3mg + F_1 = 48$$

گام چهارم: به کمک رابطه‌های به‌دست‌آمده در گام‌های دوم و سوم، نیروی وزن و نیروی F_1 را به دست می‌آوریم:

$$\left.\begin{matrix} 3mg - F_1 = 12 \\ 3mg + F_1 = 48 \end{matrix}\right\} \Rightarrow 6mg = 60 \Rightarrow mg = 10\,N$$

$$3mg - F_1 = 12 \Rightarrow 3(10) - F_1 = 12 \Rightarrow F_1 = 18\,N$$

گام پنجم: نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، از رابطهٔ $R = \sqrt{F_N^2 + f^2}$ به دست می‌آید که در حالت دوم $F_N = F_1$ و $f = f_{s,max} = \frac{1}{3}F_1$ است؛ بنابراین داریم:

$$R = \sqrt{F_N^2 + f_{s,max}^2} \xrightarrow{F_N = F_1 = 18\,N,\ f_{s,max} = \frac{1}{3}F_1 = 6\,N} R = \sqrt{18^2 + 6^2} = 6\sqrt{10}\,N$$

توجه طبق قانون سوم نیوتون، اندازهٔ نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، با اندازهٔ نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، برابر است.

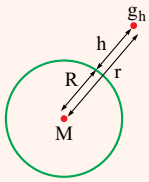
تست و پاسخ ۵۷

از سطح زمین چند کیلومتر فاصله بگیریم تا اندازهٔ شتاب گرانشی $6/6\,N/kg$ کاهش یابد؟ ($g = 9/8\,N/kg$ و شعاع کرهٔ زمین $6400\,km$ است.)

۱) ۱۶۰۰ ۲) ۴۸۰۰ ۳) ۱۱۲۰۰ ۴) ۱۲۸۰۰

پاسخ: گزینهٔ ۲

درس‌نامه اندازهٔ شتاب گرانشی در ارتفاع h از سطح یک سیاره به جرم M و شعاع R از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:



$$g_h = \frac{GM}{r^2} = \frac{GM}{(R+h)^2}$$

پاسخ تشریحی **گام اول:** اندازهٔ شتاب گرانشی در ارتفاع h از سطح زمین (g_h)، به اندازهٔ $6/6\,N/kg$ نسبت به اندازهٔ شتاب گرانشی در سطح زمین (g) کاهش یافته است؛ بنابراین g_h برابر است با:

$$g_h = g - 6/6 = 9/8 - 6/6 = 3/2\,N/kg$$

گام دوم: رابطهٔ کلی بین (g_h) و g به صورت زیر برقرار است. از این‌جا h را به دست می‌آوریم:

$$\frac{g_h}{g} = \left(\frac{R_e}{R_e+h}\right)^2 \Rightarrow \frac{3/2}{9/8} = \left(\frac{R_e}{R_e+h}\right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{32}{98} = \left(\frac{R_e}{R_e+h}\right)^2 \Rightarrow \frac{16}{49} = \left(\frac{R_e}{R_e+h}\right)^2$$

$$\xrightarrow{\text{جذر}} \frac{4}{7} = \frac{R_e}{R_e+h} \Rightarrow 4R_e + 4h = 7R_e \Rightarrow 4h = 3R_e$$

$$\Rightarrow h = \frac{3}{4}R_e = \frac{3}{4} \times (6400) = 4800\,km$$

تست و پاسخ ۵۸

در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2، اندازهٔ تکانهٔ جسمی به جرم ۵۰ کیلوگرم، ۲۵ درصد افزایش می‌یابد. اگر در این بازه، کار کل انجام‌شده روی جسم ۳۶J باشد، اندازهٔ تکانهٔ جسم در لحظهٔ t_2 چند کیلوگرم متر بر ثانیه است؟

۱) ۴۰ ۲) ۵۰ ۳) ۸۰ ۴) ۱۰۰

پاسخ: گزینهٔ ۴

پاسخ تشریحی

گام اول: اگر تکانهٔ جسم در لحظهٔ t_1 را p_1 و در لحظهٔ t_2 را p_2 در نظر بگیریم، از آن‌جا که تکانه ۲۵ درصد افزایش یافته است، داریم:

$$\frac{p_2}{p_1}=1+\frac{25}{100}=\frac{125}{100}\Rightarrow\frac{p_2}{p_1}=\frac{5}{4}\Rightarrow\frac{mv_2}{mv_1}=\frac{5}{4}\Rightarrow\frac{v_2}{v_1}=\frac{5}{4}\Rightarrow v_2=\frac{5}{4}v_1$$

گام دوم: طبق قضیهٔ کار ـ انرژی جنبشی $(W_t=\Delta K)$، تغییرات انرژی جنبشی در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 برابر با کار کل انجام‌شده در این بازهٔ زمانی است؛ بنابراین داریم:

$$W_t=\Delta K=\frac{1}{2}m(v_2^2-v_1^2)\Rightarrow 36=\frac{1}{2}\times 50\times(v_2^2-v_1^2)\Rightarrow\frac{36}{25}=v_2^2-v_1^2\xrightarrow{v_2=\frac{5}{4}v_1}\frac{36}{25}=(\frac{5}{4}v_1)^2-v_1^2$$

$$\Rightarrow\frac{36}{25}=\frac{25}{16}v_1^2-v_1^2\Rightarrow\frac{36}{25}=\frac{9}{16}v_1^2\xrightarrow{\text{جذر}}\frac{6}{5}=\frac{3}{4}v_1\Rightarrow v_1=\frac{24}{15}m/s$$

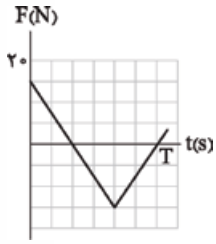
گام سوم: طبق رابطهٔ $v_2=\frac{5}{4}v_1$ و $p_2=mv_2$، تکانهٔ جسم را در لحظهٔ t_2 به دست می‌آوریم:

$$v_2=\frac{5}{4}v_1=\frac{5}{4}\times\frac{24}{15}=2m/s$$

$$p_2=mv_2=50\times 2=100\frac{kg.m}{s}$$

تست و پاسخ ۵۹

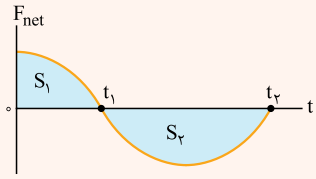
نمودار نیروی خالص وارد بر جسمی که در راستای محور x حرکت می‌کند، برحسب زمان به شکل زیر است. نیروی خالص متوسط وارد بر جسم در T ثانیهٔ اول برحسب نیوتون کدام است؟



۱) $2/5\vec{i}$
۲) $-2/5\vec{i}$
۳) $7/5\vec{i}$
۴) $-7/5\vec{i}$

پاسخ: گزینهٔ ۲

درس‌نامه سطح محدود به نمودار نیروی خالص ـ زمان و محور زمان، برابر با اندازهٔ تغییر تکانه است. در شکل روبه‌رو تغییر تکانه در بازه‌های زمانی مختلف نشان داده شده است.

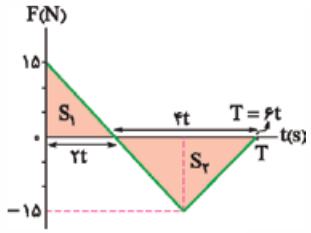


$$\Delta p=S_1-S_2:\text{تغییر تکانه در بازهٔ زمانی صفر تا }t_2\Rightarrow\begin{cases}t_1\text{ تا صفر}=S_1\\ t_2\text{ تا }t_1=-S_2\end{cases}$$

پاسخ تشریحی

گام اول: هر واحد در مقیاس مختصات قائم برابر با ۵N است و هر واحد در مقیاس مختصات افقی را t در نظر می‌گیریم.

گام دوم: مساحت محدود بین نمودار و محور زمان را تا لحظهٔ T به دست می‌آوریم که معادل تغییر تکانه (Δp) است.



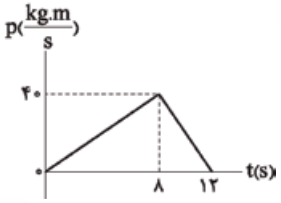
$$\Delta p=+S_1-S_2\Rightarrow\Delta p=\frac{15\times 2t}{2}-\frac{15\times 4t}{2}\Rightarrow\Delta p=15t-30t=-15t$$

گام سوم: به کمک رابطهٔ $F_{av_{net}} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$، نیروی خالص متوسط وارد بر جسم را به دست می‌آوریم.

$$F_{av_{net}} = \frac{-15t}{T-0} = \frac{-15t}{6t} = -2/5\,N \Rightarrow \vec{F}_{av_{net}} = -(2/5\,N)\,\vec{i}$$

تست و پاسخ ۶۰

جسم ساکنی تحت تأثیر دو نیروی هم‌راستای $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ در مبدأ زمان شروع به حرکت کرده و در لحظهٔ $t = 8s$ نیروی $\vec{F}_1$ حذف می‌شود. اگر نمودار تکانه ـ زمان جسم به صورت مقابل باشد، اندازهٔ نیروی $\vec{F}_1$ برحسب نیوتون کدام است؟

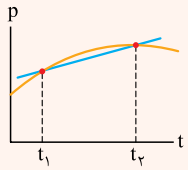


۱) ۵
۲) ۱۰
۳) ۱۵
۴) ۲۰

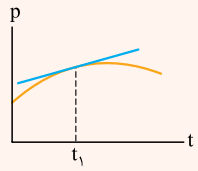
پاسخ: گزینهٔ ۳

درس‌نامه

- شیب خط واصل بین دو نقطه در نمودار تکانه ـ زمان، برابر اندازهٔ نیروی خالص متوسط وارد شده بر جسم در بازهٔ زمانی‌ای است که در شکل مقابل، بین دو لحظهٔ t_1 و t_2 رسم شده است.



- شیب خط مماس بر نمودار تکانه ـ زمان در هر لحظه، برابر اندازهٔ نیروی خالص در آن لحظه است؛ مثلاً در شکل مقابل، اندازهٔ شیب خط مماس رسم‌شده در لحظهٔ t_1 بیانگر نیروی خالص لحظه‌ای در لحظهٔ t_1 است.



پاسخ تشریحی **گام اول:** شیب خط واصل در نمودار تکانه ـ زمان، بیانگر نیروی خالص متوسط وارد بر جسم است. نیروی خالص متوسط را در بازه‌های زمانی صفر تا ۸s و ۸s تا ۱۲s به دست می‌آوریم:

$$F_{av_{(0-8s)}} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{p_8 - p_0}{8-0} = \frac{40-0}{8} = \frac{40}{8} = 5\,N$$

$$F_{av_{(8s-12s)}} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{p_{12} - p_8}{12-8} = \frac{0-40}{4} = \frac{-40}{4} = -10\,N$$

گام دوم: نیروی خالص در بازهٔ زمانی صفر تا ۸s ناشی از برایند نیروهای $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ و در بازهٔ زمانی ۸s تا ۱۲s، تنها تحت تأثیر نیروی $\vec{F}_2$ است؛ بنابراین داریم:

$$F_1 + F_2 = 5 \xrightarrow{F_2 = -10\,N} F_1 - 10 = 5 \Rightarrow F_1 = 15\,N$$

فیزیک (۱): صفحه‌های ۸۳ تا ۱۲۰

تست و پاسخ ۶۱

چه تعداد از موارد زیر درست است؟

الف) کمیت دماسنجی ترموکوپل، جریان الکتریکی است.

ب) تف‌سنج نوری، جزء دماسنج‌های معیار به شمار می‌رود.

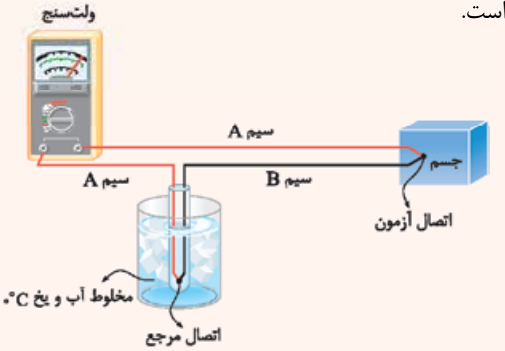
پ) ترموکوپل به دلیل گسترهٔ دماسنجی کم‌تر، از مجموعهٔ دماسنج‌های معیار کنار گذاشته شد.

ت) از دماسنج بیشینه ـ کمینه در مدارهای الکترونیکی وسایل گرمایشی و سرمایشی استفاده می‌شود.

۱) ۳
۲) ۲
۳) ۱
۴) صفر

پاسخ: گزینهٔ ۳

درس‌نامه شکل زیر، یک دماسنج ترموکوپل را نشان می‌دهد. ترموکوپل یک مدار الکتریکی است که در اثر تغییر دما، عدد ولت‌سنج آن تغییر می‌کند؛ بنابراین کمیت دماسنجی ترموکوپل، اختلاف پتانسیل (ولتاژ) است.



به دلیل اختلاف دما بین اتصال آزمون و اتصال مرجع، بین این دو اتصال اختلاف پتانسیل ایجاد می‌شود. حالا با مرتبط‌کردن عدد ولت‌سنج با این اختلاف دما، می‌توانیم دمای هر جسمی را اندازه بگیریم.

محدودهٔ دماسنجی ترموکوپل‌ها به جنس سیم‌های A و B بستگی دارد و می‌تواند دماهای خیلی بالا را اندازه‌گیری کند. ترموکوپل‌ها به دلیل جرم کوچک سیم‌ها در محل اتصال، سرعت اندازه‌گیری بالایی دارند. مزیت دیگر این دماسنج، قابل استفاده بودن در مدارهای الکترونیکی است.

دماسنج ترموکوپل قبلاً جزء دماسنج‌های معیار بوده است، اما به دلیل دقت کمی که نسبت به دماسنج‌های معیار جدید دارد، دیگر دماسنج معیار محسوب نمی‌شود.

پاسخ تشریحی تک‌تک عبارت‌ها را بررسی می‌کنیم:

الف) نادرست، کمیت دماسنجی ترموکوپل، ولتاژ است.

ب) درست، تَفسنج (پیرومتر) جزء دماسنج‌های معیار است.

پ) نادرست، دماسنج ترموکوپل به دلیل دقت کمی که نسبت به دماسنج‌های معیار جدید دارد، از دماسنج‌های معیار حذف شده است.

ت) نادرست، از دماسنج ترموکوپل در مدارهای الکترونیکی و وسایل گرمایشی و سرمایشی استفاده می‌شود.

تست و پاسخ ۶۲

اگر مقدار عددی دمای جسمی برحسب درجهٔ فارنهایت، $\frac{۱}{۵}$ مقدار عددی دمای آن برحسب درجهٔ سلسیوس باشد، دمای این جسم چند کلوین است؟

۱) ۲۵۳ ۲) ۲۵۷ ۳) ۲۸۹ ۴) ۲۹۳

پاسخ: گزینهٔ ۱

درس‌نامه ۱) رابطهٔ بین دما برحسب کلوین و درجهٔ سلسیوس به صورت مقابل است:

$$T = \theta + ۲۷۳$$

(T: دما برحسب کلوین (K)، θ: دما برحسب درجهٔ سلسیوس (°C))

۲) یکی از یکاهای رایج دما، فارنهایت است. رابطهٔ بین دما برحسب درجهٔ فارنهایت و درجهٔ سلسیوس به صورت زیر است:

$$F = \frac{۹}{۵}\theta + ۳۲$$

(F: دما برحسب درجهٔ فارنهایت (°F)، θ: دما برحسب درجهٔ سلسیوس (°C))

پاسخ تشریحی **گام اول:** مقدار عددی دمای جسم برحسب درجهٔ فارنهایت (F)، $\frac{۱}{۵}$ مقدار عددی آن برحسب درجهٔ سلسیوس (θ) است، به عبارتی داریم:

$$F = \frac{۱}{۵}\theta \xrightarrow{F=\frac{۹}{۵}\theta+۳۲} \frac{۹}{۵}\theta + ۳۲ = \frac{۱}{۵}\theta$$

$$\Rightarrow \frac{۹}{۵}\theta - \frac{۱}{۵}\theta = -۳۲ \Rightarrow \frac{۸}{۵}\theta = -۳۲ \Rightarrow \theta = \frac{-۳۲\times ۵}{۸} = -۲۰^\circ C$$

گام دوم: به کمک رابطهٔ $T = \theta + ۲۷۳$، دما برحسب کلوین را به دست می‌آوریم.

$$T = \theta + ۲۷۳ \xrightarrow{\theta=-۲۰^\circ C} T = -۲۰ + ۲۷۳ = ۲۵۳K$$

تست و پاسخ ۶۳

دو کرهٔ مسی توپر A و B به شعاع‌های $R_A = R$ و $R_B = ۲R$ گرمای یکسانی دریافت می‌کنند. تغییر حجم کرهٔ B چند برابر تغییر حجم کرهٔ A است؟

۱) ۱ ۲) ۴ ۳) ۸ ۴) $\frac{۱}{۸}$

پاسخ: گزینهٔ ۱

درس‌نامه ۱) گرما نوعی انرژی است که به دلیل اختلاف دما، بین دو جسم مبادله می‌شود. این تبادل گرما از جسم گرم‌تر به جسم سردتر صورت می‌گیرد و تا زمانی ادامه دارد که دمای دو جسم برابر شوند.

برای محاسبهٔ گرما هنگامی که فقط تغییر دما داریم، از رابطهٔ زیر استفاده می‌کنیم:

$$Q = mc\Delta\theta = C\Delta\theta$$

(ظرفیت گرمایی، گرمای ویژه)

۲) رابطهٔ انبساط حجمی جامدها بر اثر تغییر دما به صورت روبه‌رو است:

$$\Delta V = V_۱(۳\alpha)\Delta\theta$$

برای مایعات ضریب انبساط حجمی با β نمایش داده می‌شود:

$$\Delta V = V_۱\beta\Delta\theta$$

پاسخ تشریحی **گام اول:** هر دو کره گرمای یکسان دریافت می‌کنند، به کمک رابطهٔ $Q = mc\Delta\theta$ داریم:

$$Q_A = Q_B \Rightarrow m_A c_A \Delta\theta_A = m_B c_B \Delta\theta_B$$

جنس دو کره یکسان است؛ بنابراین $c_A = c_B$ است.

$$m_A\Delta\theta_A = m_B\Delta\theta_B \xrightarrow{m=\rho V} \rho_A V_A\Delta\theta_A = \rho_B V_B\Delta\theta_B$$

$$\xrightarrow{\rho_A=\rho_B} V_A\Delta\theta_A = V_B\Delta\theta_B \Rightarrow \frac{۴}{۳}\pi R^۳\Delta\theta_A = \frac{۴}{۳}\pi(۲R)^۳\Delta\theta_B \Rightarrow \Delta\theta_A = ۸\Delta\theta_B$$

گام دوم: نسبت تغییر حجم کرهٔ B به تغییر حجم کرهٔ A را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\Delta V_B}{\Delta V_A} = \frac{(V_۰)_B(۳\alpha_B)(\Delta\theta_B)}{(V_۰)_A(۳\alpha_A)(\Delta\theta_A)} \xrightarrow{\alpha_B=\alpha_A\ ,\ \Delta\theta_A=۸\Delta\theta_B} \frac{\Delta V_B}{\Delta V_A} = \frac{\frac{۴}{۳}\pi(۲R)^۳\times\Delta\theta_B}{\frac{۴}{۳}\pi(R)^۳\times۸\Delta\theta_B} \Rightarrow \frac{\Delta V_B}{\Delta V_A} = ۱$$

تست و پاسخ ۶۴

درون یک مکعب فلزی، حفره‌ای کروی وجود دارد. وقتی دمای مکعب $۶۰^\circ C$ افزایش می‌یابد، مساحت آن ۰/۳۶ درصد تغییر می‌کند. اگر دمای مکعب $۸۰^\circ C$ افزایش یابد، حجم حفرهٔ درون آن چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ۰/۵۴، کاهش می‌یابد. ۲) ۰/۵۴، افزایش می‌یابد. ۳) ۰/۷۲، کاهش می‌یابد. ۴) ۰/۷۲، افزایش می‌یابد.

پاسخ: گزینهٔ ۴

پاسخ تشریحی **گام اول:** درصد تغییرات مساحت در اثر انبساط گرمایی از رابطهٔ $۲\alpha\Delta\theta\times۱۰۰$ به دست می‌آید. به کمک این رابطه، ضریب انبساط خطی فلز را به دست می‌آوریم:

$$۲\alpha\Delta\theta\times۱۰۰ = ۰/۳۶ \Rightarrow ۲\times\alpha\times۶۰\times۱۰۰ = ۰/۳۶$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{۳۶\times۱۰^{-۲}}{۱۲\times۱۰^۳} = ۳\times۱۰^{-۵}\ \frac{۱}{^\circ C}$$

گام دوم: حفرهٔ درون مکعب، متناسب با مکعب تغییر حجم می‌دهد؛ پس برای محاسبهٔ درصد تغییرات حجم کرهٔ توخالی طبق رابطهٔ $۳\alpha\Delta\theta'\times۱۰۰$، از ضریب انبساط خطی فلز استفاده می‌کنیم.

$$\text{درصد تغییرات حجم حفرهٔ فلزی} = \frac{\Delta V}{V_۱}\times۱۰۰ = ۳\alpha\Delta\theta'\times۱۰۰ = ۳\times۳\times۱۰^{-۵}\times۸۰\times۱۰۰ = ٪۰/۷۲$$

حجم حفرهٔ درون مکعب ۰/۷۲ درصد افزایش می‌یابد.

تکنیک با افزایش دما، همهٔ ابعاد داخلی و خارجی یک فلز افزایش می‌یابند. (رد ۱ و ۳)

تست و پاسخ ۶۵

اگر چگالی فلزی در دمای $50^\circ C$ برابر با $2/5\,g/cm^3$ باشد، در چه دمایی برحسب درجهٔ سلسیوس، چگالی فلز $2/41\,g/cm^3$ است؟ (ضریب انبساط طولی فلز $8\times10^{-5}\,\frac{1}{K}$ است.)

۱) ۱۵۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۴۵۰ ۴) ۵۰۰

پاسخ: گزینهٔ ۲

درس‌نامه رابطهٔ تقریبی تغییر چگالی با تغییر دما، برای جامدها با دقت بسیار خوب و برای مایع‌ها با دقت کم‌تری به کار می‌رود:

$$\Delta\rho = -\rho_1(3\alpha)\Delta\theta$$

$\Delta\rho$: تغییر چگالی (g/cm^3)، ρ_1: چگالی اولیه (g/cm^3)، $\Delta\theta$: تغییر دما $(^\circ C)$، α: ضریب انبساط طولی $(\frac{1}{^\circ C})$

پاسخ تشریحی **گام اول:** به کمک رابطهٔ تقریبی $\Delta\rho = -\rho_1(3\alpha)\Delta\theta$، تغییرات دما را به دست می‌آوریم:

$$\Delta\rho = \rho_2 - \rho_1 = 2/41 - 2/5 = -0/09\ g/cm^3$$

$$\Delta\rho = -\rho_1(3\alpha)\Delta\theta \Rightarrow -0/09 = -2/5\times(3\times8\times10^{-5})\Delta\theta$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{-9\times10^{-2}}{-2/5\times24\times10^{-5}} = \frac{9\times10^{-2}\times10^{+5}}{2/5\times24} = \frac{3\times10^{3}}{2/5\times8} = \frac{3\times10^{3}}{20} = 150^\circ C$$

گام دوم: دمای جسم در حالت دوم (زمانی که چگالی جسم به $2/41\,g/cm^3$ رسیده است) را به دست می‌آوریم:

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 \Rightarrow 150 = \theta_2 - 50 \Rightarrow \theta_2 = 200^\circ C$$

دام تستی خواستهٔ سؤال، دمای جسم در حالت ثانویه است و اگر به این نکته توجه نکنیم، تغییرات دما یعنی ۱ را اشتباهاً به عنوان گزینهٔ درست انتخاب کنیم.

تست و پاسخ ۶۶

در دمای $0^\circ C$، ۹۰ درصد از حجم ظرفی با مایعی به ضریب انبساط حجمی $1/4\times10^{-3}\,\frac{1}{K}$ پر شده است. اگر ضریب انبساط طولی ظرف $10^{-4}\,\frac{1}{K}$ باشد، دمای مجموعه حداقل چند درجهٔ فارنهایت افزایش پیدا کند تا مایع از ظرف سرریز شود؟

۱) ۱۰۵ ۲) ۱۸۷/۵ ۳) ۵۸ ۴) ۲۵۲/۵

پاسخ: گزینهٔ ۲

پاسخ تشریحی **گام اول:** تغییرات حجم ظرف را به کمک رابطهٔ $\Delta V = V_1 3\alpha\Delta\theta$ به دست می‌آوریم:

$$\Delta V_{ظرف} = (V_1)_{ظرف}(3\times10^{-4})\Delta\theta$$

گام دوم: تغییرات حجم مایع را به کمک رابطهٔ $\Delta V = V_1\beta\Delta\theta$ را به دست می‌آوریم:

$$\Delta V_{مایع} = (V_1)_{مایع}(1/4\times10^{-3})\Delta\theta$$

۹۰ درصد از حجم ظرف از مایع پر شده است، به عبارتی:

$$(V_1)_{مایع} = 0/9(V_1)_{ظرف}$$

$$\Delta V_{مایع} = 0/9(V_1)_{ظرف}\times(1/4\times10^{-3})\Delta\theta$$

گام سوم: برای آن‌که مایع از ظرف سرریز شود، باید تغییر حجم مایع بیشتر از فضای خالی ظرف $(0/1V_{ظرف})$ باشد.

$$\Delta V_{مایع} - \Delta V_{ظرف} \geq 0/1(V_1)_{ظرف}$$

$$\Rightarrow 0/9\times1/4\times10^{-3}(V_1)_{ظرف}\Delta\theta - 3\times10^{-4}(V_1)_{ظرف}\Delta\theta \geq 0/1(V_1)_{ظرف}$$

$$\Rightarrow 12/6\times10^{-4}\Delta\theta - 3\times10^{-4}\Delta\theta \geq 0/1 \Rightarrow \Delta\theta \geq \frac{0/1}{9/6\times10^{-4}} \Rightarrow \Delta\theta_{min} = \frac{10^4}{96}{}^\circ C$$

گام چهارم: به کمک رابطهٔ $\Delta F = \frac{۹}{۵}\Delta\theta$، حداقل تغییرات دما برحسب درجهٔ فارنهایت به دست می‌آید:

$$\Delta F = \frac{۹}{۵}\Delta\theta \Rightarrow \Delta F_{min} = \frac{۹}{۵}\times\frac{۱۰^{۴}}{۹۶} = ۱۸۷/۵^{\circ}F$$

تست و پاسخ ۶۷

چند کیلوژول گرما لازم است تا $۲kg$ یخ $۲۳^{\circ}F$ به آب $۴۱^{\circ}F$ تبدیل شود؟ $(L_F = ۳۳۶J/g\ ,\ c_{آب} = ۲c_{یخ} = ۴/۲\frac{J}{g.K})$

۱) ۱۱۱۳ ۲) ۷۳۵ ۳) ۸۴ ۴) ۴۲

پاسخ: گزینهٔ ۲

درس‌نامه گرمایی که فقط صرف تغییر دمای جسم می‌شود، از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$Q = mc\Delta\theta = C.\Delta\theta$$

(گرما: J) ← Q = m (جرم: kg) c (گرمای ویژه: $\frac{J}{kg.^{\circ}C}$) $\Delta\theta$ (تغییر دما: $^{\circ}C$)

C = ظرفیت گرمایی: $J/^{\circ}C$

روابط مربوط به گرمای ذوب و انجماد، به صورت مقابل است:

L_F: گرمای نهان ذوب

$\begin{cases} Q_{ذوب} = +mL_F & \text{گرماگیر} \\ Q_{انجماد} = -mL_F & \text{گرماده} \end{cases}$

پاسخ تشریحی

گام اول: با توجه به این‌که یکای گرمای ویژهٔ آب برحسب $\frac{J}{g.K}$ بیان شده است، به کمک رابطهٔ $F = \frac{۹}{۵}\theta + ۳۲$، دماها را برحسب درجهٔ سلسیوس به دست می‌آوریم:

$$F_۱ = \frac{۹}{۵}\theta_۱ + ۳۲ \Rightarrow ۲۳ = \frac{۹}{۵}\theta_۱ + ۳۲ \Rightarrow -۹ = \frac{۹}{۵}\theta_۱ \Rightarrow \theta_۱ = -۵^{\circ}C$$

$$F_۲ = \frac{۹}{۵}\theta_۲ + ۳۲ \Rightarrow ۴۱ = \frac{۹}{۵}\theta_۲ + ۳۲ \Rightarrow ۹ = \frac{۹}{۵}\theta_۲ \Rightarrow \theta_۲ = ۵^{\circ}C$$

گام دوم: به کمک طرح‌وارهٔ زیر، گرمای لازم برای تبدیل یخ $-۵^{\circ}C$ به آب $۵^{\circ}C$ را به دست می‌آوریم:

$$-۵^{\circ}C_{یخ} \xrightarrow{Q_۱} ۰^{\circ}C_{یخ} \xrightarrow{Q_۲} ۰^{\circ}C_{آب} \xrightarrow{Q_۳} ۵^{\circ}C_{آب}$$

$$Q_{کل} = Q_۱ + Q_۲ + Q_۳$$

$$\Rightarrow Q_{کل} = mc_{یخ}\Delta\theta_۱ + mL_F + mc_{آب}\Delta\theta_۳$$

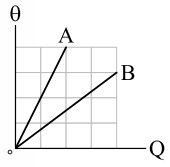
$$Q_{کل} = ۲\times۲/۱\times۵ + ۲\times۳۳۶ + ۲\times۴/۲\times۵$$

$$\Rightarrow Q_{کل} = ۲۱ + ۶۷۲ + ۴۲ = ۷۳۵kJ$$

یکای $\frac{J}{g.K}$ معادل $\frac{kJ}{kg.K}$ و یکای J/g معادل $\frac{kJ}{kg}$ است.

تست و پاسخ ۶۸

نمودار دمای دو جسم A و B برحسب گرمای داده‌شده به آن‌ها مطابق شکل زیر است. اگر جرم جسم A، ۲ برابر جرم جسم B باشد، گرمای ویژهٔ جسم A چند برابر گرمای ویژهٔ جسم B است؟



۱) $\frac{۳}{۱۶}$ ۲) $\frac{۱۶}{۳}$

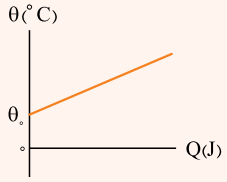
۳) $\frac{۳}{۴}$ ۴) $\frac{۴}{۳}$

پاسخ: گزینهٔ ۱

مشاوره *ریاضی و فیزیک ارتباط تنگاتنگی با هم دارن. توی کنکور همیشه سؤال نموداری می‌آد. پس هواست باشه هر وقت یه رابطه‌ای رو توی فیزیک یاد گرفتی، به عنوان یک تابع ریاضی نمودارشو خوب بررسی کن تا کامروا شوی!*

خودت حل کنی بهتره به کمک نمودار θ-Q، ظرفیت گرمایی دو جسم را به صورت نسبی به دست آورید، سپس با داشتن نسبت جرم دو جسم، نسبت گرمای ویژهٔ دو جسم را حساب کنید.

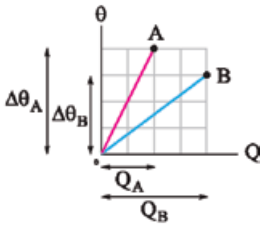
درس‌نامه نمودار دما برحسب گرمای داده‌شده به یک جسم مطابق شکل زیر است:



$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{Q}{mc} \Rightarrow \theta - \theta_0 = \frac{Q}{mc} \Rightarrow \theta = \underbrace{\frac{1}{mc}}_{\text{شیب نمودار } \theta\text{-}Q}Q + \overbrace{\theta_0}^{\text{عرض از مبدأ نمودار (دمای اولیهٔ جسم)}}$$

($\frac{1}{mc}$ یا همان عکس ظرفیت گرمایی ($\frac{1}{C}$) است.)

پاسخ تشریحی **گام اول:** با توجه به نمودار دما برحسب گرمایی که در شکل مقابل می‌بینیم، شیب هر دو نمودار که همان $\frac{1}{mc}$ یا $\frac{1}{C}$ دو جسم A و B است را به دست می‌آوریم:



$$(A)\ \text{شیب} = \frac{4}{2} = 2 \Rightarrow \frac{1}{C_A} = 2 \Rightarrow C_A = \frac{1}{2}$$

$$(B)\ \text{شیب} = \frac{3}{4} \Rightarrow \frac{1}{C_B} = \frac{3}{4} \Rightarrow C_B = \frac{4}{3}$$

گام دوم: با داشتن ظرفیت گرمایی دو جسم A و B و نسبت جرم دو جسم، نسبت گرمای ویژهٔ جسم A به گرمای ویژهٔ جسم B را به دست می‌آوریم:

$$\frac{C_A}{C_B} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{4}{3}} \Rightarrow = \frac{m_A c_A}{m_B c_B} = \frac{3}{8} \Rightarrow \frac{2m_B \times c_A}{m_B \times c_B} = \frac{3}{8} \Rightarrow \frac{c_A}{c_B} = \frac{3}{16}$$

تست و پاسخ ۶۹

درون یک ظرف مسی به جرم ۴۰۰g، ۲kg از مایعی با گرمای ویژهٔ ۸۰۰ $\frac{J}{kg.K}$ و نقطهٔ جوش ۷۰°C قرار دارد و دمای مجموعه ۲۰°C است. اگر این مجموعه از یک گرمکن با توان ورودی ۲kW و بازده ۸۰ درصد، گرما دریافت کند، پس از چند ثانیه ۱/۲kg از مایع تبخیر می‌شود؟ (گرمای ویژهٔ مس ۴۰۰ $\frac{J}{kg.K}$، گرمای نهان تبخیر مایع در نقطهٔ جوش آن ۶۰J/g و تبخیر سطحی مایع ناچیز است.)

۱) ۲۵ ۲) ۵۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۲۰۰

پاسخ: گزینهٔ ۳

مشاوره *یکی از مواردی که قابلیت ترکیب با خیلی از مطالب فیزیک رو داره بازدهه. فکر نکن فقط توی فصل کار و انرژی باهاش درگیری.*

خودت حل کنی بهتره ابتدا مقدار کل گرمایی را که باید به مجموعه بدهیم تا در نهایت ۱/۲ کیلوگرم از مایع تبخیر شود را به دست آورید، سپس توان خروجی گرمکن را حساب کنید. در آخر با داشتن گرمای کل و توان خروجی گرمکن، زمان لازم را به دست آورید.

درس‌نامه اگر دو یا چند جسم با دماهای متفاوت در تماس با هم قرار گیرند، آن قدر با هم گرما مبادله می‌کنند تا نهایتاً هم‌دما شوند و به تعادل گرمایی برسند. دمای یکسان نهایی همهٔ آن اجسام را دمای تعادل می‌نامیم.

طبق قانون پایستگی انرژی، جمع جبری گرماهای مبادله‌شده بین اجسام تا رسیدن به تعادل گرمایی برابر با صفر است؛ بنابراین می‌توانیم بگوییم:

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

$$\text{یا } Q_{\text{گرفته‌شده}} + Q_{\text{داده‌شده}} = 0 \Rightarrow Q_{\text{گرفته‌شده}} = -Q_{\text{داده‌شده}}$$

روابط مربوط به گرمای تبخیر و میعان به صورت مقابل است:

$$\begin{cases} Q_{\text{تبخیر}} = +mL_V & \text{گرماگیر} \\ Q_{\text{میعان}} = -mL_V & \text{گرماده} \end{cases}$$

L_V: گرمای نهان تبخیر

نکته گرمایی که توسط یک گرمکن با توان ثابت به جسم داده می‌شود، از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$Q = \frac{\text{بازده گرمکن برحسب درصد}}{100} \times P_{(\text{ورودی})\text{اسمی}} \times \Delta t$$

پاسخ تشریحی **گام اول:** گرمای لازم برای این‌که در نهایت $۱/۲\,kg$ از مایع تبخیر شود را به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} Q_۱: \text{گرمایی که لازمه تا دمای ظرف رو به } ۷۰^\circ C \text{ برسونه} \\ Q_۲: \text{گرمایی که لازمه تا دمای مایع رو به } ۷۰^\circ C \text{ برسونه} \\ Q_۳: \text{گرمایی که لازمه تا } ۱/۲\,kg \text{ مایع تبخیر بشه} \end{cases}$$

$$Q_t = Q_۱ + Q_۲ + Q_۳ \Rightarrow Q_t = (m_۱c_۱\Delta\theta) + (m_۲c_۲\Delta\theta) + (m_۳L_V)$$

$$\Rightarrow Q_t = (۰/۴\times۴۰۰\times۵۰) + (۲\times۸۰۰\times۵۰) + (۱/۲\times۶۰\times۱۰^۳) = ۸۰۰۰ + ۸۰۰۰۰ + ۷۲۰۰۰ = ۱۶۰۰۰۰\,J$$

گام دوم: با داشتن توان ورودی و بازده گرمکن، توان خروجی گرمکن را به دست می‌آوریم:

$$Ra = \frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}}\times۱۰۰ \Rightarrow ۸۰ = \frac{P_{\text{خروجی}}}{۲۰۰۰}\times۱۰۰ \Rightarrow P_{\text{خروجی}} = ۱۶۰۰\,W$$

گام سوم: با داشتن گرمای دریافتی کل و توان خروجی، مدت‌زمان دریافت گرما را به دست می‌آوریم:

$$P_{\text{خروجی}} = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow ۱۶۰۰ = \frac{۱۶۰۰۰۰}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = ۱۰۰\,s$$

تست و پاسخ ۷۰

اگر مقداری آب به جرم m و دمای $۲۰^\circ C$، گرمایی به اندازهٔ Q از دست دهد، ۲۰ درصد از جرم آن منجمد می‌شود. گرمایی که مقداری آب به جرم $۲m$ و دمای $۲۰^\circ C$ باید از دست دهد تا ۴۰ درصد از جرم آن منجمد شود، چند برابر Q است؟ $(L_F = ۳۳۶\,J/g\ ,\ c = ۴/۲\,\frac{J}{g.K})$

۱) $\frac{۱۳}{۹}$ ۲) $\frac{۲۶}{۹}$ ۳) $\frac{۲۱}{۱۳}$ ۴) $\frac{۴۲}{۱۳}$

پاسخ: گزینهٔ ۲

خودت حل کنی بهتره *اول گرمای هر حالت رو برحسب m به دست بیار. بعدش نسبت گرماها رو حساب کن.*

پاسخ تشریحی **گام اول:** Q (گرمای حالت اول) را برحسب m به دست می‌آوریم: (توجه کنید که $\frac{۳۳۶}{۴/۲} = ۸۰$ است، یعنی $L_F = ۸۰\,c$ است.)

$$\begin{cases} Q_۱: \text{گرمایی که آب از دست می‌دهد تا به نقطهٔ انجماد برسد} \\ Q_۲: \text{گرمایی که ۲۰ درصد از جرم آب در نقطهٔ انجماد از دست می‌دهد تا منجمد شود} \end{cases}$$

$$Q = Q_۱ + Q_۲ \Rightarrow Q = (mc\Delta\theta) + (-\frac{۲۰}{۱۰۰}mL_F)$$

$$\xrightarrow{L_F = ۸۰c} Q = \big(m\times c\times(۰-۲۰)\big) + (-۰/۲m\times۸۰c) = -۳۶\,mc$$

گام دوم: Q' (گرمای حالت دوم) را برحسب m به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} Q'_۱: \text{گرمایی که آب از دست می‌دهد تا به نقطهٔ انجماد برسد} \\ Q'_۲: \text{گرمایی که ۴۰ درصد از جرم آب در نقطهٔ انجماد از دست می‌دهد تا منجمد شود} \end{cases}$$

$$Q' = Q'_۱ + Q'_۲ \Rightarrow Q' = (۲m\,c\,\Delta\theta) + (-\frac{۴۰}{۱۰۰}\times۲m\times L_F)$$

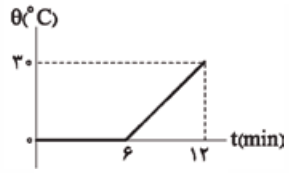
$$\xrightarrow{L_F = ۸۰c} Q' = \big(۲m\times c\times(۰-۲۰)\big) + (-۰/۸m\times۸۰c) = -۱۰۴\,mc$$

گام سوم: نسبت $\frac{Q'}{Q}$ را به دست می‌آوریم:

$$\frac{Q'}{Q} = \frac{-۱۰۴\,mc}{-۳۶\,mc} = \frac{۱۰۴}{۳۶} = \frac{۲۶}{۹}$$

تست و پاسخ ۷۱

مخلوطی از آب و یخ به جرم کل $۸\,kg$ با آهنگ ثابت، گرما دریافت می‌کند. اگر نمودار دمای این مجموعه برحسب زمان به شکل مقابل باشد، جرم آب موجود در مخلوط اولیه چند کیلوگرم بوده است؟



$$(c_{\text{آب}} = ۴/۲\,\frac{J}{g.K}\ ,\ L_F = ۳۳۶\,J/g)$$

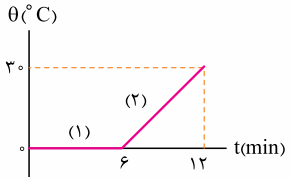
۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۵ ۴) ۶

پاسخ: گزینهٔ ۳

مشاوره *خواست باشه از لحظهٔ $t=۶\,min$ به بعد، $۸\,kg$ آب داریم، اما در $۶\,min$ ابتدایی مخلوطی از آب و یخ داریم.*

نکته هنگامی که با وجود مبادلهٔ گرما، دمای یک جسم تغییر نکند، به این معناست که گرمای مبادله‌شده، صرف تغییر حالت جسم می‌شود.

پاسخ تشریحی با توجه به نمودار شکل روبه‌رو داریم:



$$Q=P.t \xrightarrow[t_۱=t_۲=۶\,min]{P_{ثابت}} Q_۱=Q_۲$$

$\begin{cases} Q_۱: \text{گرمایی که مقداری یخ در نقطهٔ ذوب دریافت‌کرده تا ذوب شود} \\ Q_۲: \text{گرمایی که } ۸\,kg \text{ آب صفر درجهٔ سلسیوس دریافت‌کرده تا دمای آن به } ۳۰^\circ C \text{ برسد} \end{cases}$

حالا جرم آب اولیه $(m_۰)$ را به دست می‌آوریم:

$$Q_۱=Q_۲ \Rightarrow m_{یخ}L_F=mc\Delta\theta \Rightarrow (۸-m_۰)\times ۳۳۶=۸\times ۴/۲\times ۳۰ \Rightarrow m_۰=۵\,kg$$

تست و پاسخ ۷۲

درون ظرف عایقی $۵\,kg$ آب با دمای $۳۵^\circ C$ قرار دارد. اگر دو جسم A و B را به آب درون ظرف اضافه کنیم، تا رسیدن مجموعه به تعادل گرمایی، جسم A، $۸۴\,kJ$ گرما از دست می‌دهد و جسم B، $۱۲۶\,kJ$ گرما دریافت می‌کند. دمای تعادل مجموعه چند درجهٔ سلسیوس است؟ (گرمای ویژهٔ آب $۴۲۰۰\frac{J}{kg.^\circ C}$ است.)

۱) ۲۵ ۲) ۳۳ ۳) ۳۷ ۴) ۴۵

پاسخ: گزینهٔ ۲

خودت حل کنی بهتره ابتدا به کمک قانون پایستگی انرژی، گرمای مبادله‌شدهٔ آب رو به دست آورید. سپس دمای تعادل را حساب کنید.

پاسخ تشریحی **گام اول:** گرمای مبادله‌شدهٔ آب را به دست می‌آوریم. طبق قانون پایستگی انرژی داریم:

$$Q_A+Q_B+Q_{آب}=۰ \Rightarrow (-۸۴)+(۱۲۶)+Q_{آب}=۰ \Rightarrow Q_{آب}=-۴۲\,kJ$$

بنابراین آب $۴۲\,kJ$ گرما از دست می‌دهد.

گام دوم: حالا با داشتن گرمایی که آب از دست می‌دهد، دمای تعادل مجموعه را به دست می‌آوریم:

$$Q=mc\Delta\theta \Rightarrow -۴۲=۵\times ۴/۲\times(\theta_e-۳۵)$$

$$\Rightarrow \theta_e-۳۵=-۲ \Rightarrow \theta_e=۳۳^\circ C$$

تست و پاسخ ۷۳

درون گرماسنجی $۴۰۰\,g$ آب قرار دارد و دمای مجموعه $۶۰^\circ C$ است. اگر قطعهٔ یخی به جرم $۱\,kg$ و دمای $-۳۰^\circ C$ را به آب اضافه کنیم، پس از رسیدن به تعادل گرمایی، $۲۵۰\,g$ یخ، ذوب‌نشده باقی می‌ماند. ظرفیت گرمایی گرماسنج در SI کدام است؟

$$(c_{آب}=۲c_{یخ}=۴۲۰۰\frac{J}{kg.^\circ C},\ L_F=۳/۳۶\times ۱۰^۵\,J/kg)$$

۱) ۷۷۰ ۲) ۱۰۵۰ ۳) ۳۱۵۰ ۴) ۳۵۷۰

پاسخ: گزینهٔ ۴

مشاوره *این سؤال از نظر محاسباتی یک سؤال وقت‌گیره. توی آزمون هواست به این‌جور سؤالا باشه که حتی اگه بلد هم باشی، می‌تونه زمان چند سؤال رو قربانی کنه.*

خودت حل کنی بهتره ابتدا با استفاده از قانون پایستگی انرژی، گرمای مبادله‌شدهٔ گرماسنج را به دست آورید، سپس ظرفیت گرمایی گرماسنج را حساب کنید.

پاسخ تشریحی **گام اول:** با توجه به این‌که دمای تعادل، صفر درجهٔ سلسیوس است، گرمای مبادله‌شدهٔ گرماسنج را به دست می‌آوریم:

Q_1: گرمایی‌که یخ می‌گیرد تا به نقطهٔ ذوب برسد

Q_2: گرمایی‌که $1000-250=750\,g$ یخ صفر درجهٔ سلسیوس می‌گیرد تا ذوب شود

Q_3: گرمایی‌که آب $60^\circ C$ از دست می‌دهد تا به دمای $0^\circ C$ برسد

Q_4: گرمایی‌که گرماسنج $60^\circ C$ از دست می‌دهد تا به دمای $0^\circ C$ برسد

$$Q_1+Q_2+Q_3+Q_4=0 \Rightarrow (m_1c_1\Delta\theta_1)+(m_2L_F)+(m_3c_3\Delta\theta_3)+Q_4=0$$

$$\Rightarrow (1\times 2100\times(0-(-30)))+(0/75\times 336000)+(0/4\times 4200\times(0-60))+Q_4=0 \Rightarrow Q_4=-21420\,J$$

گام دوم: با داشتن Q_4، ظرفیت گرمایی گرماسنج را به دست می‌آوریم:

$$Q_4=C_{\text{گرماسنج}}.\Delta\theta \Rightarrow -21420=C_{\text{گرماسنج}}\times(0-60) \Rightarrow C_{\text{گرماسنج}}=\frac{-21420}{-60}=357\,J/^\circ C=357\,J/K$$

تست و پاسخ ۷۴

درون ظرفی $100\,g$ آب $0^\circ C$ قرار دارد. اگر $7\,g$ از این آب دچار تبخیر سطحی شود، جرم آب موجود در ظرف به چند گرم می‌رسد؟ (گرمای نهان ذوب یخ $330\,J/g$ و گرمای نهان تبخیر آب در دمای $0^\circ C$ برابر با $2310\,J/g$ است.)

۱) ۴۴ ۲) ۴۹ ۳) ۵۶ ۴) ۹۴

پاسخ: گزینهٔ ۱

مشاوره *این سؤال از تمرین کتاب درسی الگوبرداری شده و تا حالا توی کنکور نیومده؛ پس هواست بهش باشه.*

خودت حل کنی بهتره طبق قانون پایستگی انرژی، مقدار گرمای دریافتی برای تبخیر را با مقدار گرمای داده‌شده در فرایند انجماد با هم برابر قرار دهید و جرم آب منجمدشده را به دست آورید؛ در نهایت هم، جرم آب منجمدشده و تبخیرشده را از جرم آب کل، کم کنید.

درس‌نامه گرمای مورد نیاز یک فرایند گرماگیر مثل ذوب، تبخیر، تصعید یا افزایش دما و در یک فرایند گرماده مثل انجماد، میعان، چگالش با کاهش دما تأمین می‌شود.

پاسخ تشریحی با توجه به این‌که دمای آب صفر درجهٔ سلسیوس است، در اثر تبخیر سطحی آب که فرآیندی گرماگیر است، باید بخشی از آب منجمد شود که فرایندی گرماده بوده و گرمای فرایند گرماگیر را تأمین کند.

طبق قانون پایستگی انرژی می‌توانیم بگوییم: $Q_{\text{تبخیر}}+Q_{\text{انجماد}}=0 \Rightarrow (m_{\text{تبخیر}}L_V)+(-m_{\text{انجماد}}L_F)=0$

$$\Rightarrow (7\times 2310)+(-m_{\text{انجماد}}\times 330)=0$$

$$\Rightarrow m_{\text{انجماد}}=\frac{7\times 2310}{330}=49\,g$$

حالا جرم آب باقی‌مانده در ظرف را حساب می‌کنیم: $m_{\text{باقی‌مانده}}=m_{\text{اولیه}}-m_{\text{تبخیر}}-m_{\text{انجماد}} \Rightarrow m_{\text{باقی‌مانده}}=100-7-49=44\,g$

تست و پاسخ ۷۵

کدام‌یک از موارد زیر نادرست است؟

۱) در رساناهای فلزی، سهم الکترون‌های آزاد در رسانش گرما بیشتر از اتم‌ها است.

۲) هر چه ضریب انبساط حجمی مایعی بیشتر باشد، آهنگ انتقال گرما به روش همرفت در آن بیشتر است.

۳) تابش گرمایی سطوح تیره و مات، از تابش گرمایی سطوح روشن و درخشان بیشتر است.

۴) در طی روز، چون زمین ساحل گرم‌تر از آب دریا است، نسیم از سوی ساحل به دریا می‌وزد.

پاسخ: گزینهٔ ۴

مشاوره **متن کتاب در قسمت‌های دماسنجی و انتقال گرما از فصل دما و گرما رو خوب بخون، چون خیلی مهمه.**

درس‌نامه روش‌های انتقال گرما

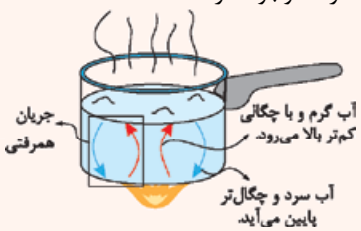
۱) **رسانش گرمایی**: با گرم‌شدن قسمتی از یک جسم، جنبش ذرات در آن ناحیه بیشتر می‌شود و به وسیلهٔ ذرات ماده، این انرژی به قسمت‌های دیگر منتقل می‌شوند تا در نهایت همهٔ بخش‌های جسم گرم شوند.

حواستون باشه در این روش، ذرات نقش منتقل‌کنندهٔ انرژی را دارند و خود ذرات منتقل نمی‌شوند.

در رسانش گرمایی ارتعاش **اتم‌ها** و الکترون‌ها و حرکت سریع **الکترون‌های آزاد**، نقش اساسی دارند. در **رساناهای** فلزی که دارای الکترون آزاد هستند، سهم الکترون‌های آزاد در رسانش گرمایی بیشتر است.

۲) **همرفت**: در این روش، گرما همراه با جابه‌جایی ماده منتقل می‌شود و این ذرات ماده هستند که وظیفهٔ انتقال گرما را دارند؛ بنابراین همرفت فقط در مایع‌ها و گازها رخ می‌دهد، زیرا مولکول‌های جامد حرکت انتقالی ندارند. دو نوع همرفت وجود دارد:

الف) همرفت طبیعی: با گرم‌شدن قسمتی از شاره، حجم شاره در آن قسمت زیاد شده و چگالی آن قسمت کم می‌شود؛ بنابراین شاره در آن قسمت به سمت بالا حرکت می‌کند و شاره با دمای کم‌تر که چگالی‌اش بیشتر است به سمت پایین حرکت می‌کند. شکل مقابل، جریان همرفتی را نشان می‌دهد.



ب) همرفت واداشته: در این حالت، به کمک یک تلمبه، شاره را وادار به چرخش و انتقال گرما می‌کنیم؛ به عنوان مثال دستگاه گردش خون در بدن که توسط یک تلمبهٔ طبیعی (قلب) صورت می‌گیرد، نمونه‌ای از همرفت واداشته است.

۳) **تابش گرمایی**: در این روش، دیگر نیاز به محیط مادی نیست و انتقال گرما در خلأ نیز انجام می‌شود.

هر جسمی که دمایش بالاتر از صفر مطلق باشد، از خود امواج الکترومغناطیسی تابش می‌کند که به آن تابش گرمایی گفته می‌شود. امواج الکترومغناطیسی با تندی نور منتشر می‌شوند و به همین دلیل، تابش گرمایی سریع‌ترین روش انتقال گرماست؛ به عنوان مثال، گرمای خورشید از طریق نور به زمین می‌رسد، در صورتی که میان زمین و خورشید خلأ است.

تابش گرمایی به عوامل زیر بستگی دارد:

۱) **دما**: هر چه دمای جسم بیشتر باشد، آهنگ تابش بیشتر است.

۲) **مساحت**: هر چه مساحت سطح بیشتر باشد، آهنگ تابش بیشتر است.

۳) **میزان صیقلی‌بودن**: سطوح ناصاف، تابش بیشتری دارند.

۴) **رنگ سطح جسم**: سطوح تیره و مات، تابش بیشتری دارند.

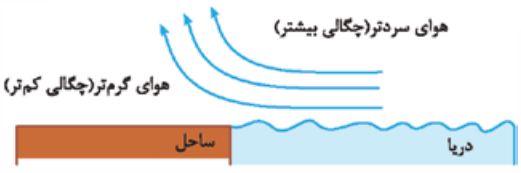
پاسخ تشریحی بررسی گزینه‌ها:

۱ طبق متن کتاب درسی، این جمله درست است.

۲ انتقال گرما به روش همرفت در اثر جابه‌جایی بخشی از ماده به خاطر اختلاف چگالی است. از طرفی هر چه ضریب انبساط حجمی مایعی بیشتر باشد، تغییر حجم و تغییر چگالی بیشتری بر اثر تغییر دما دارد، در نتیجه انتقال گرما به روش همرفت در آن سریع‌تر اتفاق می‌افتد؛ بنابراین این جمله، درست است.

۳ طبق متن کتاب درسی، این جمله درست است.

۴ با توجه به شکل مقابل، در طی روز، چون زمین ساحل گرم‌تر از آب دریا است، چگالی هوای بالای زمین کم‌تر از چگالی هوای بالای دریا بوده و هوای بالای زمین ساحل بالا رفته و هوای بالای دریا جای آن را می‌گیرد، بنابراین نسیم از دریا به سمت ساحل می‌وزد؛ در نتیجه این جمله نادرست است.



شیمی دوازدهم: صفحه‌های ۳۷ تا ۵۹

تست و پاسخ ۷۶

کدام مطلب نادرست است؟

گونه‌ای که الکترون از دست می‌دهد.

۱) در واکنش ترمیت $(2\,Al(s) + Fe_2O_3(s) \rightarrow 2\,Fe(l) + Al_2O_3(s))$، فلز آلومینیم نقش کاهنده را ایفا می‌کند.

۲) همهٔ فلزهایی که با محلول هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهند، می‌توانند در واکنش با محلول مس (II) سولفات، الکترون از دست بدهند.

$E^\circ < 0$

۳) در واکنش فلز روی با گاز اکسیژن، شعاع گونهٔ اکسنده افزایش می‌یابد.

۴) در یک واکنش اکسایش ـ کاهش، همواره تعداد اتم‌های گونهٔ کاهنده و گونهٔ اکسنده با هم برابر است.

گونه‌ای که الکترون می‌گیرد.

پاسخ: گزینهٔ ۴

درس‌نامه •• کاهنده و اکسنده

در یک واکنش اکسایش ـ کاهش، کاهنده گونه‌ای است که عدد اکسایش آن افزایش می‌یابد و اکسنده گونه‌ای است که عدد اکسایش آن کاهش می‌یابد.

- کاهنده: اکسید می‌شود. / عدد اکسایش آن افزایش می‌یابد.
- اکسنده: کاهش می‌یابد. / عدد اکسایش آن کاهش می‌یابد.

پاسخ تشریحی بررسی گزینه‌ها:

۱) با توجه به نیم‌واکنش‌های زیر، Al الکترون از دست داده و اکسایش یافته، بنابراین گونهٔ کاهنده محسوب می‌شود.

$$2Al \rightarrow 2Al^{3+} + 6e^-$$
$$2Fe^{3+} + 6e^- \rightarrow 2Fe$$
$$2Al + 2Fe^{3+} \rightarrow 2Al^{3+} + 2Fe$$

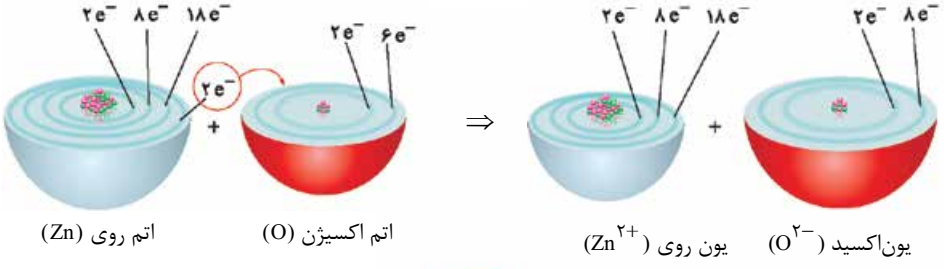
۲) فلزهایی با محلول هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهند که قدرت کاهندگی بیشتری از هیدروژن دارند؛ یعنی E° آن‌ها منفی بوده و در سری الکتروشیمیایی، پایین‌تر از هیدروژن قرار دارند. از طرفی فلزهایی مانند مس و طلا که قدرت کاهندگی کم‌تری از هیدروژن دارند و E° آن‌ها مثبت است، در سری الکتروشیمیایی، بالای هیدروژن قرار می‌گیرند.

نیم‌واکنش کاهش	E° (V)
$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$	+۰/۳۴
$2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$	۰/۰۰
$M^{n+}(aq) + ne^- \rightarrow M(s)$	<۰/۰۰

در سری الکتروشیمیایی، گونهٔ سمت راست نیم‌واکنش پایین‌تر می‌تواند با گونهٔ سمت چپ نیم‌واکنش بالاتر واکنش دهد. با توجه به این‌که E° نیم‌واکنش‌های Cu^{2+}/Cu بزرگ‌تر از نیم‌واکنش M^{n+}/M است، Cu^{2+} می‌تواند فلز M را اکسید کرده و با آن واکنش دهد.

$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$
انجام‌پذیر
$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$
انجام‌پذیر
$M^{n+} + ne^- \longrightarrow M$

۳) در واکنش فلز روی با گاز اکسیژن $(2\,Zn + O_2 \rightarrow 2\,ZnO)$، اکسیژن الکترون می‌گیرد و اکسنده است. شعاع O^{2-} از O بزرگ‌تر است.



اتم روی (Zn) — اتم اکسیژن (O) — یون روی (Zn^{2+}) — یون‌اکسید (O^{2-})

۴ *نه کی گفته؟!* برای مثال در واکنش اکسایش ـ کاهش زیر، تعداد اتم‌های گونهٔ کاهنده (Al) برابر ۲ و شمار اتم‌های گونهٔ اکسنده (Cu^{2+}) برابر ۳ است.

$$2Al + 3Cu^{2+} \rightarrow 2Al^{3+} + 3Cu$$

نکته هر یک از واکنش‌های اکسایش ـ کاهش، باید هم از نظر تعداد اتم‌ها (جرم) و هم از نظر بار الکتریکی، موازنه باشند:

تعداد اتم هر عنصر در سمت راست = تعداد اتم هر عنصر در سمت چپ: موازنهٔ جرم

مجموع بارهای الکتریکی مثبت و منفی در سمت راست معادله = مجموع بارهای الکتریکی مثبت و منفی در سمت چپ معادله: موازنهٔ بار

یادتون باشه! در یک واکنش اکسایش ـ کاهش موازنه‌شده، لزوماً تعداد اتم‌های گونهٔ کاهنده و گونهٔ اکسنده با هم برابر نیستند.

تست و پاسخ ۷۷

با توجه به رفتارهای چهار فلز G، W، X و Z در گزاره‌های زیر، کدام گزینه ترتیب قدرت کاهندگی آن‌ها را به درستی نشان می‌دهد؟

- **با قراردادن فلز W در محلول‌های حاوی یون‌های X^{2+}، Z^{+} و G^{2+} به طور جداگانه، دمای محلول افزایش می‌یابد.**
- **بر خلاف فلز X، می‌توان از فلز Z برای نگه‌داری محلول هیدروکلریک اسید استفاده کرد.** قدرت اکسایش پیداکردن (قدرت از دست دادن الکترون) فلز Z با اسید واکنش نمی‌دهد (اکسید نمی‌شود).
- **با قراردادن فلز Z در محلول دارای یون G^{2+}، رسوب G بر تیغهٔ Z مشاهده می‌شود.**

۱) $W > X > Z > G$ ۲) $W > X > G > Z$ ۳) $G > Z > X > W$ ۴) $G > Z > W > X$

پاسخ: گزینهٔ ۱

پاسخ تشریحی ابتدا به بررسی گزاره‌ها می‌پردازیم:

گزارهٔ اول: افزایش دما، نشانهٔ انجام خودبه‌خودی واکنش شیمیایی است و فلز W (فلزی با قدرت کاهندگی بیشتر) می‌تواند با **کاتیون** فلزهای X، Z و G (فلزهایی با قدرت کاهندگی کم‌تر) به طور جداگانه واکنش دهد و باعث افزایش دمای مخلوط واکنش شود؛ بنابراین از گزارهٔ اول نتیجه می‌گیریم که فلز W بیشترین قدرت کاهندگی را دارد.

گزارهٔ دوم: فلز Z برخلاف فلز X با محلول هیدروکلریک اسید واکنش نمی‌دهد؛ بنابراین قدرت کاهندگی Z از X کم‌تر است.

گزارهٔ سوم: در اثر قراردادن فلز Z در محلول دارای یون‌های G^{2+}، یک واکنش اکسایش ـ کاهش انجام شده و کاتیون Z^{+} و فلز G تولید می‌شود که به صورت رسوب بر روی تیغهٔ Z می‌نشیند؛ پس قدرت کاهندگی فلز Z از فلز G بیشتر است.

$$G^{2+} + 2e^- \rightarrow G$$
$$2Z^{+} + 2e^- \rightarrow 2Z$$
$$\Rightarrow 2Z(s) + G^{2+}(aq) \rightarrow 2Z^{+}(aq) + G(s)$$

با توجه به نتیجه‌گیری‌های انجام‌شده، خواهیم داشت:

مقایسهٔ قدرت کاهندگی فلزات: $W > X > Z > G$

تست و پاسخ ۷۸

به ترتیب از راست به چپ، کدام یون در واکنش‌های شیمیایی، تنها می‌تواند نقش اکسندگی و کدام یون تنها می‌تواند نقش کاهندگی داشته باشد؟

۱) S^{2-} ، BrO_3^- ۲) PH_4^+ ، NO_3^-

۳) NO_3^- ، NH_4^+ ۴) NH_4^+ ، SO_3^{2-}

یعنی در پایین‌ترین عدد اکسایش خود است.

یعنی در بالاترین عدد اکسایش خود است.

پاسخ: گزینهٔ ۲

درس‌نامه وقتی عنصری در یک گونه، در بالاترین عدد اکسایش خود باشد، دیگر نمی‌تواند اکسید شود؛ یعنی فقط می‌تواند کاهش یابد و نقش اکسنده داشته باشد و برعکس! اگر عنصری دارای پایین‌ترین عدد اکسایش خود باشد، دیگر نمی‌تواند کاهش یابد؛ یعنی تنها می‌تواند اکسید شود و فقط کاهنده است. در غیر این دو صورت می‌تواند اکسنده یا کاهنده باشد.

بهتر است دامنهٔ تغییرات عدد اکسایش برخی عنصرها را *بلد باشین*؛

شمارهٔ گروه	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
پایین‌ترین عدد اکسایش	۰	۰	۰	−۴	−۳	−۲	−۱
بالاترین عدد اکسایش	+۱	+۲	+۳	+۴	+۵	+۶	+۷

به طور کلی در همهٔ فلزها، پایین‌ترین عدد اکسایش برابر با صفر است (در حالت آزاد). برای عنصرهای گروه ۱۴ تا ۱۷ (به‌جز اکسیژن و فلوئور) پایین‌ترین و بالاترین عدد اکسایش از رابطه‌های مقابل به دست می‌آید:

۱۸ − شمارهٔ گروه = پایین‌ترین عدد اکسایش

یکان شمارهٔ گروه = بالاترین عدد اکسایش

در مورد دامنهٔ تغییرات عدد اکسایش، استثناهایی هم به چشم می‌خورد:

الف) دامنهٔ عدد اکسایش اکسیژن از ۲− تا ۲+ است.

ب) عدد اکسایش فلوئور تنها می‌تواند اعداد صفر (در F_2) و ۱− (در بقیهٔ گونه‌ها) باشد.

پ) عدد اکسایش هیدروژن می‌تواند صفر، ۱− و ۱+ باشد.

- برخی از فلزهای واسطه، عددهای اکسایش متنوعی دارند. بالاترین عدد اکسایش برخی از فلزهای واسطه در جدول زیر آورده شده است:

فلز واسطه	وانادیم ($_{23}V$)	کروم ($_{24}Cr$)	منگنز ($_{25}Mn$)	آهن ($_{26}Fe$)	مس ($_{29}Cu$)
بالاترین عدد اکسایش	+۵	+۶	+۷	+۳	+۲

پاسخ تشریحی بررسی گزینه‌ها:

(۱)

$BrO_3^-: Br + 3(-2) = -1 \Rightarrow Br = +5$ هم اکسنده و هم کاهنده

$S^{2-} \rightarrow S = -2$ فقط کاهنده

(۲)

$NO_3^-: N + 3(-2) = -1 \Rightarrow N = +5$ فقط اکسنده

$PH_4^+: P + 4(+1) = 1 \Rightarrow P = -3$ فقط کاهنده

(۳)

$NH_4^+: N + 4(+1) = +1 \Rightarrow N = -3$ فقط کاهنده

$NO_3^-: N + 3(-2) = -1 \Rightarrow N = +5$ فقط اکسنده

(۴)

$SO_3^{2-}: S + 3(-2) = -2 \Rightarrow S = +4$ هم اکسنده و هم کاهنده

$NH_4^+: N + 4(+1) = +1 \Rightarrow N = -3$ فقط کاهنده

تست و پاسخ ۷۹

با توجه به جدول داده‌شده، کدام موارد از مطالب زیر درست است؟

نیم‌واکنش کاهش	E° (V)
$A^+(aq) + e^- \rightarrow A(s)$	+۱/۳۳
$B^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow B(s)$	+۰/۸۷
$C^{3+}(aq) + e^- \rightarrow C^{2+}(aq)$	−۰/۱۲
$D^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow D(s)$	−۱/۵۹

الف) emf سلول گالوانی متشکل از A و D ، به تقریب ۶/۳۵ برابر emf سلول گالوانی متشکل از A و B است.

ب) قدرت اکسندگی C^{2+} از قدرت اکسندگی B^{2+} کم‌تر است.

پ) گونه‌های A^+ و B^{2+} می‌توانند با C^{2+} واکنش دهند.

ت) قوی‌ترین کاهنده، D^{3+} و قوی‌ترین اکسنده، A^+ است.

۱) الف ـ پ ۲) الف ـ ب ۳) ب ـ ت ۴) پ ـ ت

پاسخ: گزینهٔ ۱

درس‌نامه مقایسهٔ قدرت کاهندگی و اکسندگی با E°

پتانسیل‌های استاندارد نیم‌سلول‌ها، به صورت کاهشی گزارش می‌شود، یعنی پتانسیل استاندارد نیم‌سلول، میزان تمایل به گرفتن الکترون و کاهش یافتن (قدرت اکسندگی) را نشان می‌دهد؛ پس هر چه E° یک نیم‌واکنش بزرگ‌تر باشد، تمایل انجام نیم‌واکنش در جهت رفت بیشتر است، به عبارت دیگر گونهٔ سمت چپ نیم‌واکنش، تمایل بیشتری به گرفتن الکترون دارد؛ در نتیجه اکسندهٔ قوی‌تری است. از آن‌جا که سری الکتروشیمیایی به ترتیب کاهش E° مرتب شده است، می‌توان گفت در جدول E°، از پایین به بالا، قدرت اکسندگی گونه‌های سمت چپ نیم‌واکنش‌ها، افزایش می‌یابد.

هرچه E° بزرگ‌تر ← قدرت اکسندگی (تمایل به گرفتن الکترون) گونهٔ سمت چپ نیم‌واکنش بیشتر

هرچه مقدار E° یک نیم‌واکنش کوچک‌تر باشد، تمایل انجام نیم‌واکنش در جهت رفت کم‌تر بوده و *به باش!* تمایل انجام آن در جهت برگشت *بیشتره!* بنابراین گونهٔ سمت راست نیم‌واکنش، تمایل بیشتری برای از دست دادن الکترون خواهد داشت؛ در نتیجه کاهندهٔ قوی‌تری است. در جدول E° از بالا به پایین، قدرت کاهندگی گونه‌های سمت راست نیم‌واکنش‌ها افزایش می‌یابد.

هرچه E° کوچک‌تر ← قدرت کاهندگی (تمایل به از دست دادن الکترون) گونهٔ سمت راست نیم‌واکنش بیشتر

پاسخ تشریحی موارد «الف» و «پ» درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

الف) برای محاسبهٔ ولتاژ یک سلول گالوانی، ابتدا آند و کاتد را تعیین کرده، سپس E° آند را از E° کاتد کم می‌کنیم: $emf = E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}}$

در سلول گالوانی A ـ D، با توجه به این‌که E° مربوط به نیم‌سلول D، کوچک‌تر (منفی‌تر) است. الکترود D، آند و الکترود A، کاتد می‌باشد:

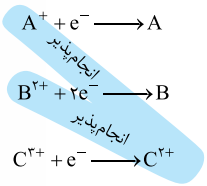
$emf = ۱/۳۳ - (-۱/۵۹) = ۲/۹۲\,V$

برای سلول گالوانی A ـ B هم داریم: $emf = ۱/۳۳ - ۰/۸۷ = ۰/۴۶\,V \Rightarrow \frac{۲/۹۲}{۰/۴۶} \simeq ۶/۳۵$

ب) پتانسیل‌های الکترودی استاندارد، همواره به صورت پتانسیل کاهشی گزارش می‌شوند: گونهٔ کاهنده $\rightarrow$ گونهٔ اکسنده $+ ne^-$

پس برای مقایسهٔ قدرت اکسندگی نمونه‌ها، باید گونه‌های سمت چپ نیم‌واکنش‌های کاهشی را مقایسه کنید. هر چه E°، مثبت‌تر باشد، گونهٔ سمت چپ بهتر کاهش می‌یابد و اکسندهٔ قوی‌تری است؛ بنابراین با توجه به جدول داده‌شده در سؤال، فقط می‌توان گفت قدرت اکسندگی $B^{۲+}$ از $C^{۳+}$ بیشتر است!

پ) *درسته!* در سری الکتروشیمیایی، گونهٔ سمت راست پایین‌تر می‌تواند با گونهٔ سمت چپ بالاتر واکنش دهد:



ت) با توجه به سری الکتروشیمیایی داده‌شده در صورت سؤال، A^+ بیشترین E° را داشته، بنابراین قوی‌ترین اکسنده است؛ اما قوی‌ترین کاهنده (گونه‌ای که با از دست دادن الکترون اکسایش یابد) D می‌باشد، نه $D^{۳+}$.

تست و پاسخ ۸۰

قدرمطلق پتانسیل کاهشی برخی عنصرها در زیر آمده است. اگر سلول گالوانی حاصل از اتصال نیم‌سلول X به نیم‌سلول‌های A و B، به ترتیب بیشترین و کم‌ترین ولتاژ را بین همهٔ نیم‌سلول‌های ممکن تولید کند، ترتیب پتانسیل کاهشی استاندارد، در کدام گزینه می‌تواند درست باشد؟

(قدرت اکسندگی $B^{۲+}$ کم‌تر از $X^{۳+}$ است.)

E° نیم‌سلول B کم‌تر از X است.

$A^+(aq) + e^- \rightarrow A(s) \quad |E^\circ| = ۰/۶\,V$

$B^{۲+}(aq) + ۲e^- \rightarrow B(s) \quad |E^\circ| = ۰/۱\,V$

$X^{۳+}(aq) + ۳e^- \rightarrow X(s) \quad |E^\circ| = ۰/۷\,V$

۱) $A > ۰ > X > B$ ۲) $X > B > ۰ > A$ ۳) $X > B > A > ۰$ ۴) $B > X > ۰ > A$

پاسخ: گزینهٔ ۲

پاسخ تشریحی با توجه به صورت سؤال که قدرت اکسندگی B^{2+} را کم‌تر از X^{3+} فرض کرده، می‌توان دریافت که E° نیم‌سلول B کم‌تر از X است؛ پس دو حالت پیش می‌آید:

✓ X بالاتر از B قرار دارد. $E^\circ(B^{2+}/B) = +0/1V \quad , \quad E^\circ(X^{3+}/X) = +0/7V$

✓ X بالاتر از B قرار دارد. $E^\circ(B^{2+}/B) = -0/1V \quad , \quad E^\circ(X^{3+}/X) = +0/7V$

نتیجه: پتانسیل کاهشی استاندارد B، می‌تواند $+0/1V$ یا $-0/1V$ باشد و پتانسیل کاهشی استاندارد X برابر $+0/7$ ولت بوده و از پتانسیل کاهشی B بزرگ‌تر است. تا این‌جا 4 پَر!

بریم سراغ تعیین تکلیف A! سلول گالوانی A ـ X بیشترین ولتاژ و سلول X ـ B باید کم‌ترین ولتاژ ممکن را در بین نیم‌سلول‌های ممکن تولید کند.

برای نیم‌سلول A دو حالت داریم:

الف) $E^\circ(A^+/A) = +0/6V$

در این حالت پتانسیل سلول A ـ X برابر $+0/1V$ $(+0/1 = +0/6 - +0/7)$ خواهد بود و پتانسیل سلول X ـ B (در هر دو ولتاژ $+0/1$ یا $-0/1$ ولت برای نیم‌سلول B) می‌تواند برابر $+0/6V$ یا $+0/8V$ باشد که با اطلاعات سؤال همخوانی ندارد! زیرا سلول A ـ X کم‌ترین ولتاژ و سلول X ـ B، بیشترین ولتاژ را خواهد داشت! پس 1 و 3 هم پَر!

ب) $E^\circ(A^+/A) = -0/6V$

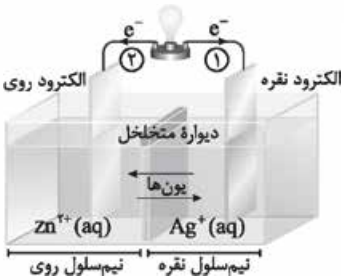
در این حالت پتانسیل سلول A ـ X برابر $1/3V$ بوده و در هر حال از پتانسیل سلول X ـ B بیشتر است؛ پس حالت «ب» *درسته!* و پتانسیل کاهشی استاندارد A برابر $-0/6$ ولت (کم‌تر از X و B) می‌باشد.

ترتیب پتانسیل کاهشی (ولت): $X > +0 > B(-0/1) > A$ یا $X > B(+0/1) > +0 > A$

تست و پاسخ ۸۱

با توجه به شکل مقابل که سلول گالوانی «روی ـ نقره» را نشان می‌دهد، چند مورد از مطالب زیر درست است؟ $(Ag = 108 \, , \, Zn = 65 : g.mol^{-1})$

- **جهت جریان الکترون در مسیر (۱) درست است.**
- **در معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش آن، در مجموع دو الکترون مبادله می‌شود.**
- **اندازهٔ شیب نمودار تغییرات غلظت یون روی، دو برابر یون نقره است.**
- **با مبادلهٔ $9/03 \times 10^{22}$ الکترون در مدار بیرونی، $16/2$ گرم به جرم کاتد افزوده می‌شود.**



۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ 3

عبارت‌های اول، دوم و چهارم درست‌اند.

پاسخ تشریحی بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: در سلول مورد نظر، الکترود روی، آند و الکترود نقره، کاتد است. می‌دانید که جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی از آند به سمت کاتد می‌باشد؛ یعنی در این‌جا از الکترود روی به سمت الکترود نقره (مسیر ۱).

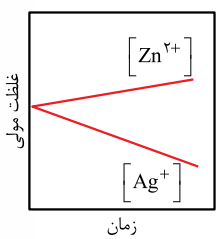
عبارت دوم: *درسته!* به نیم‌واکنش‌های زیر توجه کنید:

نیم‌واکنش اکسایش: $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$

نیم‌واکنش کاهش: $2Ag^+(aq) + 2e^- \rightarrow 2Ag(s)$

واکنش کلی سلول: $Zn(s) + 2Ag^+(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2Ag(s)$

عبارت سوم: در سلول گالوانی «روی ـ نقره»، با گذشت زمان، یون‌های Zn^{2+} تولید و یون‌های Ag^+ مصرف می‌شوند؛ یعنی غلظت یون‌های Zn^{2+} افزایش و غلظت Ag^+ کاهش می‌یابد، اما با توجه به این‌که در معادلهٔ واکنش، ضریب نقره دو برابر ضریب روی است، مقدار تغییر غلظت یون Ag^+ در یک بازهٔ زمانی معین (شیب تغییر غلظت Ag^+) دو برابر مقدار تغییر غلظت Zn^{2+} است:



عبارت چهارم: بیایید حساب کنیم:

$$۲\,mol\,e^- \sim ۲\,mol\,Ag$$

$$۹/۰۳\times۱۰^{۲۲}\,e^- \times \frac{۱\,mol\,e^-}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\,e^-} \times \frac{۲\,mol\,Ag}{۲\,mol\,e^-} \times \frac{۱۰۸\,g\,Ag}{۱\,mol\,Ag} = ۱۶/۲\,g\,Ag$$

تست و پاسخ ۸۲

در معادلهٔ واکنش زیر، نسبت تغییر درجهٔ اکسایش گونهٔ اکسنده به کاهنده برابر ..... و مجموع ضرایب مواد در معادله پس از موازنه برابر ..... است.

$$Zn(s) + HNO_۳(aq) \rightarrow Zn(NO_۳)_۲(aq) + NH_۴NO_۳(aq) + H_۲O(l)$$

۱) ۴ ـ ۱۹ ۲) ۴ ـ ۲۲ ۳) ۲ ـ ۱۹ ۴) ۲ ـ ۲۲

پاسخ: گزینهٔ ۲

نکته برای موازنهٔ واکنش‌های اکسایش ـ کاهش، ابتدا تغییر عدد اکسایش اتم‌ها را حساب می‌کنیم، سپس مقدار تغییر عدد اکسایش گونهٔ کاهنده را ضریب گونهٔ اکسنده و مقدار تغییر عدد اکسایش گونهٔ اکسنده را ضریب گونهٔ کاهنده قرار می‌دهیم و در آخر با توجه به ضرایبی که معلوم هستند، ضرایب بقیهٔ گونه‌ها را تعیین می‌کنیم. *یادتون باشه* در صورت ساده‌شدن عددهای مربوط به تغییر عدد اکسایش گونه‌های کاهنده و اکسنده، آن‌ها را ساده می‌کنیم؛ مثلاً اگر این اعداد ۴ و ۲ بودند، به جای آن‌ها از اعداد ۲ و ۱ استفاده می‌کنیم.

پاسخ تشریحی

$$\overset{۰}{Zn}(s) + \overset{+۵}{HNO_۳}(aq) \rightarrow \overset{+۲}{Zn}(NO_۳)_۲(aq) + \overset{-۳}{NH_۴}\overset{+۵}{NO_۳}(aq) + H_۲O(l)$$

گام اول: در سمت راست، دو نوع عدد اکسایش برای نیتروژن داریم؛ پس موازنه را از این سمت شروع می‌کنیم.

گام دوم: تغییر عدد اکسایش روی (کاهنده) برابر ۲ $(۲-۰=۲)$ و تغییر عدد اکسایش نیتروژن (اکسنده) برابر ۸ $(۵-(-۳)=۸)$ است. دو عدد ۲ و ۸ با *همدیگه ساده شده و تبدیل به ۱ و ۴ می‌شن*؛ پس عدد ۱ را ضریب $NH_۴NO_۳$ و عدد ۴ را ضریب $Zn(NO_۳)_۲$ قرار می‌دهیم:

$$..... Zn + ... HNO_۳ \rightarrow ۴Zn(NO_۳)_۲ + ۱NH_۴NO_۳ + ... H_۲O$$

گام سوم: با توجه به مشخص‌بودن شمار اتم‌های N و Zn در سمت راست معادله، ضریب $HNO_۳$ و Zn به ترتیب باید برابر ۱۰ و ۴ باشد.

$$۴Zn + ۱۰HNO_۳ \rightarrow ۴Zn(NO_۳)_۲ + ۱NH_۴NO_۳ + ... H_۲O$$

گام چهارم: حال با توجه به ضرایب به‌دست‌آمده، ضریب $H_۲O$ را نیز به دست می‌آوریم:

$$۴Zn + ۱۰HNO_۳ \rightarrow ۴Zn(NO_۳)_۲ + ۱NH_۴NO_۳ + ۳H_۲O$$

نسبت تغییر درجهٔ اکسایش گونهٔ اکسنده (اتم N) با گونهٔ کاهنده (اتم Zn) برابر $\frac{۸}{۲}=۴$ بوده و مجموع ضرایب مواد در معادله برابر ۲۲ است.

تست و پاسخ ۸۳

در سلول گالوانی «روی ـ مس»، پس از مصرف ۸۳/۳۳ درصد از جرم تیغهٔ آندی، جرم تیغهٔ کاتدی ۲۰۸ گرم افزایش می‌یابد. جرم اولیهٔ تیغهٔ آندی چند گرم بوده و در این فرایند، چند مول الکترون از مدار بیرونی سلول عبور کرده است؟ $(Zn=۶۵\ ,\ Cu=۶۴ : g.mol^{-۱})$

۱) ۲۳۵/۵ ـ ۳/۲۵ ۲) ۲۳۵/۵ ـ ۶/۵ ۳) ۲۵۳/۵ ـ ۳/۲۵ ۴) ۲۵۳/۵ ـ ۶/۵

پاسخ: گزینهٔ ۴

پاسخ تشریحی در سلول گالوانی «روی ـ مس»، الکترود روی، آند و الکترود مس، کاتد است. واکنش انجام‌شده در این سلول به صورت زیر است:

$$Zn(s) + Cu^{۲+}(aq) \rightarrow Zn^{۲+}(aq) + Cu(s) \sim ۲\,mol\,e^-$$

قسمت اول: جرم تیغهٔ آندی (روی) را برابر a گرم در نظر می‌گیریم. در اثر مصرف ۸۳/۳۳ درصد از تیغهٔ a گرمی روی، جرم تیغهٔ کاتدی (مس) ۲۰۸ گرم افزایش می‌یابد. $(\frac{۸۳/۳۳}{۱۰۰}=\frac{۲۵۰}{۳۰۰})$

$$\frac{\text{درصد مصرف‌شده}\times\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}_{Zn}} = \frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}_{Cu}} \Rightarrow \frac{a}{۱\times۶۵}\times\frac{\overset{۵}{\cancel{۲۵۰}}}{\underset{۶}{\cancel{۳۰۰}}} = \frac{\overset{۱۳}{\cancel{۲۰۸}}}{\underset{۴}{\cancel{۱\times۶۴}}} \Rightarrow a = \frac{\overset{۱۳}{\cancel{۶۵}}\times\overset{۳}{\cancel{۶}}\times۱۳}{\underset{۲}{\cancel{۴}}\times۵} = ۲۵۳/۵\,g$$

قسمت دوم: به ازای تولید یک مول Cu در این واکنش، ۲ مول الکترون مبادله می‌شود:

$$Cu \sim ۲e^-$$

$$\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی}}_{Cu} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مول}}{\underbrace{۱}_{e^-} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{\overset{۱۳}{\cancel{۲۰۸}}}{\underset{۲}{\cancel{۶۴}}^{۴}} = \frac{x}{\underset{۱}{\cancel{۲}}} \Rightarrow x = ۶/۵ \, mole^-$$

تست و پاسخ ۸۴

در مورد حلبی و آهن گالوانیزه، چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آهن + لایهٔ نازکی از فلز روی

آهن + لایهٔ نازکی از فلز قلع

- **هر دو، نمونه‌هایی از کاربرد حفاظت کاتدی را در صنعت نشان می‌دهند.**
- **رطوبت به عنوان یکی از اجزای فرایند خوردگی در نیم‌واکنش اکسایش آن‌ها شرکت می‌کند.**
- **اگر بر سطح حلبی خراشی ایجاد شود، فلز قلع به علت E° کم‌تر، خورده شده و آهن نقش کاتد را ایفا می‌کند و در برابر خوردگی محافظت می‌شود.**
- **در فرایند خوردگی آهن گالوانیزه، گاز اکسیژن، اکسنده و فلز روی، به عنوان کاهنده عمل می‌کند.**

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۲ ۴) ۱

پاسخ: گزینهٔ ۴

درس‌نامه ●● حلبی و آهن گالوانیزه

نوع آهن	آهن گالوانیزه (آهن سفید) (آهن + لایهٔ نازکی از فلز روی)	حلبی (آهن + لایهٔ نازکی از فلز قلع)
نوع حفاظت آهن	فیزیکی + کاتدی	فقط فیزیکی
آند	روی	آهن
نیم‌واکنش اکسایش	$Zn(s) \rightarrow Zn^{۲+}(aq) + ۲e^-$	$Fe(s) \rightarrow Fe^{۲+}(aq) + ۲e^-$
کاتد	آهن	قلع
نیم‌واکنش کاهش	$O_۲(g) + ۲H_۲O(l) + ۲e^- \rightarrow ۴OH^-(aq)$	$O_۲(g) + ۲H_۲O(l) + ۴e^- \rightarrow ۴OH^-(aq)$
گونهٔ کاهنده	Zn	Fe
گونهٔ اکسنده	$O_۲$	$O_۲$
رسوب تشکیل‌شده در پایان واکنش	روی هیدروکسید $(Zn(OH)_۲)$	آهن (III) هیدروکسید $(Fe(OH)_۳)$
کاربرد	تانکر آب و کانال کولر	ظروف بسته‌بندی مواد غذایی

پاسخ تشریحی فقط مورد چهارم درست است.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: در حفاظت کاتدی، برای جلوگیری از زنگ‌زدن آهن، می‌توان آن را در تماس با یک فلز فعال‌تر (کاهنده‌تر) که E° کوچک‌تری نسبت به آهن دارد، قرار داد که در صورت فراهم‌شدن شرایط مناسب، به جای آهن، خورده شود. در آهن گالوانیزه، فلز روی به علت داشتن E° کوچک‌تر نسبت به آهن، با حفاظت کاتدی از آهن مراقبت می‌کند، ولی در حلبی، فلز قلع با وجود حفاظت فیزیکی از آهن، به علت داشتن E° بزرگ‌تر نسبت به آن، نمی‌تواند نقش حافظ کاتدی را ایفا کند.

عبارت دوم: در هر دو نمونه، رطوبت به عنوان یکی از واکنش‌دهنده‌های فرایند خوردگی در نیم‌واکنش کاهش (*نه اکسایش!*) شرکت می‌کند.

نیم‌واکنش کاهش در حلبی و آهن گالوانیزه: $O_۲(g) + ۲H_۲O(l) + ۴e^- \rightarrow ۴OH^-(aq)$

عبارت سوم: اگر بر سطح آهن حلبی خراشی ایجاد شود، فلز آهن که E° کوچک‌تری دارد، اکسید شده و خورده می‌شود و قلع در نقش کاتد نسبت به خوردگی محافظت می‌شود.

عبارت چهارم: در فرایند خوردگی آهن گالوانیزه، گونهٔ کاهنده، Zn و گونهٔ اکسنده O_2 است. *هواستون باشه* در این فرایند، فلز آهن (کاتد) تنها نقش رسانای الکترونی را دارد و خودش کاهش نمی‌یابد.

نیم‌واکنش اکسایش: $2Zn(s) \rightarrow 2Zn^{2+}(aq) + 4e^-$

نیم‌واکنش کاهش: $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$

تست و پاسخ ۸۵

نیم‌واکنش‌های زیر مربوط به باتری سربی خودرو است. emf باتری سربی، چند ولت با emf باتری دگمه‌ای «روی ـ نقره» اختلاف دارد؟

$E^\circ(Zn^{2+}/Zn) = -0/76V$ ، $E^\circ(Ag^+/Ag) = +0/80\,V$

$PbSO_4(s) + 2e^- \rightarrow Pb(s) + SO_4^{2-}(aq) \quad E^\circ = -0/35\,V$

$PbO_2(s) + 4H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq) + 2e^- \rightarrow PbSO_4(s) + 2H_2O(l) \quad E^\circ = 1/69\,V$

۱) ۰/۴۴ ۲) ۰/۴۸ ۳) ۰/۵۲ ۴) ۰/۵۶

پاسخ: گزینهٔ ۲

پاسخ تشریحی

نکته ولتاژ یا emf باتری‌ها و سلول‌های گالوانی از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = E^\circ(\text{بیشتر}) - E^\circ(\text{کم‌تر})$

$emf(\text{باتری سربی}) = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = 1/69 - (-0/35) = 2/04\,V$

$emf(\text{باتری دگمه‌ای}) = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = 0/8 - (-0/76) = 1/56\,V$

اختلاف emf باتری سربی، با باتری «روی ـ نقره» برابر $2/04 - 1/56 = 0/48$ ولت است.

تست و پاسخ ۸۶

کدام موارد از مطالب زیر درست است؟

الف) خوردگی آهن در محیط اسیدی، سریع‌تر رخ می‌دهد؛ زیرا فلز آهن در این محیط، E° کمتری داشته و کاهندهٔ قوی‌تری است.

ب) در ساختار زنگ آهن، یون‌های Fe^{2+} وجود دارند. ← $Fe(OH)_3$

پ) شمار الکترون‌های مبادله‌شده در فرایند زنگ‌زدن آهن، ۱/۵ برابر شمار الکترون‌های مبادله‌شده در سلول سوختی متان ـ اکسیژن است.

ت) مجموع ضرایب گونه‌ها در واکنش کلی فرایند زنگ‌زدن آهن برابر ۱۷ است.

ث) آهن پرمصرف‌ترین فلز در جهان است و سالانه حدود ۲ درصد از آهن تولیدی برای جایگزینی قطعات خورده‌شده مصرف می‌شود.

۱) الف ـ پ ۲) پ ـ ت ۳) ب ـ ت ـ ث ۴) ب ـ ث

پاسخ: گزینهٔ ۲

پاسخ تشریحی عبارت‌های «پ» و «ت» درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

الف) خوردگی آهن در محیط اسیدی به میزان بیشتری رخ می‌دهد، زیرا E° مربوط به نیم‌واکنش کاهش اکسیژن در محیط اسیدی بیشتر از E° نیم‌واکنش آن در محیط خنثی است؛ یعنی O_2 در محیط اسیدی اکسندهٔ قوی‌تری است و راحت‌تر الکترون می‌گیرد.

نیم‌واکنش کاهش اکسیژن در محیط خنثی: $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq) \quad E^\circ = +0/4\,V$

نیم‌واکنش کاهش اکسیژن در محیط اسیدی: $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l) \quad E^\circ = +1/23\,V$

ب) زنگ آهن حاوی یون Fe^{3+} است، نه Fe^{2+}!

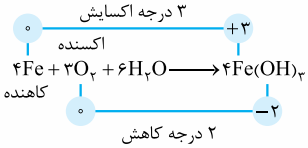
پ)

نکته برای تعیین شمار الکترون‌های مبادله‌شده در یک واکنش اکسایش کاهنده، می‌توانیم از فرمول زیر استفاده کنیم:

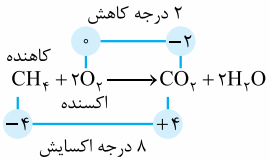
تغییر عدد اکسایش اکسنده × ضریب اکسنده × شمار اتم‌ها در اکسنده = شمار الکترون‌های مبادله‌شده براساس معادلهٔ موازنه شده

تغییر عدد اکسایش کاهنده × ضریب کاهنده × شمار اتم‌ها در کاهنده =

ببینیم:



شمار الکترون‌های مبادله‌شده $= \underbrace{4\times3}_{\text{براساس کاهنده (Fe)}} = \underbrace{3\times2\times2}_{\text{براساس اکسنده }(O_2)} = 12$



شمار الکترون‌های مبادله‌شده $= \underbrace{1\times8}_{\text{براساس کاهنده (C)}} = \underbrace{2\times2\times2}_{\text{براساس اکسنده }(O_2)} = 8$

$\Rightarrow \frac{12}{8} = 1/5$

ت) $4Fe(s) + 3O_2(g) + 6H_2O(l) \rightarrow 4Fe(OH)_3(s) \Rightarrow$ مجموع ضرایب $= 17$:واکنش کلی زنگ‌زدن آهن

ث) سالانه حدود **۲۰** درصد (نه ۲ درصد) از آهن تولیدی برای جایگزینی قطعه‌های خورده‌شده مصرف می‌شود.

تست و پاسخ ۸۷

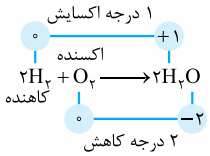
در شرایط معین، شمار الکترون‌های مبادله‌شده در دو سلول سوختی «هیدروژن ـ اکسیژن» و «پروپان ـ اکسیژن» با هم برابر است. چنان‌چه در سلول سوختی «پروپان ـ اکسیژن» ۲ / ۱۳ گرم پروپان مصرف شده باشد، حجم گاز هیدروژن مصرف‌شده در سلول سوختی «هیدروژن ـ اکسیژن» در شرایط STP چند لیتر است؟ $(H = 1, C = 12 : g.mol^{-1})$

۱) ۳ / ۳۶ ۲) ۶ / ۷۲ ۳) ۳۳ / ۶ ۴) ۶۷ / ۲

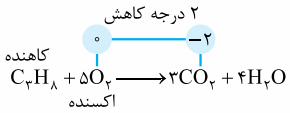
پاسخ: گزینهٔ ۴

پاسخ تشریحی

گام اول: ابتدا واکنش کلی سلول سوختی «هیدروژن ـ اکسیژن» و «پروپان ـ اکسیژن» را نوشته و شمار الکترون‌های مبادله‌شده در هر واکنش را به دست می‌آوریم:



شمار الکترون‌های مبادله‌شده $= \underbrace{2\times2\times1}_{\text{براساس کاهنده }(H_2)} = \underbrace{1\times2\times2}_{\text{براساس اکسنده }(O_2)} = 4$



شمار الکترون‌های مبادله‌شده $= \underbrace{5\times2\times2}_{\text{براساس اکسنده }(O_2)} = 20$

یا می‌توان گفت مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن در C_3H_8 برابر -8 و در طرف دوم معادله برابر $3\times4 = 12$ است. $(12-(-8)=20)$

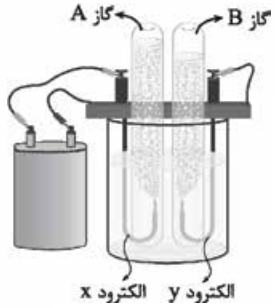
گام دوم: شمار الکترون‌های مبادله‌شده در اثر مصرف ۲ / ۱۳ گرم پروپان را به دست می‌آوریم:

$$13/2\,g\,C_3H_8 \times \frac{1\,mol\,C_3H_8}{44\,g\,C_3H_8} \times \frac{20\,mole^-}{1\,mol\,C_3H_8} = 6\,mole^-$$

گام سوم: شمار الکترون‌های مبادله‌شده در سلول «هیدروژن ـ اکسیژن» با سلول «پروپان ـ اکسیژن» برابر است؛ بنابراین از مول الکترون به حجم گاز هیدروژن مصرف‌شده می‌رسیم:

$$6\,mole^- \times \frac{2\,mol\,H_2}{4\,mole^-} \times \frac{22/4\,L\,H_2}{1\,mol\,H_2} = 67/2\,L\,H_2$$

تست و پاسخ ۸۸



با توجه به فرایند برقکافت آب (شکل روبه‌رو)، چند مورد از مطالب زیر درست است؟

- **گازهای A و B به ترتیب اکسیژن و هیدروژن بوده و الکترودهای x و y به ترتیب کاتد و آند هستند.**
- **نیم‌واکنش اکسایش در این سلول، وارونهٔ نیم‌واکنش کاهش در سلول سوختی هیدروژن است.**
- **با تولید یک مول گاز اکسیژن، ۴ مول الکترون مبادله می‌شود و در این سلول، آب هر دو نقش اکسنده و کاهنده را ایفا می‌کند.**
- **این فرایند، تجزیهٔ آب به عنصرهای سازندهٔ خود را نشان می‌دهد و در نهایت با تولید انرژی الکتریکی همراه است.**

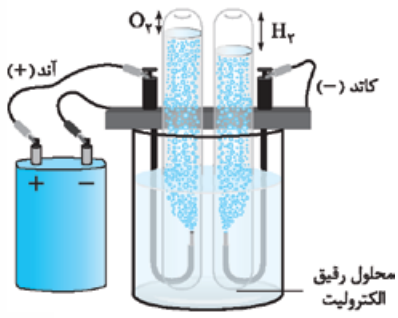
۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۱ ۴) ۲

پاسخ: گزینهٔ ۴

موارد دوم و سوم درست‌اند.

پاسخ تشریحی بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: در برقکافت آب، گاز هیدروژن در کاتد (قطب منفی) و گاز اکسیژن در آند (قطب مثبت) تولید می‌شود. با توجه به ضرایب استوکیومتری در واکنش کلی، حجم گاز هیدروژن تولیدشده در کاتد، دو برابر حجم گاز اکسیژن تولیدشده در آند است؛ پس با توجه به شکل زیر، x، الکترود آند (قطب +) و y الکترود کاتد (قطب −) است.



$$2H_2O(l) \rightarrow \underbrace{2H_2(g)}_{\text{در کاتد } (-)\ 2 \text{ مول}} + \underbrace{O_2(g)}_{\text{در آند } (+)\ 1 \text{ مول}}$$

عبارت دوم: نیم‌واکنش اکسایش در فرایند برقکافت آب و نیم‌واکنش کاهش در سلول سوختی، معکوس یکدیگرند؛ یعنی:

نیم‌واکنش اکسایش در آند (قطب مثبت): $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$

نیم‌واکنش کاهش در سلول سوختی: $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$

نکته *بد نیست* چندتا نیم‌واکنش که شبیه هم هستند و *ممکنه اونا رو با هم قاتی پاتی کنین! یه جا تو* جدول زیر ببینید:

نیم‌واکنش	توضیح
$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$	● نیم‌واکنش کاهش اکسیژن در سلول سوختی هیدروژن ـ اکسیژن ● نیم‌واکنش کاهش اکسیژن در محیط اسیدی
$2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$ *(برعکس بالایی)*	نیم‌واکنش اکسایش آب
$2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$	نیم‌واکنش کاهش آب
$2H_2(g) \rightarrow 4H^+(aq) + 4e^-$	نیم‌واکنش اکسایش هیدروژن در سلول سوختی هیدروژن ـ اکسیژن
$O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$	نیم‌واکنش کاهش اکسیژن در محیط خنثی (نیم‌واکنش کاهش در زنگ‌زدن آهن، خراشیده‌شدن آهن گالوانیزه و حلبی)

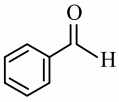
عبارت سوم: با توجه به نیم‌واکنش‌ها درست است.

عبارت چهارم: برقکافت آب فرایندی است که در آن، جریان برق از آب عبور داده می‌شود (انرژی الکتریکی مصرف می‌شود) و طی آن، آب به

عنصرهای سازنده‌اش (H_2 و O_2) تجزیه می‌شود.

تست و پاسخ ۸۹

عدد اکسایش چه تعداد از اتم‌های کربن در ساختار زیر، کوچک‌تر از صفر است؟



۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

پاسخ: گزینهٔ ۳

درس‌نامه

برای تعیین عدد اکسایش اتم‌ها، در مواد مولکولی یا یون‌های چنداتمی، از رابطهٔ زیر استفاده می‌کنیم:

شمار الکترون‌های نسبت داده شده به اتم − شمار الکترون‌های ظرفیت اتم = عدد اکسایش اتم

همان‌طور که می‌دانید شمار الکترون‌های ظرفیت برای عنصرهای گروه ۱ و ۲ همان شمارهٔ گروه و برای عنصرهای ۱۳ به بعد، برابر با یکان شمارهٔ گروه است.

شمارهٔ گروه	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
اتم	$_{1}H$	$_{4}Be$	$_{5}B$ ، $_{13}Al$	$_{6}C$ ، $_{14}Si$ ، $_{32}Ge$ ، $_{50}Sn$	$_{7}N$ ، $_{15}P$	$_{8}O$ ، $_{16}S$ ، $_{34}Se$	$_{9}F$ ، $_{17}Cl$ ، $_{35}Br$ ، $_{53}I$
شمار الکترون‌های ظرفیت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷

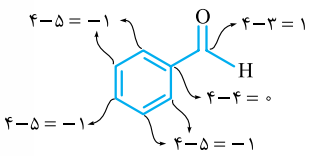
برای تعیین شمار الکترون‌های نسبت داده شده به هر اتم، پس از رسم ساختار لوویس گونهٔ مورد نظر، به صورت زیر عمل می‌کنیم:

- به ازای هر جفت الکترون پیوندی میان دو اتم یکسان، یک الکترون به هر اتم نسبت می‌دهیم.
- به ازای هر جفت الکترون پیوندی میان دو اتم متفاوت، هر دو الکترون را به اتم با خصلت نافلزی بیشتر، نسبت می‌دهیم.
- همهٔ الکترون‌های ناپیوندی روی هر اتم را به همان اتم نسبت می‌دهیم.

توجه در محاسبهٔ عدد اکسایش اتم‌ها، بهتر است مقایسهٔ خصلت نافلزی چند عنصر زیر را بدانید:

خصلت نافلزی: $F > O > N > Cl > Br > I > S > C > H$

پاسخ تشریحی عدد اکسایش هر یک از اتم‌های کربن موجود در ساختار داده‌شده را محاسبه می‌کنیم:



همان‌طور که می‌بینید ۵ اتم کربن در آن، عدد اکسایش منفی دارند.

تست و پاسخ ۹۰

مخلوطی از نمک‌های سدیم کلرید و منیزیم کلرید را ذوب کرده و سپس برقکافت می‌کنیم. در صورتی که پس از برقکافت کامل دو ماده، ۳۶ گرم منیزیم و ۶۷/۲ لیتر گاز کلر در شرایط STP به دست آمده باشد، به تقریب چند درصد جرمی مخلوط اولیه را سدیم کلرید تشکیل داده است؟

$(Na = ۲۳ , Mg = ۲۴ , Cl = ۳۵/۵ : g.mol^{-1})$

۱) ۳۸ ۲) ۵۵ ۳) ۴۷ ۴) ۴۳

پاسخ: گزینهٔ ۲

خودت حل کنی بهتره ابتدا از جرم منیزیم به حجم گاز کلر مربوط به $MgCl_2$ و هم‌چنین جرم آن رسیده و بعد آن را از حجم کل کم می‌کنیم و به حجم گاز کلر حاصل از NaCl می‌رسیم، سپس جرم NaCl را محاسبه کرده و در نهایت درصد جرمی آن را محاسبه می‌کنیم.

پاسخ تشریحی **گام اول:** معادلهٔ واکنش‌های انجام‌شده را می‌نویسیم:

برقکافت منیزیم کلرید مذاب: $MgCl_2(l) \rightarrow Mg(l) + Cl_2(g)$

برقکافت سدیم کلرید مذاب: $2NaCl(l) \rightarrow 2Na(l) + Cl_2(g)$

گام دوم: از جرم منیزیم تولیدشده، به جرم منیزیم کلرید مصرف‌شده می‌رسیم:

$$\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{Mg}} = \frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{MgCl_2}} \Rightarrow \frac{\overset{3}{\cancel{36}}}{1 \times \underset{2}{\cancel{24}}} = \frac{x}{1 \times 95} \Rightarrow x = 142/5\ g\ MgCl_2$$

حجم گاز Cl_2 تولیدشده از برقکافت $MgCl_2$ را نیز به دست می‌آوریم:

$$\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{Mg}} = \frac{\text{حجم}}{\underbrace{\text{حجم مولی} \times \text{ضریب}}_{Cl_2}} \Rightarrow \frac{36}{1 \times 24} = \frac{x'}{1 \times 22/4} \Rightarrow x' = 33/6\ L\ Cl_2$$

گام سوم: از ۲ / ۶۷ لیتر گاز کلر به‌دست‌آمده، ۶ / ۳۳ لیتر مربوط به برقکافت منیزیم کلرید است؛ یعنی در اثر برقکافت سدیم کلرید مذاب نیز ۶ / ۳۳ لیتر گاز کلر به دست آمده است. از حجم Cl_2 به جرم $NaCl$ می‌رسیم:

$$\frac{\text{حجم}}{\underbrace{\text{حجم مولی} \times \text{ضریب}}_{Cl_2}} = \frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{NaCl}} \Rightarrow \frac{\overset{3}{\cancel{33/6}}}{1 \times \underset{11/2}{\cancel{22/4}}} = \frac{x''}{\underset{1}{\cancel{2}} \times 58/5} \Rightarrow x'' = 175/5\ g\ NaCl$$

گام چهارم: جرم هر یک از نمک‌های سدیم کلرید و منیزیم کلرید را به دست آوردیم؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$\text{درصد جرمی } NaCl = \frac{\text{جرم } NaCl}{\text{جرم } NaCl + \text{جرم } MgCl_2} \times 100 = \frac{175/5}{175/5 + 142/5} \times 100 = \frac{175/5}{318} \times 100 \simeq \%55$$

تکنیک از آن‌جا که صورت از نصف مخرج بزرگ‌تر است، در نتیجه جواب هم بیشتر از ۵۰ است و نیازی به محاسبه دقیق نیست.

شیمی دهم: صفحه‌های ۹۸ تا ۱۲۲

تست و پاسخ ۹۱

کدام مطلب درست است؟

۱) سرکهٔ خوراکی، خاصیت اسیدی ملایمی دارد و در هر ۱۰۰ گرم از آن حدود ۹۵ گرم آب وجود دارد.

۲) در صنعت، محلول غلیظ ۷۰ درصد جرمی نیتریک اسید تولید می‌شود؛ سپس بسته به کاربرد آن، به محلول‌های غلیظ‌تر تبدیل می‌شود.

۳) تهیهٔ محلول‌ها به حالت مایع با درصد جرمی معین کار آسانی است، زیرا اندازه‌گیری جرم یک مایع آسان‌تر از حجم آن است.

۴) برخی مواد شیمیایی مانند الکل‌ها، به هر نسبتی در آب حل می‌شوند و نمی‌توان محلول سیرشده‌ای از آن‌ها تهیه کرد.

پاسخ: گزینهٔ ۱

پاسخ تشریحی

سرکهٔ خوراکی به طور معمول، محلول ۵ درصد جرمی استیک اسید در آب است؛ بنابراین در هر ۱۰۰ گرم از این محلول، ۵ گرم استیک اسید و ۹۵ گرم آب وجود دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ محلول غلیظ نیتریک اسید با غلظت ۷۰ درصد جرمی تولید و بسته به کاربرد آن، به محلول‌های **رقیق‌تر** *(نه غلیظ‌تر!)* تبدیل می‌شود.

۳ تهیهٔ محلول‌ها به حالت مایع با درصد جرمی معین کار آسانی نیست؛ زیرا تجربه نشان داده که اندازه‌گیری حجم یک مایع به‌ویژه در آزمایشگاه آسان‌تر از جرم آن است.

۴) همهٔ الکل‌ها که به هر نسبت در آب حل نمی‌شوند؛ مثلاً ترکیب $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2OH$ الکل است، اما به دلیل بخش ناقطبی (هیدروکربنی) بزرگ، در آب حل نمی‌شود (فقط ۳ الکل اول (متانول، اتانول و پروپانول) به هر نسبت در آب حل می‌شوند).

تست و پاسخ ۹۲

چه تعداد از موارد زیر، برای بیان غلظت مادهٔ x ($M\ g.mol^{-1}$ = جرم مولی) در دمای $25^\circ C$، به یقین درست است؟

- **یک مولار: در یک لیتر محلول، M گرم مادهٔ x وجود دارد.**
- **۱ ppm: در یک کیلوگرم محلول، یک میلی‌گرم مادهٔ x وجود دارد.**
- **انحلال‌پذیری = a: در ۱۰۰ گرم آب $25^\circ C$، حداکثر a گرم مادهٔ x حل می‌شود.**
- **یک درصد جرمی: در ۹۹ گرم آب، یک گرم مادهٔ x حل شده است.**

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

پاسخ: گزینهٔ ۱

درس‌نامه روابط غلظت‌ها

غلظت	رابطه
قسمت در میلیون (ppm)	$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$
درصد جرمی	$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100$
غلظت مولار	$\text{غلظت مولار} = \frac{\text{شمار مول‌های حل‌شونده}}{\text{حجم محلول(لیتر)}}$
انحلال‌پذیری	$\text{انحلال‌پذیری} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم آب}} \times 100$

همهٔ عبارت‌ها درست‌اند.

پاسخ تشریحی بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: تعداد مول‌های مادهٔ حل‌شونده در یک لیتر محلول را **غلظت مولی** و یا **غلظت مولار** می‌نامند:

$$\text{غلظت مولی (M)} = \frac{\text{تعداد مول‌های مادهٔ حل‌شونده (n)}}{\text{حجم محلول برحسب لیتر (V)}}$$

وقتی می‌گوییم غلظت مادهٔ x برابر یک مولار است؛ یعنی در یک لیتر محلول، یک مول مادهٔ x (معادل با M گرم از آن) وجود دارد.

عبارت دوم: یکی از روش‌های بیان غلظت، **قسمت در میلیون** یا ppm است:

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$$

در صورت و مخرج این رابطه باید از یک نوع یکای اندازه‌گیری جرم (مانند میلی‌گرم، گرم یا کیلوگرم) استفاده کرد. در ضمن می‌توان برای جرم حل‌شونده از یکای میلی‌گرم و برای محلول از یکای کیلوگرم استفاده کرد و رابطهٔ ppm را به صورت زیر هم نوشت:

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده (mg)}}{\text{جرم محلول (kg)}}$$

بنابراین وقتی می‌گوییم غلظت مادهٔ x برابر ۱ppm است، یعنی در 10^6 گرم محلول، ۱ گرم حل‌شونده و یا در ۱ کیلوگرم محلول، ۱ میلی‌گرم حل‌شونده وجود دارد.

عبارت سوم: **انحلال‌پذیری**، بیشترین مقدار یک ماده برحسب گرم است که در دمای معین در ۱۰۰ گرم حلال (نه محلول) حل می‌شود.

انحلال‌پذیری = a در دمای $25^\circ C$، یعنی a گرم از مادهٔ x در ۱۰۰ گرم آب $25^\circ C$ حل شده است.

عبارت چهارم: **درصد جرمی** برابر با جرم مادهٔ حل‌شونده برحسب گرم، در ۱۰۰ گرم محلول است و از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم حلّال + جرم حل‌شونده}} \times ۱۰۰$$

منظور از محلول ۱ درصد جرمی مادهٔ x، این است که در هر ۱۰۰ گرم از محلول آن، ۱ گرم x (حل‌شونده) و ۹۹ گرم آب (حلال) وجود دارد.

تست و پاسخ ۹۳

شکل‌های زیر دو محلول از یک نوع حل‌شونده را در آب نشان می‌دهند. با توجه به آن‌ها، کدام موارد از مطالب داده‌شده درست است؟ (هر ذره هم‌ارز ۰/۰۰۱ مول گلوکز است.) $(O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

الف) غلظت مولی محلول (I) دو برابر غلظت مولی محلول (II) است و با افزودن ۵۰ mL آب به محلول (I)، غلظت دو محلول یکسان می‌شود.

ب) اگر محتویات ظرف (I) را به ظرف (II) منتقل کنیم، غلظت مولار محلول به‌دست‌آمده، ۲ برابر غلظت مولار محلول اولیهٔ ظرف (II) می‌شود.

پ) اگر چگالی محلول (II) برابر $۱ g.mL^{-۱}$ باشد، درصد جرمی این محلول برابر ۱/۸ درصد است.

ت) اگر حل‌شوندهٔ ظرف (II) را با استیک اسید $(CH_۳COOH)$ جایگزین کنیم، با فرض ثابت‌ماندن چگالی محلول، درصد جرمی آن $\frac{۱}{۳}$ برابر می‌شود.

۱) الف ـ پ　　۲) الف ـ پ ـ ت　　۳) ب ـ ت　　۴) پ ـ ت

پاسخ: گزینهٔ ۲

عبارت‌های «الف»، «پ» و «ت» درست‌اند.

پاسخ تشریحی بررسی عبارت‌ها:

الف) غلظت مولی محلول (I) و (II) را حساب می‌کنیم:

$$\text{غلظت مولی ظرف (I)} = \frac{۱۰ \times ۱۰^{-۳} \text{ mol}}{۵۰ \times ۱۰^{-۳} \text{ L}} = ۰/۲ \text{ mol.L}^{-۱}$$

$$\text{غلظت مولی ظرف (II)} = \frac{۵ \times ۱۰^{-۳} \text{ mol}}{۵۰ \times ۱۰^{-۳} \text{ L}} = ۰/۱ \text{ mol.L}^{-۱}$$

با افزودن ۵۰ mL آب به محلول (I)، حجم محلول ۲ برابر شده و غلظت محلول با توجه به رابطهٔ $(\text{غلظت} = \frac{\text{مول}}{\text{حجم}})$ نصف و برابر با $۰/۱ \text{ mol.L}^{-۱}$ می‌شود.

ب) اگر محتویات ظرف (I) را به ظرف (II) منتقل کنیم، در ظرف (II) در مجموع ۰/۰۱۵ mol ذرهٔ گلوکز $(۱۵ \times ۰/۰۰۱ = ۰/۰۱۵)$ و ۱۰۰ mL محلول $(۵۰ + ۵۰ = ۱۰۰)$ خواهیم داشت. غلظت محلول در این حالت برابر است با:

$$\text{غلظت مولی (M)} = \frac{\text{تعداد مول‌های مادهٔ حل‌شونده (n)}}{\text{حجم محلول برحسب لیتر (V)}} \Rightarrow M = \frac{۰/۰۱۵ \text{ mol}}{۱۰۰ \times ۱۰^{-۳} \text{ L}} = ۰/۱۵ \text{ mol.L}^{-۱} \Rightarrow \frac{۰/۱۵}{۰/۱} \neq ۲$$

پ)

نکته اگر درصد جرمی محلول برابر «a» و چگالی محلول برحسب $g.mL^{-۱}$ برابر «d» باشد، غلظت مولی (M) این محلول برحسب $(mol.L^{-۱})$ برابر است با:

$$M = \frac{۱۰ad}{\text{جرم مولی حل‌شونده}}$$

با توجه به رابطهٔ قبل، برای پیداکردن درصد جرمی این محلول، خواهیم داشت:

$$M=\frac{10ad}{\text{جرم مولی حل‌شونده}} \Rightarrow 0/1=\frac{10\times a\times 1}{180} \Rightarrow a=\%1/8$$

ت) در اثر جایگزین‌کردن حل‌شوندهٔ ظرف (II) یعنی گلوکز با استیک اسید، نوع مادهٔ حل‌شونده تغییر می‌کند، اما شمار مول حل‌شونده، حجم محلول و در نتیجه، غلظت مولی محلول ثابت باقی می‌ماند؛ یعنی $M_1=M_2$.

$$M_1=M_2 \Rightarrow \frac{10a_1d_1}{\text{جرم مولی گلوکز}}=\frac{10a_2d_2}{C_2H_4O_2\text{ جرم مولی}} \xrightarrow{d_1=d_2} \frac{\cancel{10}\times a_1}{180}=\frac{\cancel{10}\times a_2}{60} \Rightarrow \frac{a_2}{a_1}=\frac{1}{3}$$

تست و پاسخ ۹۴

چند مورد از مطالب زیر، درست است؟

- **مبنای محاسبه‌های کمی در شیمی، مول است؛ از این‌رو غلظت بسیاری از محلول‌ها در صنعت و زندگی روزانه با غلظت مولار بیان می‌شود.**
- **گلوکومتر، دستگاهی برای اندازه‌گیری مقدار گلوکز موجود در خون است و یکای اندازه‌گیری آن میلی‌گرم در دسی‌لیتر خون است.**
- **به مقدار حل‌شونده برحسب گرم که در ۱۰۰ گرم حلال در دمای معین حل می‌شود تا یک محلول سیرشده تهیه شود، انحلال‌پذیری آن ماده می‌گویند.**
- **ادرار افراد سالم نسبت به نمک‌های کلسیم‌دار که عامل تشکیل سنگ‌های کلیه هستند، یک محلول سیرنشده محسوب می‌شود.**
- **نمودار «انحلال‌پذیری ـ دما» برای نمک‌ها، براساس آزمایش و از داده‌های تجربی به دست آمده است و برای همهٔ نمک‌ها یک نمودار صعودی است.**

۱) ۵ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

پاسخ: گزینهٔ ۳

عبارت‌های دوم تا چهارم درست‌اند.

پاسخ تشریحی بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: غلظت بسیاری از محلول‌ها در صنعت و زندگی روزانه با درصد جرمی بیان می‌شود.

عبارت دوم: گلوکومتر میلی‌گرم گلوکز را در ۱۰۰ میلی‌لیتر از خون نشان می‌دهد (میلی‌گرم در دسی‌لیتر).

عبارت سوم: تعریف انحلال‌پذیری همینه!

عبارت چهارم: اغلب سنگ‌های کلیه از رسوب برخی نمک‌های کلسیم‌دار در کلیه تشکیل می‌شوند. برای این‌که این نمک‌ها تشکیل رسوب (سنگ) ندهند، مقدار این نمک‌ها در ادرار افراد سالم از انحلال‌پذیری آن‌ها کم‌تر است؛ به عبارتی ادرار افراد سالم نسبت به این نمک‌های کلسیم‌دار، یک محلول سیرنشده محسوب می‌شود.

عبارت پنجم: نمودار «انحلال‌پذیری ـ دما» برای هر نمک، برحسب داده‌های تجربی به دست آمده است. مطابق این نمودار با افزایش دما، انحلال‌پذیری اغلب (*نه همه!*) نمک‌ها افزایش می‌یابد؛ به عنوان نمونه، انحلال‌پذیری لیتیم سولفات (Li_2SO_4) با افزایش دما کاهش می‌یابد و نمودار انحلال‌پذیری آن، نزولی است.

تست و پاسخ ۹۵

پاسخ درست پرسش‌های «الف» و «ب» در کدام گزینه آمده است؟ ($Ca=40, Cl=35/5: g.mol^{-1}$)

الف) در محلول بسیار رقیق از کلسیم کلرید با غلظت $5\times10^{-3}\ mol.L^{-1}$، غلظت یون کلرید چند ppm است؟

ب) در ۱۰۰ گرم آب صفر درجهٔ سلسیوس، انحلال‌پذیری کدام نمک بیشتر است؟

۱) ۴۰۰ ـ Li_2SO_4 ۲) ۴۰۰ ـ $NaNO_3$

۳) ۳۵۵ ـ Li_2SO_4 ۴) ۳۵۵ ـ $NaNO_3$

پاسخ: گزینهٔ ۴

پاسخ تشریحی الف)

نکته **روابط مختلف ppm:**

فرمول‌های ppm

(۱) $ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^{۶}$ (برای همهٔ محلول‌ها)

(۲) $ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده (mg)}}{\text{جرم محلول (kg)}}$ (برای همهٔ محلول‌ها)

(۳) $ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده (mg)}}{\text{جرم حلال (kg)}}$ (برای محلول‌های بسیار رقیق)

(۴) $ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده (mg)}}{\text{جرم محلول (L)}}$ (برای محلول‌های بسیار رقیق که حلال آن‌ها آب است.)

در نمک کلسیم کلرید ($CaCl_۲$) به ازای ۱ مول $CaCl_۲$، ۲ مول Cl^- وجود دارد؛ یعنی غلظت مولی Cl^-، ۲ برابر غلظت مولی کلسیم کلرید است، پس در ۱ لیتر محلول، $۱۰^{-۲} = ۲ \times ۵ \times ۱۰^{-۳}$ مول Cl^- وجود دارد.

روش اول:

$$۱۰^{-۲}\,mol\,Cl^- \times \frac{۳۵/۵\,g\,Cl^-}{۱\,mol\,Cl^-} \times \frac{۱۰^{۳}\,mg\,Cl^-}{۱\,g\,Cl^-} = ۳۵۵\,mg\,Cl^-$$

غلظت یون کلرید را برحسب ppm به دست می‌آوریم. چون محلول رقیق است، خواهیم داشت:

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده (mg)}}{\text{حجم محلول (L)}} \Rightarrow ppm = \frac{۳۵۵}{۱} = ۳۵۵$$

روش دوم:

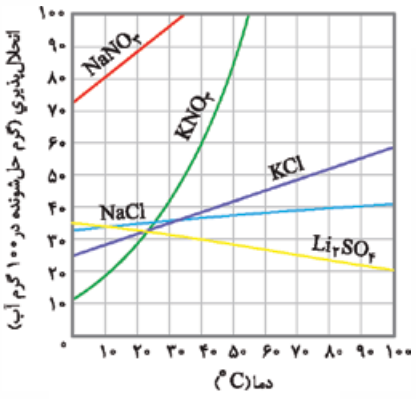
چگالی محلول بسیار رقیق، تقریباً برابر با آب یعنی $۱\,g.mL^{-۱}$ است:

$$M = \frac{۱۰ad}{\text{جرم مولی حل‌شونده}} \Rightarrow ۱۰^{-۲} = \frac{۱۰ \times a \times ۱}{۳۵/۵} \Rightarrow a = ۳۵۵ \times ۱۰^{-۴}$$

با توجه به روابط درصد جرمی و ppm، می‌توان فهمید که اگر مقدار درصد جرمی یک حل‌شونده در محلول را به ما دادند، کافی است آن را در $۱۰^{۴}$ ضرب کنیم تا غلظت آن برحسب ppm به دست آید:

$$ppm = a \times ۱۰^{۴} \xrightarrow{a = ۳۵۵ \times ۱۰^{-۴}} ppm = ۳۵۵$$

ب) براساس نمودار «انحلال‌پذیری ـ دما» نمک‌ها، در دمای صفر درجهٔ سلسیوس، انحلال‌پذیری $NaNO_۳$ بیشتر از $Li_۲SO_۴$ است.



تست و پاسخ ۹۶

اگر جرم گلوکز موجود در خون یک فرد ۴/۹۵ گرم باشد، غلظت مولار گلوکز در خون این فرد چه‌قدر است و دستگاه گلوکومتر، قند خون این فرد را چه عددی نشان می‌دهد؟ (فرض کنید که این فرد در مجموع دارای ۵ لیتر خون است.) $(O = ۱۶ , C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) $۵/۵ \times ۱۰^{-۳}$ ـ ۹۹ ۲) $۵/۵ \times ۱۰^{-۳}$ ـ ۹۵ ۳) $۹/۵ \times ۱۰^{-۲}$ ـ ۹۹ ۴) $۹/۵ \times ۱۰^{-۲}$ ـ ۹۵

پاسخ: گزینهٔ ۱

خودت حل کنی بهتره ابتدا از جرم گلوکز به مول آن برس و بعد مول را بر حجم خون تقسیم کن تا غلظت مولار به دست آید و برای بخش دوم سؤال هم میلی‌گرم گلوکز را در دسی‌لیتر خون حساب کن!

پاسخ تشریحی ابتدا غلظت مولار گلوکز در خون فرد را (برحسب mol/L) پیدا می‌کنیم:

$$۴/۹۵\,g\,C_۶H_{۱۲}O_۶ \times \frac{۱\,mol}{۱۸۰\,g\,C_۶H_{۱۲}O_۶} = ۲/۷۵\times ۱۰^{-۲}\,mol$$

$$\text{غلظت مولی}\,(M) = \frac{\text{تعداد مول‌های مادهٔ حل‌شونده}\,(n)}{\text{حجم محلول برحسب لیتر}\,(v)} \Rightarrow M = \frac{۲/۷۵\times ۱۰^{-۲}\,mol}{۵\,L} = ۵/۵\times ۱۰^{-۳}\,mol.L^{-۱}$$

دستگاه گلوکومتر، میلی‌گرم‌های گلوکز را در دسی‌لیتر (dL) از خون نشان می‌دهد.

$$\text{عدد دستگاه گلوکومتر} = \frac{\text{میلی‌گرم گلوکز}}{\text{دسی‌لیتر خون}} = \frac{۴/۹۵\times ۱۰^{۳}\,mg}{۵\times ۱۰\,dL} = ۹۹\,mg.dL^{-۱}$$

تست و پاسخ ۹۷

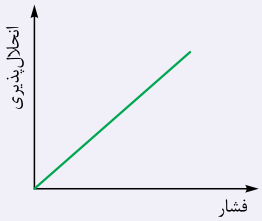
انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در دمای $۲۰^\circ C$ و فشار ۷ atm برابر a گرم و انحلال‌پذیری گاز نیتروژن در همین شرایط برابر $\frac{a}{۲}$ گرم است. اگر ۳/۵ لیتر آب $۲۰^\circ C$ در فشار ۲ atm به طور جداگانه از گازهای $O_۲$ و $N_۲$ سیرشده باشد، تفاوت جرم گازهای حل‌شده در این دو محلول برحسب گرم کدام است؟

۱) $۲a$ ۲) $۴a$ ۳) $۵a$ ۴) $۱۰a$

پاسخ: گزینهٔ ۳

نکته انحلال‌پذیری گازها با فشار رابطهٔ مستقیم دارد؛ یعنی در دمای ثابت، با افزایش فشار، انحلال‌پذیری گازها افزایش می‌یابد. این بیان به قانون «هنری» معروف است.

نمودار انحلال‌پذیری گازها برحسب فشار به صورت خطی با شیب ثابت است؛ پس می‌توان گفت با n برابر شدن فشار، انحلال‌پذیری گاز هم n برابر می‌شود. معادلهٔ انحلال‌پذیری گازها برحسب فشار را می‌توان به صورت زیر نشان داد:



(ثابت هنری) شیب خط

$$S = K\,P$$

انحلال‌پذیری — فشار

پاسخ تشریحی

گام اول: انحلال‌پذیری گاز $O_۲$ و $N_۲$ در فشار ۲atm را به دست می‌آوریم. با n برابر شدن فشار، انحلال‌پذیری گاز هم n برابر می‌شود. در این سؤال، فشار گاز از ۷atm به ۲atm رسیده است؛ پس انحلال‌پذیری گاز نیز $\frac{۲}{۷}$ برابر خواهد شد:

$$\text{انحلال‌پذیری}\,O_۲\,\text{در فشار}\,۲atm = a\,g\times\frac{۲}{۷} = \frac{۲a}{۷}\,g$$

$$\text{انحلال‌پذیری}\,N_۲\,\text{در فشار}\,۲atm = \frac{a}{۲}\,g\times\frac{۲}{۷} = \frac{a}{۷}\,g$$

تفاوت انحلال‌پذیری گاز اکسیژن و نیتروژن در فشار ۲atm برابر $\frac{a}{۷}$ گرم در ۱۰۰ گرم آب در دمای $۲۰^\circ C$ است. $\frac{۲a}{۷} - \frac{a}{۷} = \frac{a}{۷}$

گام دوم: تفاوت انحلال‌پذیری این دو گاز به ازای ۳/۵ لیتر (۳۵۰۰ گرم) آب، در دمای $۲۰^\circ C$ را به دست می‌آوریم:

تفاوت انحلال‌پذیری	گرم آب
$\frac{a}{۷}$	۱۰۰
x	۳۵۰۰

$$\Rightarrow x = \frac{۳۵\cancel{۰۰}\times a}{۱\cancel{۰۰}\times ۷} = ۵a\,g$$

تست و پاسخ ۹۸

با توجه به جدول زیر که انحلال‌پذیری چهار ترکیب یونی را در دماهای $10^\circ C$ و $30^\circ C$ نشان می‌دهد، کدام موارد از مطالب زیر درست است؟ (معادلهٔ انحلال‌پذیری همهٔ ترکیبات را خطی در نظر بگیرید.)

ترکیب یونی		X	Y	M	Z
$S\ (\frac{g}{100\ g H_2O})$	$\theta = 10^\circ C$	۸۰	۱۸	۳۴	۲۹
	$\theta = 30^\circ C$	۹۶	۴۴	۳۲	۳۵

الف) انحلال ۱۵۶ گرم ترکیب X در ۱۵۰ گرم آب $40^\circ C$ منجر به تشکیل یک محلول سیرشده می‌شود.

ب) تأثیر دما بر انحلال‌پذیری نمک X بیشتر از نمک Z است و در ۲۰۰ گرم آب صفر درجه می‌توان حداکثر ۲۶ گرم Z را حل کرد.

پ) سردکردن ۳۶۰ گرم محلول سیرشدهٔ نمک Y از دمای $30^\circ C$ تا دمای $10^\circ C$، منجر به رسوب‌کردن ۵۶ گرم از این ترکیب می‌شود.

ت) ترکیب M می‌تواند سولفات نخستین فلز دستهٔ s جدول تناوبی باشد.

Li SO_4^{2-}

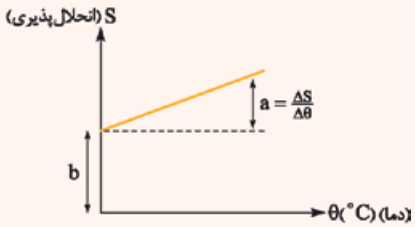
۱) الف ـ پ ۲) ب ـ پ ۳) ب ـ ت ۴) الف ـ ت

پاسخ: گزینهٔ ۴

عبارت‌های «الف» و «ت» درست‌اند.

پاسخ تشریحی

درس‌نامه برای ترکیباتی که نمودار انحلال‌پذیری آن‌ها برحسب دما به صورت یک خط راست با شیب ثابت است، می‌توان معادلهٔ انحلال‌پذیری آن‌ها را به صورت زیر نشان داد:



معادلهٔ کلی خط راست: $y = ax + b$

شیب خط

معادلهٔ انحلال‌پذیری برحسب دما: $S = a\theta + b$

انحلال‌پذیری — عرض از مبدأ

شیب خط: $a = \frac{\Delta S}{\Delta \theta} = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1}$

البته اگر دو نقطه از این خط (نمودار انحلال‌پذیری ـ دما) را داشته باشیم، می‌توانیم از معادلهٔ زیر هم استفاده کنیم:

$$S - S_1 = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1}(\theta - \theta_1)$$

نقطهٔ اول: (θ_1, S_1) ، نقطهٔ دوم: (θ_2, S_2)

بررسی عبارت‌ها:

الف) ابتدا معادلهٔ انحلال‌پذیری ترکیب یونی X را به دست می‌آوریم:

$$S - S_1 = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1}(\theta - \theta_1) \Rightarrow S - 80 = \frac{96 - 80}{30 - 10}(\theta - 10) \Rightarrow S = 0/8\theta + 72$$

سپس انحلال‌پذیری ترکیب X در دمای $40^\circ C$ را به دست می‌آوریم:

$$S = 0/8(40) + 72 = 104\ g$$

توجه نیازی به نوشتن معادله انحلال‌پذیری هم نیست. با توجه به جدول به ازای $20^\circ C$ افزایش دما، انحلال‌پذیری نمک X، ۱۶ گرم $(96 - 80 = 16)$ افزایش یافته است؛ بنابراین به ازای $10^\circ C$ افزایش دما، انحلال‌پذیری آن ۸ گرم افزایش می‌یابد؛ در نتیجه انحلال‌پذیری آن در دمای $40^\circ C$ برابر با $96 + 8 = 104$ است.

اکنون باید ببینیم برای تشکیل یک محلول سیرشده از نمک X در ۱۵۰ گرم آب $40^\circ C$، چند گرم حل‌شونده (X) نیاز است.

گرم آب	انحلال‌پذیری
۱۰۰	۱۰۴
۱۵۰	x

$$\Rightarrow x=\frac{150\times104}{100}=156\ g$$

ب) معادلهٔ انحلال‌پذیری نمک Z را به دست می‌آوریم:

$$S-S_1=\frac{S_2-S_1}{\theta_2-\theta_1}(\theta-\theta_1)\Rightarrow S-29=\frac{35-29}{30-10}(\theta-10)\Rightarrow S=0/3\theta+26$$

معادلهٔ انحلال‌پذیری نمک X به صورت $S=0/8\theta+72$ و معادلهٔ انحلال‌پذیری نمک Z به صورت $S=0/3\theta+26$ است. از آن‌جا که شیب معادلهٔ انحلال‌پذیری X (۰/۸) بیشتر از Z (۰/۳) است، تأثیر دما بر انحلال‌پذیری آن بیشتر است.

برای قسمت دوم سؤال، ابتدا باید انحلال‌پذیری نمک Z در دمای $0^\circ C$ را پیدا کنیم: $S=0/3(0)+26=26\ g$

یعنی انحلال‌پذیری نمک Z در دمای صفر درجه، برابر ۲۶ گرم در ۱۰۰ گرم آب است، پس در ۲۰۰ گرم آب صفر درجه، می‌توان ۵۲ گرم $(2\times26=52)$ از نمک Z را حل کرد.

پ)

$$\begin{cases}30^\circ C:\ \text{جرم محلول سیرشده}=100+44=144\\10^\circ C:\ \text{جرم محلول سیرشده}=100+18=118\end{cases}\Rightarrow 144-118=26\ g\ \text{رسوب}$$

تا این‌جا فهمیدیم اگر ۱۴۴ گرم محلول سیرشدهٔ نمک Y در دمای $30^\circ C$ را تا $10^\circ C$ سرد کنیم، ۲۶ گرم رسوب حاصل می‌شود؛ بنابراین مقدار رسوب حاصل (نمک خارج‌شده از محلول) به ازای ۳۶۰ گرم محلول سیرشده برابر است با:

$$\text{رسوب}\ 65\ g=\frac{\text{رسوب}\ 26\ g}{\text{محلول سیرشده}\ 144\ g}\times\text{محلول سیرشده}\ 360\ g$$

ت) منظور از سولفات اولین فلز دستهٔ s جدول تناوبی، Li_2SO_4 است. نمودار انحلال‌پذیری لیتیم سولفات برحسب دما نزولی است؛ یعنی با افزایش دما، انحلال‌پذیری آن کاهش می‌یابد. با نگاهی به انحلال‌پذیری ترکیب M برحسب دما، می‌بینیم که انحلال‌پذیری ترکیب یونی M نیز نزولی است (از ۳۴ گرم در دمای $10^\circ C$، به ۳۲ گرم در دمای $30^\circ C$)؛ پس M می‌تواند Li_2SO_4 باشد.

تست و پاسخ ۹۹

۵ گرم نمک MBr_n را در ۲۵۰ گرم آب خالص حل می‌کنیم تا محلولی با چگالی $1/02\ g.mL^{-1}$ و غلظت ۰/۱ مولار تهیه شود. نسبت جرم مولی فلز M به تعداد اتم‌های Br در ترکیب (n) کدام است و به تقریب چند درصد جرمی این محلول را یون برمید تشکیل داده است؟ $(Br=80\ g.mol^{-1})$

۱) ۴۰ ـ ۱/۵۶ ۲) ۴۰ ـ ۱/۶۵ ۳) ۲۰ ـ ۱/۵۶ ۴) ۲۰ ـ ۱/۶۵

پاسخ: گزینهٔ ۳

پاسخ تشریحی بخش اول:

گام اول: ابتدا باید حجم محلول را به دست آوریم:

$$\text{چگالی}\ (g.mL^{-1})=\frac{\text{جرم}\ (g)}{\text{حجم}\ (mL)}\Rightarrow 1/02=\frac{250+5}{\text{حجم}}\Rightarrow \text{حجم}=\frac{255}{1/02}=250\ mL=0/25\ L$$

گام دوم: حالا شمار مول نمک MBr_n را پیدا کرده و سپس جرم مولی آن را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{مول}=\text{غلظت}\ (mol.L^{-1})\times\text{حجم}\ (L)\Rightarrow MBr_n\ \text{مول}=0/1\ mol.L^{-1}\times0/25\ L=2/5\times10^{-2}\ mol$$

$$\text{مول}\ (mol)=\frac{\text{جرم}\ (g)}{\text{جرم مولی}\ (g.mol^{-1})}\Rightarrow 2/5\times10^{-2}=\frac{5\ g}{x}\Rightarrow x=200\ g.mol^{-1}$$

گام سوم: برای این‌که جرم مولی نمک MBr_n برابر ۲۰۰ گرم بر مول باشد، دوتا حالت داریم:

$$۲۰۰ = M + ۸۰n \Rightarrow \begin{cases} (۱)\text{حالت}: n = ۱, M = ۱۲۰ \Rightarrow \frac{M}{n} = ۱۲۰ \times \Rightarrow \text{تو گزینه‌ها نیست.} \\ (۲)\text{حالت}: n = ۲, M = ۴۰ \Rightarrow \frac{M}{n} = ۲۰ \checkmark \end{cases}$$

دقت کنید که n نمی‌تواند اعداد ۳ به بالاتر باشد، زیرا حاصل ۸۰n بیشتر از ۲۰۰ خواهد شد.

بخش دوم: **گام اول:** ابتدا جرم یون برمید (Br^-) موجود در محلول را می‌یابیم:

$$۲/۵ \times ۱۰^{-۲}\,mol\,MBr_۲ \times \frac{۲\,mol\,Br^-}{۱\,mol\,MBr_۲} \times \frac{۸۰\,g\,Br^-}{۱\,mol\,Br^-} = ۴\,g\,Br^-$$

گام دوم: درصد جرمی یون برمید را حساب می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی } Br^- = \frac{\text{جرم } Br^-}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ = \frac{۴}{۲۵۵} \times ۱۰۰ \approx ٪۱/۵۶$$

تست و پاسخ ۱۰۰

چند مورد از مطالب زیر دربارهٔ آب، درست است؟

- **نقطهٔ جوش آن به طور غیرعادی بالاست و میزان قطبیت آن بیش از دو برابر قطبیت مولکول‌های $H_۲S$ است.**
- **در شرایط یکسان، نقطهٔ جوش آن از همهٔ ترکیب‌های دوتایی هیدروژن‌دار عنصرهای گروه‌های ۱۴، ۱۵ و ۱۷ بیشتر است.**
- **در حالت جامد، ساختاری سه‌بعدی دارد که اتم‌های اکسیژن در رأس حلقه‌های شش‌وجهی در آن قرار گرفته‌اند.**
- **فراوان‌ترین و رایج‌ترین حلّال در طبیعت، صنعت و آزمایشگاه است، زیرا می‌تواند همهٔ ترکیب‌های یونی و مولکولی را در خود حل کند.**
- **ساختار خمیدهٔ آب، در کنار نوع اتم‌های سازندهٔ آن، نقش مهمی در تعیین خواص آب دارد.**

۱) ۵ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

پاسخ: گزینهٔ ۴

عبارت‌های دوم و پنجم درست‌اند.

پاسخ تشریحی بررسی موارد نادرست:

عبارت اول: بخش اول درسته، اما بخش دوم *نه!* گشتاور دوقطبی مولکول‌های $H_۲O$ و $H_۲S$ به ترتیب برابر با ۱/۸۵D و ۰/۹۷D است؛ بنابراین میزان قطبیت آب کم‌تر از دو برابر قطبیت مولکول‌های $H_۲S$ است: $(۰/۹۷ \times ۲) = ۱/۹۴ > ۱/۸۵$:گشتاور دوقطبی(D)

عبارت سوم: در ساختار یخ، حلقه‌های شش‌ضلعی وجود دارد نه شش‌وجهی!

عبارت چهارم: آب فراوان‌ترین و رایج‌ترین حلّال در طبیعت، صنعت و آزمایشگاه است، زیرا می‌تواند بسیاری *(نه همه!)* از ترکیب‌های یونی و مواد مولکولی را در خود حل کند.

تست و پاسخ ۱۰۱

با توجه به جدول زیر که انحلال‌پذیری سدیم نیترات را در دماهای گوناگون نشان می‌دهد، کدام موارد از مطالب زیر درست است؟

$(Na = ۲۳ , O = ۱۶ , N = ۱۴ : g.mol^{-۱})$

$\theta\,(^\circ C)$	۰	۱۰	۲۰	۳۰
$S\,(\frac{g\ NaNO_۳}{۱۰۰\ g\ H_۲O})$	۷۲	۸۰	۸۸	۹۶

الف) در هر دمایی، انحلال‌پذیری سدیم نیترات از انحلال‌پذیری نمکی با معادلهٔ انحلال‌پذیری $S = ۰/۳\,\theta + ۲۷$ بیشتر است.

ب) در دمای $۸۵^\circ C$، درصد جرمی سدیم نیترات در محلول سیرشدهٔ آن، برابر ۴۵/۳ درصد است.

پ) اگر با انحلال ۳/۲ مول از این نمک در ۲۰۰ گرم آب، یک محلول سیرشده تهیه شود، دمای اولیهٔ آب $۸۰^\circ C$ بوده است.

ت) اگر غلظت مولی محلول سیرشدهٔ $NaNO_۳$ در دمای $۵^\circ C$ برابر $۶\ mol.L^{-۱}$ باشد، چگالی این محلول به تقریب برابر $۱/۲\ g.mL^{-۱}$ است.

۱) ب ـ پ ۲) الف ـ ت ۳) الف ـ پ ۴) الف ـ پ ـ ت

پاسخ: گزینهٔ ۴

عبارت‌های «الف»، «پ» و «ت» درست‌اند.

پاسخ تشریحی بررسی عبارت‌ها:

الف) ابتدا معادلهٔ انحلال‌پذیری سدیم نیترات برحسب دما را به دست می‌آوریم:

$$S-S_1=\frac{S_2-S_1}{\theta_2-\theta_1}(\theta-\theta_1) \Rightarrow S-80=\frac{88-80}{20-10}(\theta-10) \Rightarrow S=0/8\theta+72$$

انحلال‌پذیری سدیم نیترات در دمای $0^\circ C$ برابر ۷۲ گرم است؛ در حالی که این عدد برای نمک مجهول، ۲۷ گرم در ۱۰۰ گرم آب $(S=0/3\theta+27)$ می‌باشد. از طرفی شیب نمودار «انحلال‌پذیری ـ دما» برای $NaNO_3$ $(0/8)$ بیشتر از نمک مورد نظر $(0/3)$ است؛ یعنی انحلال‌پذیری سدیم نیترات در هر دمایی بیشتر از نمک مجهول است.

ب) انحلال‌پذیری سدیم نیترات در دمای $85^\circ C$ برابر است با: $S=0/8(85)+72=140\,g$

یعنی در دمای $85^\circ C$، ۱۴۰ گرم $NaNO_3$ در ۱۰۰ گرم آب حل شده و یک محلول سیرشده تشکیل می‌دهد.

$$\text{درصد جرمی}=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم حلّال}+\text{جرم حل‌شونده}}\times100=\frac{140}{140+100}\times100\approx\%58/3$$

پ) ۳/۲ مول از نمک سدیم نیترات در ۲۰۰ گرم آب حل شده و یک محلول سیرشده ایجاد کرده است؛ پس برای سیرشدن ۱۰۰ گرم آب در دمای $\theta^\circ C$، به ۱/۶ مول نمک نیاز است. ابتدا جرم ۱/۶ مول نمک $NaNO_3$ را حساب می‌کنیم:

$$1/6\,mol\,NaNO_3\times\frac{85\,g\,NaNO_3}{1\,mol\,NaNO_3}=136\,g\,NaNO_3$$

اکنون باید ببینیم انحلال‌پذیری سدیم نیترات در کدام دما برابر ۱۳۶ گرم است: $0/8\theta+72=136 \Rightarrow 0/8\theta=64 \Rightarrow \theta=80^\circ C$

ت) انحلال‌پذیری سدیم نیترات در دمای $5^\circ C$ برابر است با: $S=0/8(5)+72=76\,g$

یعنی در دمای $5^\circ C$، ۷۶ گرم $NaNO_3$ در ۱۰۰ گرم آب حل شده و یک محلول سیرشده تشکیل می‌دهد.

$$\text{درصد جرمی}=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم حلال}+\text{جرم حل‌شونده}}\times100=\frac{76}{76+100}\times100\approx\%43$$

از فرمول *معروفمون* استفاده می‌کنیم تا چگالی محلول را حساب کنیم:

$$M=\frac{10ad}{\text{جرم مولی حل‌شونده}} \Rightarrow 6=\frac{10\times43\times d}{85} \Rightarrow d=1/18\,g.mL^{-1}\approx1/2\,g.mL^{-1}$$

تست و پاسخ ۱۰۲

کدام مطلب نادرست است؟

مولکول X_2

۱) رفتار همهٔ مولکول‌های دواتمی با اتم‌های یکسان، در میدان الکتریکی مشابه یکدیگر است.

۲) در مقایسهٔ نقطهٔ جوش دو مادهٔ مولکولی، حالت فیزیکی آن‌ها در دمای اتاق مهم‌تر از قطبیت و جرم مولی آن‌هاست.

۳) اگر یک مولکول دواتمی دارای گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر باشد، اتم‌های سازندهٔ آن نمی‌توانند در یک گروه جدول تناوبی باشند.

۴) گشتاور دوقطبی مولکول‌ها می‌تواند تأثیر قابل توجهی در نقطهٔ جوش مواد مولکولی داشته باشد.

پاسخ: گزینهٔ ۳

پاسخ تشریحی بررسی گزینه‌ها:

۱) همهٔ مولکول‌های دواتمی با اتم‌های یکسان *(اصطلاحاً پورهسته!)* مثل F_2، O_2 و ... ناقطبی بوده و در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند.

۲) *کاملاً درسته!* به طور کلی نقطهٔ جوش مواد با حالت فیزیکی جامد، بیشتر از مواد مایع و نقطهٔ جوش مواد مایع نیز بیشتر از گازهاست و این موضوع *سوای* قطبیت و جرم مولی ترکیب‌هاست.

۳) *نادرسته!* مثلاً مولکول IF یا ClF با وجود این‌که دارای گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر هستند، اما اتم‌های سازنده‌شان در یک گروه جدول تناوبی قرار دارند.

۴) مثلاً با وجود این‌که جرم مولی H_2O کم‌تر از H_2S است؛ به دلیل گشتاور دوقطبی بالای مولکول‌های آب، حالت فیزیکی آب برخلاف H_2S مایع بوده و نقطهٔ جوش بالاتری نیز دارد.

تست و پاسخ ۱۰۳

چند مورد از مطالب زیر دربارهٔ چهار عنصر نخست گروه ۱۷ جدول تناوبی، درست است؟

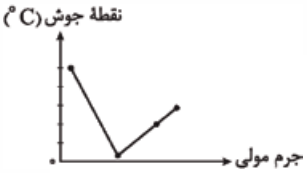
I, Br, Cl, F

$(I = ۱۲۷ , Br = ۸۰ , Cl = ۳۵/۵ , F = ۱۹ : g.mol^{-1})$

F_2

- **نخستین عنصر این گروه، نقطهٔ جوش بالاتری از ترکیب هیدروژن‌دار دومین عنصر این گروه دارد.**
- **در دما و فشار اتاق، ۵۰ درصد از این عناصر به حالت گاز هستند.**
- **نمودار نقطهٔ جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار آن‌ها به صورت روبه‌رو است.**
- **گشتاور دوقطبی مولکول‌های دواتمی آن‌ها (X_2) بیشتر از ترکیب‌های هیدروژن‌دار آن‌ها (HX) است.**

HCl



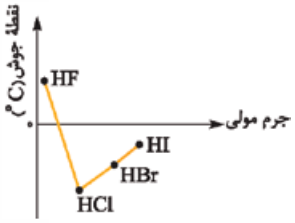
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ ۱

فقط عبارت دوم درست است.

پاسخ تشریحی بررسی عبارت‌ها:

- ترکیب هیدروژن‌دار دومین عنصر گروه ۱۷ همان HCl است. دو ترکیب HCl و F_2 دارای جرم مولی نزدیک به یکدیگرند، اما HCl برخلاف F_2 یک مولکول قطبی است و نقطهٔ جوش بالاتری دارد.
- از بین چهار عنصر نخست گروه ۱۷، F_2 و Cl_2 به حالت گاز، Br_2 به حالت مایع و I_2 جامد می‌باشد.
- نمودار نقطهٔ جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار گروه ۱۷ به صورت روبه‌رو است:



حواستون باشه نقطهٔ جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار این گروه (به‌جز HF) کم‌تر از صفر درجه است.

- گشتاور دوقطبی مولکول‌های دواتمی آن‌ها (F_2، Cl_2، Br_2 و I_2) برابر صفر است و این مولکول‌ها ناقطبی‌اند، در حالی که مولکول‌های HF، HCl، HBr و HI قطبی بوده و دارای گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر هستند.

تست و پاسخ ۱۰۴

چه تعداد از مطالب زیر دربارهٔ نیروهای بین مولکولی مواد، درست است؟

- **به برهم‌کنش‌های میان مولکول‌های سازندهٔ یک ماده گفته می‌شود.**
- **تنها به میزان قطبی‌بودن مولکول‌ها و جرم آن‌ها وابسته است.**
- **به دو دستهٔ پیوندهای هیدروژنی و نیروهای وان‌دروالسی تقسیم می‌شوند.**
- **در شرایط یکسان، در حالت جامد، قوی‌تر از حالت مایع و آن هم به مراتب قوی‌تر از حالت گازی است.**

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

پاسخ: گزینهٔ ۲

به‌جز عبارت دوم، بقیهٔ عبارت‌ها درست‌اند.

پاسخ تشریحی بررسی عبارت نادرست:

عبارت دوم: نیروهای بین مولکولی **به طور عمده** به میزان قطبی‌بودن مولکول‌ها و جرم آن‌ها بستگی دارد، اما *نه فقط این دو تا عامل!* عوامل دیگری مانند شکل هندسی مولکول‌ها و سطح تماس بین آن‌ها نیز بر نیروهای بین مولکولی تأثیر می‌گذارند.

تست و پاسخ ۱۰۵

کدام موارد از مطالب زیر دربارهٔ «پیوند هیدروژنی»، درست است؟

الف) قوی‌ترین نیروی بین مولکولی در موادی است که در مولکول آن‌ها، اتم هیدروژن به یکی از اتم‌های O، F و N متصل است.

ب) تنها در مولکول‌های غیرآلی مانند آب، آمونیاک و هیدروژن فلوئورید دیده می‌شود.

پ) از پیوندهای یونی ضعیف‌تر بوده، اما از پیوندهای اشتراکی قوی‌تر است.

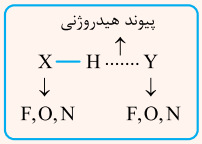
ت) هر مولکول آب در ساختار یخ، حداکثر می‌تواند چهار پیوند هیدروژنی برقرار کند که سبب تشکیل فضاهای خالی در سه بعد می‌شود.

۱) الف ـ ب ۲) ب ـ پ ۳) پ ـ ت ۴) الف ـ ت

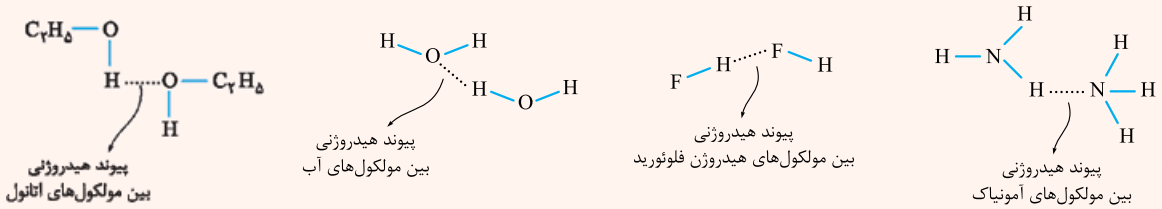
پاسخ: گزینهٔ ۴

درس‌نامه ●● پیوند هیدروژنی

● **پیوند هیدروژنی، قوی‌ترین نیروی جاذبهٔ بین مولکولی است که میان اتم هیدروژن (H) متصل به یکی از اتم‌های F، O یا N از یک مولکول با یکی از اتم‌های F، O یا N از مولکول مجاور تشکیل می‌شود.**



مثال: از بین ترکیب‌های مولکولی معروفی که می‌توانند بین مولکول‌های *خودشون!* پیوند هیدروژنی تشکیل دهند، می‌توان به آب (H_2O)، هیدروژن فلوئورید (HF)، آمونیاک (NH_3) و اتانول (C_2H_5OH) اشاره کرد.



۱) **همهٔ نیروهای جاذبهٔ بین مولکولی به‌جز پیوندهای هیدروژنی را نیروهای وان‌دروالسی می‌گویند.**

نیروهای جاذبهٔ بین مولکولی ← نیروهای وان‌دروالس
← پیوند هیدروژنی

۲) ترکیب‌هایی که در ساختار خود پیوند « H — F »، « O — H » یا « N — H » دارند، می‌توانند با **مولکول‌های خود** پیوند هیدروژنی تشکیل دهند؛ به طور مثال همان‌طور که دیدید، بین مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود.

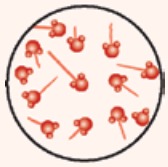
۳) هر چند پیوند هیدروژنی از دیگر نیروهای جاذبهٔ بین مولکولی بسیار قوی‌تر است، اما از پیوند اشتراکی (کووالانسی) بین اتم‌ها (و هم‌چنین پیوند یونی بین یون‌ها) ضعیف‌تر می‌باشد؛ به همین دلیل برخلاف پیوندهای اشتراکی، پیوندهای هیدروژنی به صورت نقطه‌چین نشان داده می‌شوند.

۴) **اغلب ترکیب‌های دارای پیوند هیدروژنی، نسبت به ترکیب‌های فاقد پیوند هیدروژنی، نقطهٔ جوش بالاتری دارند.** به طور مثال نقطهٔ جوش HF، به دلیل پیوند هیدروژنی، بیشتر از نقطهٔ جوش HCl است.

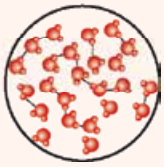
توجه گفتیم «اغلب»؛ چون در برخی موارد جرم و حجم یک مولکول *به قدری زیاده* که بر پیوند هیدروژنی هم غلبه می‌کند. به طور مثال I_2 در دمای اتاق جامد و HF گاز است و این یعنی نیروهای بین مولکولی در I_2 به دلیل جرم و حجم بیشتر، حتی از پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های HF نیز قوی‌تر است و I_2 نقطهٔ جوش بالاتری دارد.

$I_2 > HF$:نیروهای بین مولکولی ⟵ $I_2 > HF$:نقطهٔ جوش ⟵ HF (گاز)، I_2 (جامد) :در دمای اتاق

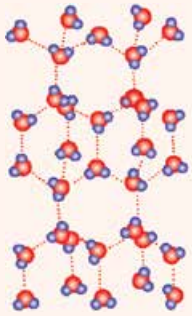
پیوندهای هیدروژنی آب در حالت‌های فیزیکی مختلف:



۱) در حالت گاز یا بخار، فاصلهٔ بین مولکول‌های H_2O بسیار زیاد بوده و مولکول‌ها عملاً از هم جدا هستند، گویی میان آن‌ها پیوندهای هیدروژنی وجود ندارد.



۲) در حالت مایع، فاصلهٔ بین مولکول‌های H_2O در مقایسه با حالت گاز بسیار کم‌تر است. در این حالت، مولکول‌ها پیوندهای هیدروژنی قوی دارند؛ با این وجود روی هم می‌لغزند و جابه‌جا می‌شوند.



۳) در حالت جامد، مولکول‌های آب در جاهای به نسبت ثابت قرار دارند و هر مولکول آب می‌تواند با چهار مولکول مجاور خود، پیوند هیدروژنی تشکیل دهد. با تشکیل پیوندهای هیدروژنی میان مولکول‌های آب در حالت جامد، شبکه‌ای با حلقه‌های شش‌ضلعی ایجاد می‌شود که داخل آن فضاهای خالی وجود دارد و **اتم‌های اکسیژن در رأس این حلقه‌ها قرار دارند.**

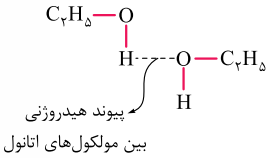
به دلیل وجود فضاهای خالی در ساختار یخ، **برخلاف دیگر مواد، حجم آب هنگام انجماد افزایش می‌یابد.** با توجه به ثابت‌بودن جرم آب و افزایش حجم آن به هنگام یخ‌زدن، چگالی یخ صفر درجه نسبت به آب مایع صفر درجه، کم‌تر است.

یخ روی آب شناور می‌ماند. ← چگالی آب > چگالی یخ ← ↓ چگالی ← ↑ حجم $\xrightarrow{\text{به هنگام انجماد}}$ $\text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}}$

عبارت‌های «الف» و «ت» درست‌اند.

پاسخ تشریحی بررسی عبارت‌های نادرست:

ب) بین مولکول‌های برخی مواد آلی مثل اتانول (C_2H_5OH) نیز پیوند هیدروژنی شکل می‌گیرد.



پ) هر چند پیوند هیدروژنی از دیگر جاذبه‌های بین مولکولی قوی‌تر است، اما از پیوند اشتراکی (کووالانسی) بین اتم‌ها و پیوند یونی (بین یون‌ها) ضعیف‌تر می‌باشد.

تست و پاسخ ۱۰۶

کدام مطلب نادرست است؟

۱) از اتانول در تهیهٔ مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی و از هگزان به عنوان رقیق‌کنندهٔ رنگ استفاده می‌شود.

۲) هیدروژن و کربن عناصر اصلی حلال‌های آلی هستند که به دلیل ناقطبی‌بودن به راحتی می‌توانند مواد ناقطبی را در خود حل کنند.

۳) هگزان یک ترکیب آلی از خانوادهٔ هیدروکربن‌ها با ۱۴ اتم هیدروژن است که مخلوط همگن آن با یُد به رنگ بنفش است. ← C_6H_{14}

۴) پیوند هیدروژنی میان مولکول‌های HF از H_2O قوی‌تر است، اما شمار پیوندهای هیدروژنی میان مولکول‌های آب از HF بیشتر می‌باشد.

پاسخ: گزینهٔ ۲

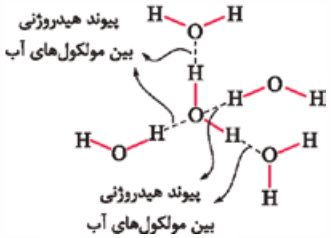
پاسخ تشریحی

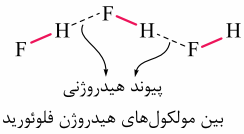
همهٔ حلال‌های آلی ناقطبی نیستند، مثلاً استون (C_3H_6O) یک حلال آلی قطبی است.

نکته در جدول زیر، ویژگی‌های ۳ حلال آلی آورده شده است:

نام حلال	فرمول شیمیایی	μ(D) (گشتاور دوقطبی)	کاربرد
اتانول	C_2H_6O	>0	تهیهٔ مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی
استون	C_3H_6O	>0	حلال برخی از چربی‌ها، رنگ‌ها و لاک‌ها
هگزان	C_6H_{14}	≈ 0	حلال مواد ناقطبی و رقیق‌کنندهٔ رنگ (تینر)

۴) کاملاً درسته؛ هر مولکول HF، حداکثر ۲ پیوند هیدروژنی و هر مولکول آب، حداکثر ۴ پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهد.





تست و پاسخ ۱۰۷

اگر مخلوط مادهٔ مولکولی A و آب و هم‌چنین مخلوط مادهٔ مولکولی B و حلال X ($\mu \simeq 0$) مخلوط‌هایی همگن باشند، کدام مطلب زیر به یقین درست است؟ (مواد A و B گاز نیستند.)

۱) مادهٔ A قطبی است و نقطهٔ جوش بالاتری از مادهٔ B دارد.
۲) مادهٔ B یک هیدروکربن است.
۳) گشتاور دوقطبی مادهٔ A از مادهٔ B بیشتر است.
۴) مادهٔ A ، جرم مولی یکسانی با آب دارد.

پاسخ: گزینهٔ ۳

پاسخ تشریحی ابتدا ببینیم از هر داده چه نتیجه‌ای می‌گیریم:

- مادهٔ A در آب حل می‌شود؛ بنابراین مادهٔ A مانند آب، مولکولی قطبی بوده و گشتاور دوقطبی آن بزرگ‌تر از صفر است.
- گشتاور حلّال X، حدود صفر است. با توجه به این‌که مادهٔ B در این حلال حل می‌شود، نتیجه می‌گیریم که مادهٔ B نیز یک مادهٔ ناقطبی می‌باشد.

بنابراین، نتیجه می‌گیریم که گشتاور دوقطبی مادهٔ A از B بیشتر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) لزوماً نقطهٔ جوش هر مادهٔ قطبی از مادهٔ ناقطبی بیشتر نیست؛ مثلاً متانول (CH_3OH) در دمای اتاق مایع است و نقطهٔ جوش پایین‌تری نسبت به ید جامد (I_2) دارد!

۲) مادهٔ B ناقطبی است و علاوه بر هیدروکربن‌ها می‌تواند مواد ناقطبی دیگر مانند I_2، CCl_4 و ... باشد.

۴) *چه ربطی داره؟!* با این‌که جرم مولی گلوکز، ۱۰ برابر جرم مولی آب است، به راحتی در آن حل شده و مخلوطی همگن تشکیل می‌دهد.

تست و پاسخ ۱۰۸

درستی یا نادرستی مطالب زیر، به ترتیب کدام است؟

الف) در بدن انسان افزون بر محلول‌های آبی، محلول‌های غیرآبی هم وجود دارد.

ب) اگر انحلال ماده‌ای در آب به صورت مولکولی باشد، می‌توان نتیجه گرفت که گشتاور دوقطبی آن ماده در حدود صفر است.

پ) در فرایند مخلوط‌کردن نقره کلرید و آب، میانگین پیوند یونی در AgCl و پیوندهای هیدروژنی در آب بیشتر از نیروی جاذبهٔ یون ـ دوقطبی در مخلوط است.

ت) نوع نیروی بین مولکولی در مخلوط آب و اتانول، شبیه نوع نیروی بین مولکولی در مخلوط هیدروژن فلوئورید و آب است.

۱) درست ـ نادرست ـ نادرست ـ درست
۲) درست ـ نادرست ـ درست ـ نادرست
۳) نادرست ـ درست ـ نادرست ـ نادرست
۴) درست ـ نادرست ـ درست ـ درست

پاسخ: گزینهٔ ۴

عبارت‌های اول، سوم و چهارم درست و عبارت دوم نادرست است.

پاسخ تشریحی بررسی عبارت‌ها:

الف) اغلب محلول‌های موجود در بدن انسان، آبی و قسمتی از محلول‌های بدن انسان نیز محلول‌های غیرآبی هستند.

ب) ترکیب‌های آلی مانند اتانول و استون، با وجود این‌که گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر دارند، به صورت مولکولی در آب حل می‌شوند.

پ)

نکته فرایند انحلال هنگامی منجر به تشکیل محلول می‌شود که:
(میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل‌شوندهٔ خالص) < (جاذبه‌های حل‌شونده با حلال در محلول)

از آن‌جا که نقره کلرید ($AgCl$) جزء ترکیب‌های یونی نامحلول در آب است، بنابراین قدرت جاذبهٔ یون ـ دوقطبی بین یون‌های Ag^+ و Cl^- و مولکول‌های آب، **ضعیف‌تر** از میانگین جاذبه‌ها در حلال (پیوند هیدروژنی) و حل‌شونده (پیوند یونی در $AgCl$) است.

ت) نیروی بین مولکولی در آب و اتانول، همانند نیروی بین مولکولی در هیدروژن فلوئورید و آب، از نوع پیوند هیدروژنی است.

تست و پاسخ ۱۰۹

چند مورد از مطالب زیر، درست است؟

- **اسمز یک فرایند فیزیکی است که طی آن بدون صرف انرژی، حلال به وسیلهٔ یک غشای نیمه‌تراوا از محلول رقیق به محلول غلیظ‌تر نفوذ می‌کند.**
- **قانون هنری، تأثیر فشار بر انحلال‌پذیری گازها در آب، در دمای معین را بررسی می‌کند و مربوط به گازهایی است که با حلال واکنش نمی‌دهند.**
- **قطر روزنه‌های موجود در غشای نیمه‌تراوا و ضخامت آن در فرایند اسمز، می‌تواند روی مقدار و نوع ذره‌های عبورکرده از غشاء تأثیر بگذارد.**
- **ردّپای آب نشان می‌دهد که هر فرد چه مقدار از آب شیرین قابل استفاده و در دسترس را مصرف می‌کند و چه مقدار از حجم منابع آب شیرین کم می‌شود.**

۱) ۳ ۲) ۲ ۳) ۱ ۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ ۴

همهٔ عبارت‌ها درست‌اند.

پاسخ تشریحی عبارت اول: به انتشار (حرکت) مولکول‌های آب از درون یک غشای نیمه‌تراوا از سمت محلول رقیق‌تر به سمت محلول غلیظ‌تر و یا از سمت حلال خالص به سمت محلول را اسمز (گذرندگی) می‌گویند که بدون صرف انرژی انجام می‌شود.

نکته **مقایسه اسمز و اسمز معکوس**

ویژگی / فرایند		اسمز	اسمز معکوس
جهت خالص انتقال مولکول‌های حلال (آب)		از محلول رقیق‌تر به محلول غلیظ‌تر (یا از حلال خالص به محلول)	از محلول غلیظ‌تر به محلول رقیق‌تر (یا از محلول به حلال خالص)
تغییر غلظت محلول‌ها با گذشت زمان	محلول رقیق	غلیظ‌تر می‌شود.	رقیق‌تر می‌شود.
	محلول غلیظ	رقیق‌تر می‌شود.	غلیظ‌تر می‌شود.
تغییر حجم و ارتفاع محلول‌ها با گذشت زمان	محلول رقیق	کاهش می‌یابد.	افزایش می‌یابد.
	محلول غلیظ	افزایش می‌یابد.	کاهش می‌یابد.
نوع فرایند		خودبه‌خودی	غیر خودبه‌خودی (اعمال فشار)

عبارت دوم: قانون هنری اثر فشار بر انحلال‌پذیری گازها را بررسی می‌کند و دربارهٔ گازهایی مانند CO_2، SO_2 و SO_3 که می‌توانند با آب واکنش دهند، کارایی ندارد.

عبارت سوم: غشای نیمه‌تراوا غشایی است که فقط اجازهٔ عبور برخی از مولکول‌ها (در این‌جا آب) و بعضی از یون‌ها را می‌دهد. طبیعتاً در اثر تغییر قطر روزنه‌های غشاء و نیز ضخامت آن، موادی که اجازهٔ عبور دارند، دستخوش تغییر خواهند شد.

عبارت چهارم: *درسته! اینم بدونین* که تقریباً همهٔ آب‌های مصرفی در صنایع گوناگون، از منابع آب شیرین تأمین می‌شود.

تست و پاسخ ۱۱۰

انحلال‌پذیری گاز نیتروژن مونوکسید، در دمای $20^\circ C$ و فشار $3\ atm$ برابر ۰/۰۲ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. برای حل‌کردن کامل گاز NO تولیدشده از واکنش ۲۵/۶ گرم فلز مس با مقدار کافی HNO_3 مطابق واکنش زیر، به چند کیلوگرم آب $20^\circ C$ در فشار $12\ atm$ نیاز است؟
$(Cu = 64 , O = 16 , N = 14 : g.mol^{-1})$

$Cu(s) + HNO_3(aq) \rightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + NO(g) + H_2O(l)$ (معادلهٔ واکنش موازنه شود.)

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۲/۵ ۴) ۲۰

پاسخ: گزینهٔ ۲

خودت حل کنی بهتره ابتدا از طریق محاسبات استوکیومتری، مقدار گاز NO را به دست بیار، سپس از طریق قانون هنری، انحلال‌پذیری آن را در فشار $12\ atm$ محاسبه کن و در نهایت با یک تناسب ساده، مقدار آب مورد نیاز را به دست بیار.

پاسخ تشریحی **گام اول:** ابتدا معادلهٔ واکنش را موازنه می‌کنیم:

$$3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$$

گام دوم: جرم گاز NO تولیدشده در اثر واکنش ۲۵/۶ گرم فلز مس با مقدار کافی HNO_3 را می‌یابیم:

$$25/6\,g\,Cu \times \frac{1\,mol\,Cu}{64\,g\,Cu} \times \frac{2\,mol\,NO}{3\,mol\,Cu} \times \frac{30\,g\,NO}{1\,mol\,NO} = 8\,g\,NO$$

گام سوم: انحلال‌پذیری گاز NO در فشار $12\ atm$ را به دست می‌آوریم. فشار ۴ برابر $(\frac{12}{3} = 4)$ شده است؛ پس مطابق قانون هنری، انحلال‌پذیری گاز NO نیز ۴ برابر خواهد شد:

$$S = 0/02 \times 4 = 0/08\ g \quad \text{(انحلال‌پذیری)}$$

در دمای $20^\circ C$ و فشار $12\ atm$، ۰/۰۸ گرم نیتروژن مونوکسید در ۱۰۰ گرم آب حل شده و یک محلول سیرشده ایجاد می‌کند. الان باید ببینیم برای انحلال ۸ گرم NO در این شرایط، چند کیلوگرم آب نیاز است:

$$8\,g\,NO \times \frac{100\,g\,\text{آب}}{0/08\,g\,NO} \times \frac{1\,kg\,\text{آب}}{1000\,g\,\text{آب}} = 10\,kg\,\text{آب}$$

ریاضی دوازدهم و پایهٔ مرتبط: ریاضی (۳): صفحه‌های ۴۹ تا ۶۴، ریاضی (۲): صفحه‌های ۱۱۹ تا ۱۴۲

تست و پاسخ ۱۱۱

به ازای چند مقدار a، مجموعهٔ $(-۱, a^۲ - a) \cup (۲, a)$ همسایگی محذوف عدد ۲ است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) صفر

پاسخ: گزینهٔ ۴

مشاوره سؤال بسیار ساده‌ای است. اگر در آن اشکال دارید، به تعاریف کتاب درسی مراجعه کنید.

خودت حل کنی بهتره بازه‌ها را جابه‌جا کنید تا به فرم کلی همسایگی محذوف برسید.

نکته همسایگی محذوف $x_۰$، به صورت $(a,b)-\{x_۰\}$ یا $(a,x_۰)\cup(x_۰,b)$ است.

پاسخ تشریحی **گام اول:** با توجه به نکته، مجموعهٔ داده‌شده باید به صورت $(A,۲)\cup(۲,B)$ باشد. مجموعهٔ داده‌شده را به صورت زیر می‌نویسیم:

$$(-۱,\underbrace{a^۲-a}_{۲})\cup(۲,a)$$

$$\Rightarrow a^۲-a=۲ \Rightarrow a^۲-a-۲=۰ \xrightarrow[a'x^۲+b'x+c'=۰]{b'=a'+c'} \begin{cases} a=-۱ \\ a=\dfrac{-c'}{a'}=-(\dfrac{-۲}{۱})=۲ \end{cases}$$

گام دوم: هیچ‌یک از دو مقدار به‌دست‌آمده قابل قبول نیستند، چون به ازای آن‌ها بازهٔ $(۲,a)$ تشکیل نمی‌شود؛ پس هیچ مقداری برای a وجود ندارد.

تست و پاسخ ۱۱۲

در تقسیم چندجمله‌ای $P(x)$ بر $x^۲-۴$، باقی‌مانده برابر $۳x+۱$ شده است. اگر $P(۱)=۵$ باشد، مقدار خارج‌قسمت به ازای $x=۱$ کدام است؟

۱) ۳ ۲) -۳ ۳) $\frac{۱}{۳}$ ۴) $-\frac{۱}{۳}$

پاسخ: گزینهٔ ۴

مشاوره سؤالات مبحث تقسیم و بخش‌پذیری چند تیپ مشخص دارند. با حل چند مثال بر آن‌ها مسلط شوید.

خودت حل کنی بهتره رابطهٔ تقسیم را بنویسید و در آن $x=۱$ را جای‌گذاری کنید.

پاسخ تشریحی **گام اول:** خارج‌قسمت تقسیم را $Q(x)$ در نظر می‌گیریم و رابطهٔ تقسیم را می‌نویسیم.

$$P(x)=(x^۲-۴)Q(x)+۳x+۱ \quad (۱)$$

گام دوم: با جای‌گذاری $x=۱$ در تساوی (۱)، طبق صورت سؤال باید $P(۱)=۵$ باشد.

$$P(۱)=(۱^۲-۴)Q(۱)+۳\times۱+۱ \xrightarrow{P(۱)=۵} ۵=-۳Q(۱)+۴ \Rightarrow Q(۱)=-\frac{۱}{۳}$$

پس مقدار خارج‌قسمت به ازای $x=۱$ برابر با $-\frac{۱}{۳}$ است.

تست و پاسخ ۱۱۳

اگر α، β و -۲ ریشه‌های چندجمله‌ای $f(x)=۲x^۳+۵x^۲-۳x-m$ باشند، آن‌گاه مقدار $\log_{\frac{m}{۲}} ۲\alpha^۲+\alpha$ کدام است؟

۱) صفر ۲) ۱ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) $\frac{۱}{۴}$

پاسخ: گزینهٔ ۲

خودت حل کنی بهتره از حل $f(-۲)=۰$، m را به دست آورید.

پاسخ تشریحی **گام اول:** با جای‌گذاری $x=-۲$ در معادلهٔ $f(x)=۰$ مقدار m را به دست می‌آوریم:

$$f(-۲)=۰ \Rightarrow ۲(-۲)^۳+۵(-۲)^۲-۳(-۲)-m=۰ \Rightarrow -۱۶+۲۰+۶-m=۰ \Rightarrow m=۱۰$$

$$\Rightarrow f(x)=۲x^۳+۵x^۲-۳x-۱۰$$

گام دوم: از آن‌جایی که $x=-۲$ ریشهٔ چندجمله‌ای $f(x)$ است؛ پس این چندجمله‌ای عامل $x+۲$ دارد. برای پیداکردن سایر ریشه‌ها، $f(x)$ را بر $x+۲$ تقسیم می‌کنیم.

$$\begin{array}{r|l} ۲x^۳+۵x^۲-۳x-۱۰ & x+۲ \\ \hline -(۲x^۳+۴x^۲) & ۲x^۲+x-۵ \\ \hline x^۲-۳x-۱۰ & \\ -(x^۲+۲x) & \\ \hline -۵x-۱۰ & \\ -(-۵x-۱۰) & \\ \hline ۰ & \end{array}$$

$$\Rightarrow f(x)=(x+۲)(\underbrace{۲x^۲+x-۵}_{\alpha \text{ و } \beta})$$

α و β ریشه‌های این عبارت هستند.

گام سوم: α ریشهٔ عبارت $۲x^۲+x-۵$ است؛ پس:

$$۲\alpha^۲+\alpha-۵=۰ \Rightarrow ۲\alpha^۲+\alpha=۵ \quad (۱)$$

گام چهارم: خواستهٔ سؤال $\log_{\frac{m}{۲}} ۲\alpha^۲+\alpha$ است. با جای‌گذاری (۱) داریم:

$$\log_{\frac{m}{۲}} ۲\alpha^۲+\alpha=\log_{\frac{۱۰}{۲}} ۵=\log_۵ ۵=۱$$

تست و پاسخ ۱۱۴

تابع $f(x)=[\sin \pi x]+[\log_{۰/۵} x]$ در کدام نقطه حد دارد؟

۱) $x=۰/۲۵$ ۲) $x=۰/۵$ ۳) $x=۱$ ۴) $x=۲$

پاسخ: گزینهٔ ۴

خودت حل کنی بهتره نمودار توابع $y=\log_{۰/۵} x$ و $y=\sin \pi x$ را رسم کنید و هر یک از گزینه‌ها را بررسی کنید.

درس‌نامه محاسبهٔ حد $\lim\limits_{x \to a} f(g(x))$

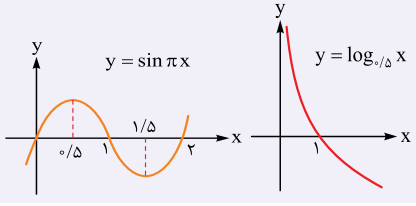
مرحلهٔ ۱	حد تابع داخلی را وقتی $x \to a$ حساب می‌کنیم، مثلاً L می‌شود (مهم است که L^+ می‌شود یا L^-).
مرحلهٔ ۲	حد تابع بیرونی را وقتی $x \to L^+$ یا $x \to L^-$ حساب می‌کنیم.

نکته برای آن‌که تابع f در $x=a$ حد داشته باشد (و مقدار حدش L باشد)، باید هر دو شرط زیر را داشته باشد:

۱) در اطراف $x=a$ تعریف‌شده باشد. (هر دو طرف)

۲) حد راست و چپ در $x=a$ برابر L باشد.

تذکر فرض کنید $\lim\limits_{x \to a} f(x)=L$ و L عدد صحیح باشد. وقتی خواستهٔ سؤال $\lim\limits_{x \to a}[f(x)]$ باشد، باید مشخص کنید که وقتی $x \to a^+$ یا $x \to a^-$، مقادیر تابع f به سمت L^+ یا L^- میل می‌کنند. برای این کار، یکی از روش‌ها، استفاده از نمودار تابع f است؛ برای مثال در این سؤال نمودار توابع $y=\sin \pi x$ و $y=\log_{۰/۵} x$ مطابق زیر است:



پاسخ تشریحی حد تابع f را در هر یک از گزینه‌ها بررسی می‌کنیم.

۱) $\lim_{x\to ۰/۲۵^+} f(x) = [\underbrace{\sin\frac{\pi^+}{۴}}_{\frac{\sqrt{۲}}{۲}}] + [\underbrace{\log_{۰/۵}۰/۲۵^+}_{\log_{۰/۵}(۰/۵^+)^۲}] = [\frac{\sqrt{۲}}{۲}] + [\overbrace{۲\underbrace{\log_{۰/۵}۰/۵^+}_{۱^-}}^{۲^-}] = ۰+۱=۱$

$\lim_{x\to ۰/۲۵^-} f(x) = [\underbrace{\sin\frac{\pi^-}{۴}}_{\frac{\sqrt{۲}}{۲}}] + [\underbrace{\log_{۰/۵}۰/۲۵^-}_{\log_{۰/۵}(۰/۵^-)^۲}] = [\frac{\sqrt{۲}}{۲}] + [\overbrace{۲\underbrace{\log_{۰/۵}۰/۵^-}_{۱^+}}^{۲^+}] = ۰+۲=۲$

در $x=۰/۲۵$ حد چپ و راست با هم برابر نیستند؛ پس تابع در این نقطه حد ندارد.

۲) $\lim_{x\to ۰/۵^+} f(x) = [\underbrace{\sin\frac{\pi^+}{۲}}_{۱^-}] + [\underbrace{\log_{۰/۵}۰/۵^+}_{۱^-}] = ۰+۰=۰$

$\lim_{x\to ۰/۵^-} f(x) = [\underbrace{\sin\frac{\pi^-}{۲}}_{۱^-}] + [\underbrace{\log_{۰/۵}۰/۵^-}_{۱^+}] = ۰+۱=۱$

در $x=۰/۵$ حد چپ و راست با هم برابر نیستند؛ پس تابع در این نقطه حد ندارد.

۳) $\lim_{x\to ۱^+} f(x) = [\underbrace{\sin\pi^+}_{۰^-}] + [\underbrace{\log_{۰/۵}۱^+}_{۰^-}] = -۱-۱=-۲$

$\lim_{x\to ۱^-} f(x) = [\underbrace{\sin\pi^-}_{۰^+}] + [\underbrace{\log_{۰/۵}۱^-}_{۰^+}] = ۰+۰=۰$

در $x=۱$ هم حدهای چپ و راست با هم برابر نیستند؛ پس تابع در این نقطه هم حد ندارد.

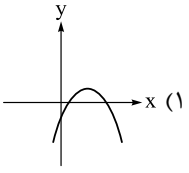
۴) $\lim_{x\to ۲^+} f(x) = [\underbrace{\sin۲\pi^+}_{۰^+}] + [\underbrace{\log_{۰/۵}۲^+}_{-\log_۲۲^+ \atop ۱^+}] = [۰^+] + [-۱^-] = ۰-۲=-۲$

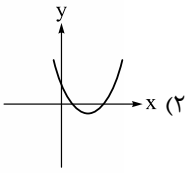
$\lim_{x\to ۲^-} f(x) = [\underbrace{\sin۲\pi^-}_{۰^-}] + [\underbrace{\log_{۰/۵}۲^-}_{-\log_۲۲^- \atop ۱^-}] = [۰^-] + [-۱^+] = -۱-۱=-۲$

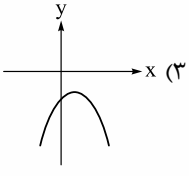
در $x=۲$ حد چپ و راست با هم برابرند؛ پس تابع f در این نقطه حد دارد.

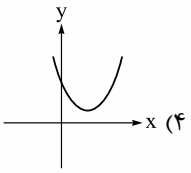
تست و پاسخ ۱۱۵

اگر $\lim_{x\to ۱} \frac{x^۲-۱}{x^۳+ax^۲+bx+c} = +\infty$، نمودار تابع $y=ax^۲+bx+c$ شبیه کدام گزینه است؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

پاسخ: گزینهٔ ۳

مشاوره از سؤالات ترکیبی در کنکورهای سال‌های اخیر بسیار استفاده شده است.

خودت حل کنی بهتره مخرج کسر باید به فرم $(x-1)^3$ باشد تا پس از حذف عامل صفرکننده در صورت، عامل $(x-1)^2$ در مخرج باقی بماند.

درس‌نامه حد بی‌نهایت

اگر در محاسبهٔ حد یک تابع کسری، حد مخرج صفر و حد صورت عددی غیرصفر باشد، حاصل حدمان $+\infty$ یا $-\infty$ است. علامت بی‌نهایت با توجه به علامت صفر حدی مخرج و عدد صورت مشخص می‌شود.

نکته اگر در محاسبهٔ حد، مخرجمان صفر مطلق شد، آن حد موجود نیست.

	حالت	مثال
۱	$\frac{\text{عدد مثبت}}{0^+}=+\infty$	$\lim\limits_{x\to 2^+}\frac{x+1}{x-2}=\frac{3}{0^+}=+\infty$
۲	$\frac{\text{عدد مثبت}}{0^-}=-\infty$	$\lim\limits_{x\to 1^-}\frac{x^2+x}{x-1}=\frac{2}{0^-}=-\infty$
۳	$\frac{\text{عدد منفی}}{0^+}=-\infty$	$\lim\limits_{x\to 2^-}\frac{x-5}{2-x}=\frac{-3}{0^+}=-\infty$
۴	$\frac{\text{عدد منفی}}{0^-}=+\infty$	$\lim\limits_{x\to 5^-}\frac{1-x}{x^2-25}=\frac{-4}{0^-}=+\infty$

پاسخ تشریحی **گام اول:** حد صورت کسر وقتی $x\to 1$ میل می‌کند، صفر است. از آن‌جایی که حاصل حد، بی‌نهایت شده است، باید حد مخرج نیز صفر باشد. هم‌چنین از آن‌جایی که وقتی $x\to 1^+$ یا $x\to 1^-$ می‌رود، حاصل حد در هر دو حالت $+\infty$ است، نتیجه می‌گیریم که باید در مخرج کسر عامل $(x-1)^3$ داشته باشیم تا پس از ساده‌سازی یکی از عامل‌های $(x-1)$ با صورت، در مخرج عامل $(x-1)^2$ باقی بماند. این حالت را بررسی می‌کنیم.

$$\lim_{x\to 1}\frac{x^2-1}{(x-1)^3}\overset{\text{مزدوج}}{=\!=}\lim_{x\to 1}\frac{(x-1)(x+1)}{(x-1)^3}=\lim_{x\to 1}\frac{x+1}{(x-1)^2}=\frac{2}{0^+}=+\infty$$

گام دوم: مخرج کسر را برابر با $(x-1)^3$ قرار می‌دهیم تا ضرایب به دست آیند.

$$(x-1)^3=x^3+ax^2+bx+c\Rightarrow x^3-3x^2+3x-1=x^3+ax^2+bx+c\Rightarrow\begin{cases}a=-3\\b=3\\c=-1\end{cases}$$

گام سوم: پس تابع $y=ax^2+bx+c$ به فرم $y=-3x^2+3x-1$ درمی‌آید. ضریب x^2 منفی است؛ پس دهانهٔ سهمی رو به پایین است (رد ۲ و ۴). دلتای عبارت درجه‌دوم منفی است $(\Delta=-3)$، پس تابع درجه‌دوم، صفر ندارد؛ در نتیجه تنها ۳ می‌تواند جواب باشد.

تست و پاسخ ۱۱۶

حاصل $\lim\limits_{x\to 0^+}\frac{\sqrt{1+\sqrt{x}}-1}{\sqrt{x}-[x]}$ کدام است؟

۱) ۱ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) ۲ ۴) -1

پاسخ: گزینهٔ ۲

مشاوره در محاسبهٔ حد توابع، قدرمطلق را تعیین علامت و جزء صحیح را تعیین مقدار کنید.

خودت حل کنی بهتره اول $[x]$ را تعیین مقدار کنید، سپس صورت و مخرج کسر را در مزدوج صورت ضرب کنید.

پاسخ تشریحی **گام اول:** ابتدا جزء صحیح را تعیین مقدار می‌کنیم. وقتی $x \to ۰^+$، $[۰^+] = ۰$ می‌شود؛ پس حد به صورت زیر درمی‌آید:

$$\lim_{x\to ۰^+} \frac{\sqrt{۱+\sqrt{x}}-۱}{\sqrt{x}} \Rightarrow \text{ابهام } \frac{۰}{۰} \text{ دارد.}$$

گام دوم: برای رفع ابهام، صورت و مخرج کسر را در مزدوج صورت ضرب می‌کنیم.

$$\lim_{x\to ۰^+} \frac{\sqrt{۱+\sqrt{x}}-۱}{\sqrt{x}} \times \underbrace{\frac{\sqrt{۱+\sqrt{x}}+۱}{\sqrt{۱+\sqrt{x}}+۱}}_{۲} = \lim_{x\to ۰^+} \frac{۱+\sqrt{x}-۱}{۲\sqrt{x}} = \lim_{x\to ۰^+} \frac{\sqrt{x}}{۲\sqrt{x}} = \frac{۱}{۲}$$

تست و پاسخ ۱۱۷

تابع $f(x) = \frac{a[x]+۱}{۲x+[-x]}$ در $x = ۲$ حد دارد. حاصل $\lim\limits_{x\to ۳^-} [ax]$ کدام است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) -۱ ۴) -۲

پاسخ: گزینهٔ ۳

خودت حل کنی بهتره حد چپ و راست را در $x = ۲$ حساب کرده و برابر قرار دهید.

پاسخ تشریحی **گام اول:** از آن‌جایی که تابع f در $x = ۲$ حد دارد؛ پس حد راست و چپ آن در $x = ۲$ موجود و با یکدیگر برابر است.

$$\lim_{x\to ۲^+} f(x) = \lim_{x\to ۲^+} \frac{a[x]+۱}{۲x+[-x]} = \frac{a[۲^+]+۱}{۲\times ۲+\underbrace{[-(۲^+)]}_{-۲^-}} = \frac{۲a+۱}{۴-۳} = ۲a+۱$$

$$\lim_{x\to ۲^-} f(x) = \lim_{x\to ۲^-} \frac{a[x]+۱}{۲x+[-x]} = \frac{a[۲^-]+۱}{۲\times ۲+\underbrace{[-(۲^-)]}_{-۲^+}} = \frac{a+۱}{۴-۲} = \frac{a+۱}{۲}$$

گام دوم: حد راست و چپ را برابر قرار می‌دهیم تا a به دست آید.

$$۲a+۱ = \frac{a+۱}{۲} \Rightarrow ۴a+۲ = a+۱ \Rightarrow ۳a = -۱ \Rightarrow a = -\frac{۱}{۳}$$

گام سوم: مقدار a را در $\lim\limits_{x\to ۳^-} [ax]$ قرار می‌دهیم.

$$\lim_{x\to ۳^-} [-\frac{۱}{۳}\times x] = [-\frac{۱}{۳}\times (۳^-)] = [-(۱^-)] = [-۱^+] = -۱$$

تست و پاسخ ۱۱۸

اگر $f(x) = \begin{cases} ۱-ax & ;|x|<۱ \\ ۲x^۳+۳ax & ;|x|>۱ \end{cases}$، آن‌گاه به ازای کدام مقدار a، تابع $y = f(x-\frac{x}{|x|})$ در $x = ۰$ حد دارد؟

۱) $\frac{-۳}{۲}$ ۲) $\frac{-۲}{۳}$ ۳) $\frac{۳}{۲}$ ۴) صفر

پاسخ: گزینهٔ ۴

خودت حل کنی بهتره حد چپ و راست تابع $f(x-\frac{x}{|x|})$ را در $x = ۰$ حساب کرده و آن‌ها را برابر قرار دهید.

پاسخ تشریحی **گام اول:** ابتدا ضابطهٔ تابع f را به صورت زیر بازنویسی می‌کنیم تا محدوده‌های x در آن قدرمطلقی نباشند. توجه کنید که $|x|<۱$ معادل $-۱<x<۱$ و $|x|>۱$ معادل $x>۱$ یا $x<-۱$ است.

$$f(x) = \begin{cases} ۱-ax & -۱<x<۱ \\ ۲x^۳+۳ax & x<-۱ \text{ یا } ۱<x \end{cases}$$

گام دوم: حد راست و چپ تابع $y=f(x-\frac{x}{|x|})$ را در $x=0$ محاسبه می‌کنیم. توجه کنید که:

$$\begin{cases} x\to 0^+ : |x|=x \\ x\to 0^- : |x|=-x \end{cases}$$

$$\lim_{x\to 0^+} f(x-\frac{x}{|x|}) = \lim_{x\to 0^+} f(\overbrace{x-\frac{x}{x}}^{x-1}) = f(0^+-1)=f(-1^+) \xrightarrow[\text{ضابطهٔ بالایی}]{\text{جای‌گذاری در}} 1-a(-1)=1+a$$

$$\lim_{x\to 0^-} f(x-\frac{x}{|x|}) = \lim_{x\to 0^-} f(\overbrace{x-\frac{x}{-x}}^{x+1}) = f(0^-+1)=f(1^-) \xrightarrow[\text{ضابطهٔ بالایی}]{\text{جای‌گذاری در}} 1-a$$

گام سوم: حد راست و چپ را در $x=0$ برابر قرار می‌دهیم.

$$1+a=1-a \Rightarrow 2a=0 \Rightarrow a=0$$

تست و پاسخ ۱۱۹

تابع $f(x)=\frac{[\frac{x}{3}]}{\sqrt[3]{(x-1)^2(2x-x^2)}}$ دقیقاً در ۲ نقطهٔ بازهٔ $(-3,a)$ حد ندارد. حداکثر مقدار a کدام است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۶

پاسخ: گزینهٔ ۴

مشاوره یک سؤال مفهومی از مبحث حد است. سؤالات مفهومی همواره مد نظر طراحان کنکور بوده‌اند.

خودت حل کنی بهتره ریشه‌های مخرج کسر و xهایی که به ازای آن‌ها داخل جزء صحیح، عدد صحیح می‌شوند را بررسی کنید.

پاسخ تشریحی **گام اول:** با توجه به ضابطهٔ تابع، هر جایی که داخل جزء صحیح، عدد صحیح شود و یا در ریشه‌های مخرج کسر احتمالاً تابع حد ندارد. طبق بازهٔ $(-3,a)$، از -3 به سمت راست محور xها حرکت می‌کنیم. $x=0$ اولین نقطه‌ای است که در آن هم داخل جزء صحیح، عدد صحیح می‌شود و هم ریشهٔ مخرج کسر است. حد راست و چپ تابع را در این نقطه بررسی می‌کنیم.

$$\lim_{x\to 0^+} \frac{[\frac{x}{3}]}{\sqrt[3]{(x-1)^2(2x-x^2)}} = \frac{\text{صفر مطلق}}{\text{صفر حدی}} = 0$$

$$\lim_{x\to 0^-} \frac{[\frac{x}{3}]}{\sqrt[3]{(x-1)^2(2x-x^2)}} = \lim_{x\to 0^-} \frac{[\frac{0^-}{3}]}{\sqrt[3]{x}\times\sqrt[3]{(x-1)^2(2-x)}} = \lim_{x\to 0^-} \frac{-1}{\sqrt[3]{x}\times\underbrace{\sqrt[3]{(0-1)^2(2-0)}}_{\sqrt[3]{2}}} = \frac{\text{عدد منفی}}{0^-} = +\infty$$

حد چپ و راست تابع در $x=0$ برابر نیستند؛ پس $x=0$ اولین نقطه‌ای است که تابع در آن حد ندارد.

گام دوم: بعد از $x=0$، در $x=1$ و $x=2$ حاصل حد صورت کسر صفر مطلق می‌شود؛ پس با وجود این‌که این اعداد ریشهٔ مخرج کسر هستند، ولی تابع f در این نقاط حد دارد.

گام سوم: به ازای $x=3$ داخل جزء صحیح، عدد صحیح می‌شود؛ پس حد چپ و راست تابع در این نقطه با هم برابر نیستند.

گام چهارم: نقطهٔ بعدی که تابع در آن حد نخواهد داشت، $x=6$ است که به ازای آن داخل جزء صحیح، عدد صحیح می‌شود؛ پس حداکثر مقدار a عدد ۶ است، به طوری که تابع در بازهٔ $(-3,6)$ در دو نقطهٔ $x=0$ و $x=3$ حد ندارد.

تست و پاسخ ۱۲۰

اگر حاصل $\lim\limits_{x\to 1}\frac{x^3+bx^2+cx+1}{x-1}$ برابر صفر باشد، bc کدام است؟

۱) ۱ ۲) -1 ۳) ۲ ۴) -2

پاسخ: گزینهٔ ۱

خودت حل کنی بهتره صورت کسر باید عامل $(x-1)^2$ داشته باشد تا پس از ساده‌سازی با مخرج، در صورت عامل صفرکنندهٔ $(x-1)$ باقی بماند.

پاسخ تشریحی **گام اول:** چون حد مخرج کسر در $x=1$ برابر با صفر است؛ پس باید حد عبارت صورت هم صفر باشد تا حالت مبهم $\frac{0}{0}$ ایجاد شود و پس از رفع ابهام، حاصل نهایی حد، عدد صفر شود.

گام دوم: از طرفی چون حاصل نهایی حد صفر شده است؛ پس در صورت کسر باید عامل $(x-1)^2$ داشته باشیم که پس از ساده‌سازی با عامل $x-1$ در مخرج کسر، هم‌چنان عامل صفرکننده در صورت کسر باقی بماند. به این ترتیب عبارت صورت کسر بر $(x-1)^2$ بخش‌پذیر است، یعنی باقی‌ماندهٔ تقسیم صورت بر $(x-1)^2$ صفر است. تقسیم را می‌نویسیم و باقی‌مانده را صفر قرار می‌دهیم.

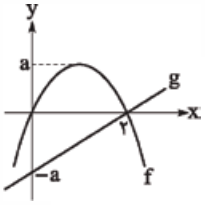
$$\begin{array}{r|l} x^3+bx^2+cx+1 & (x-1)^2 \\ -(x^3-2x^2+x) & \hline x+(b+2) \\ \hline (b+2)x^2+(c-1)x+1 & \\ -(x^2-2x+1) & \\ \hline \underbrace{(b+1)x^2+(c+1)x}_{\text{باقی‌مانده}=0} & \end{array}$$

عدد یک را انتخاب کردیم تا در باقی‌مانده عدد ثابت باقی نماند. (باقی‌مانده باید صفر شود!)

$$\Rightarrow \begin{cases} b+1=0 \\ c+1=0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} b=-1 \\ c=-1 \end{cases} \Rightarrow bc=1$$

تست و پاسخ ۱۲۱

نمودار تابع درجه‌دوم f و تابع خطی g رسم شده است. اگر $\lim\limits_{x\to 2}\frac{f(x)-g(x)}{x^2-4}=-2/5$، آن‌گاه a کدام است؟



۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ ۴

مشاوره این سؤال هم ترکیبی است و هم در آن از نمودار استفاده شده است. از تیپ‌های مورد علاقهٔ طراحان کنکور است.

خودت حل کنی بهتره ضابطهٔ توابع f و g را نوشته و در حد جای‌گذاری کنید.

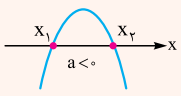
درس‌نامه رسم سهمی به معادلهٔ $y=a(x-x_1)(x-x_2)$

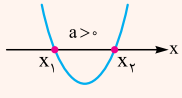
گام اول: صفرهای آن x_1 و x_2 هستند.

گام دوم: اگر لازم شد، طول رأس سهمی، میانگین صفرهایش است. $x_S=\frac{x_1+x_2}{2}$

گام سوم: اگر $a>0$ باشد، دهانه رو به بالا و اگر $a<0$ باشد، دهانه رو به پایین است.

گام چهارم: به کمک گام دوم و سوم، نمودار آن به یکی از دو شکل روبه‌رو است:





پاسخ تشریحی **گام اول:** ابتدا طبق نمودار داده‌شده، ضابطهٔ توابع f و g را به دست می‌آوریم. از تابع خطی g دو نقطهٔ $(0,-a)$ و $(2,0)$ را داریم؛ پس:

ضابطهٔ g: $y-0=\frac{-a-0}{0-2}(x-2) \Rightarrow g(x)=\frac{a}{2}(x-2)$

صفرهای تابع درجه‌دوم f، $x=0$ و $x=2$ هستند؛ پس ضابطهٔ این تابع را می‌توان $f(x)=kx(x-2)$ در نظر گرفت. دو نقطه به طول‌های $x=0$ و $x=2$ نسبت به خط تقارن سهمی متقارن هستند؛ پس طول رأس سهمی میانگین آن‌ها یعنی $\frac{2+0}{2}=1$ است. طبق نمودار عرض رأس سهمی هم a است؛ پس $f(1)=a$ است.

$$a=k\times 1\times(1-2) \Rightarrow k=-a \Rightarrow f(x)=-ax(x-2)$$

گام دوم: توابع f و g را در حد داده‌شده جای‌گذاری می‌کنیم.

$$\lim_{x\to 2}\frac{f(x)-g(x)}{x^2-4}=-2/5 \Rightarrow \lim_{x\to 2}\frac{-ax(x-2)-\frac{a}{2}(x-2)}{(x-2)(x+2)}=-2/5$$

$$\Rightarrow \lim_{x\to 2}\frac{(x-2)(-ax-\frac{a}{2})}{(x-2)\underbrace{(x+2)}_{4}}=-2/5 \Rightarrow \frac{-2a-\frac{a}{2}}{4}=-2/5$$

$$\Rightarrow -\frac{5}{2}a=-10 \Rightarrow a=4$$

تست و پاسخ ۱۲۲

اگر $\lim_{x\to a^-}\frac{\cos x}{1+2\cos x}=+\infty$، آن‌گاه مقدار a کدام می‌تواند باشد؟

۱) $\frac{7\pi}{6}$ ۲) $\frac{5\pi}{6}$ ۳) $\frac{2\pi}{3}$ ۴) $\frac{4\pi}{3}$

پاسخ: گزینهٔ ۴

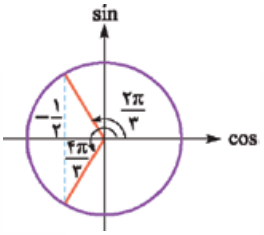
مشاوره معمولاً یکی از سؤالات مبحث حد و پیوستگی در کنکور، مربوط به حد توابع مثلثاتی است.

خودت حل کنی بهتره حد مخرج کسر باید صفر شود.

پاسخ تشریحی **گام اول:** برای آن‌که حاصل حد بی‌نهایت شود، باید حد مخرج صفر شود؛ پس ریشه‌های مخرج می‌توانند مقدار a را مشخص کنند.

$$1+2\cos x=0 \Rightarrow \cos x=-\frac{1}{2} \xrightarrow{\text{با توجه به گزینه‌ها}} x=\frac{2\pi}{3} \text{ یا } x=\frac{4\pi}{3}$$

گام دوم: a یکی از مقادیر $\frac{2\pi}{3}$ یا $\frac{4\pi}{3}$ است. هر دو مقدار را بررسی می‌کنیم. توجه کنید که طبق دایرهٔ مثلثاتی زیر، وقتی $x\to\frac{2\pi}{3}^-$، آن‌گاه $\cos x\to -\frac{1}{2}^+$ و وقتی $x\to\frac{4\pi}{3}^-$، آن‌گاه $\cos x\to -\frac{1}{2}^-$.



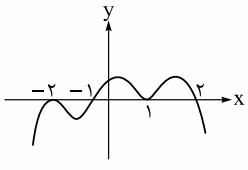
$$\lim_{x\to\frac{2\pi}{3}^-}\frac{\cos x}{1+2\cos x}=\frac{-\frac{1}{2}}{1+2(-\frac{1}{2}^+)}=\frac{-\frac{1}{2}}{0^+}=-\infty$$

$$\lim_{x\to\frac{4\pi}{3}^-}\frac{\cos x}{1+2\cos x}=\frac{-\frac{1}{2}}{1+2(-\frac{1}{2}^-)}=\frac{-\frac{1}{2}}{0^-}=+\infty$$

پس جواب $a=\frac{4\pi}{3}$ است.

تست و پاسخ ۱۲۳

نمودار تابع f رسم شده است. اگر $\lim_{x\to a}\frac{|x|}{f(\frac{x}{2})}=-\infty$، آن‌گاه a کدام است؟



۱) ۲ ۲) -2

۳) ۴ ۴) -4

پاسخ: گزینهٔ ۴

مشاوره یک سؤال مفهومی و زیبا از مبحث حد است. سؤالات مفهومی همواره مد نظر طراحان کنکور بوده‌اند.

خودت حل کنی بهتره حد مخرج کسر باید 0^- شود، زیرا صورت همواره نامنفی است.

پاسخ تشریحی **گام اول:** چون حاصل حد بی‌نهایت شده است، پس باید حد مخرج کسر صفر باشد؛ یعنی $f(\frac{a}{2}) = 0$ است.

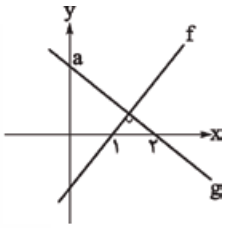
پس طبق نمودار، $\frac{a}{2}$ می‌تواند یکی از مقادیر -2، -1، ۱ یا ۲ باشد.

گام دوم: صورت کسر $\frac{|x|}{f(\frac{x}{2})}$ همواره نامنفی است. برای آن‌که حاصل حد $-\infty$ شود، باید مخرج کسر در طرفین ریشهٔ آن منفی باشد و طبق نمودار، این اتفاق تنها در -2 رخ می‌دهد. به عبارت دیگر حد راست و چپ تابع در $x = -2$ هر دو 0^- است که نتیجهٔ آن $\frac{\text{عدد مثبت}}{0^-} = -\infty$ می‌شود.

گام سوم: از گام اول و دوم نتیجه می‌گیریم که باید $\frac{a}{2} = -2$ باشد؛ پس $a = -4$ می‌شود.

تست و پاسخ ۱۲۴

نمودار دو تابع خطی f و g رسم شده است. اگر $\lim\limits_{x\to 1^-} \frac{x}{f(x)+g(2x)} = +\infty$، آن‌گاه حدود a کدام است؟



۱) $0 < a < \sqrt{2}$

۲) $0 < a < \frac{1}{2}$

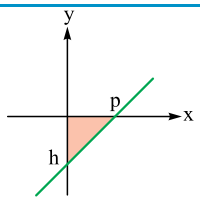
۳) $a > \sqrt{2}$

۴) $a > \frac{1}{2}$

پاسخ: گزینهٔ ۳

خودت حل کنی بهتره ضابطهٔ توابع خطی f و g را به دست آورید و در حد جای‌گذاری کنید.

درس‌نامه ۱) نوشتن معادلهٔ خط

	چه چیزهایی از خط را داریم؟	معادلهٔ خط	مثال
۱	شیب (m) و عرض از مبدأ (h)	$y = mx + h$	معادلهٔ خط با شیب ۲ و عرض از مبدأ ۵: $y = 2x + 5$
۲	شیب (m) و نقطهٔ (x_1, y_1)	$y - y_1 = m(x - x_1)$	معادلهٔ خط با شیب ۲ و گذرنده از نقطهٔ $(1,6)$: $y - 6 = 2(x-1) \Rightarrow y = 2x + 4$
۳	دو نقطهٔ $A(x_1, y_1)$ و $B(x_2, y_2)$	۱) شیب را به دست می‌آوریم: $m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$ ۲) از رابطهٔ $y - y_1 = m(x - x_1)$ استفاده می‌کنیم.	معادلهٔ خط گذرنده از نقاط $(2,7)$ و $(-1,1)$: ۱) $m = \frac{7-1}{2-(-1)} = \frac{6}{3} = 2$ ۲) $y - 7 = 2(x-2) \Rightarrow y = 2x + 3$
۴	طول از مبدأ (p) و عرض از مبدأ (h)	 $\frac{x}{p} + \frac{y}{h} = 1$	معادلهٔ خط با طول از مبدأ ۴ و عرض از مبدأ ۲: $\frac{x}{4} + \frac{y}{2} = 1 \xrightarrow{\times 2} \frac{x}{2} + y = 2 \Rightarrow y = \frac{-x}{2} + 2$

۲) وضعیت دو خط $y = m_1x + h_1$ و $y = m_2x + h_2$ نسبت به هم

حالات دو خط نسبت به هم	شرط	مثال
موازی (غیرمنطبق)	$m_1 = m_2 \ , \ h_1 \neq h_2$	$y = 3x + 4$ $y = 3x - 2$
عمود	$m_1 = \frac{-1}{m_2}$ یا $m_1m_2 = -1$	$y = \frac{3}{4}x + 1$ $y = \frac{-4}{3}x + 2$
متقاطع	$m_1 \neq m_2$	$y = x - 1$ $y = 3x + 4$
منطبق	$m_1 = m_2 \ , \ h_1 = h_2$	$y = 2x + 5$ $2y = 4x + 10$

پاسخ تشریحی **گام اول:** ابتدا ضابطهٔ تابع خطی g را به دست می‌آوریم. طول از مبدأ این خط ۲ و عرض از مبدأ آن a است؛ پس معادلهٔ خط برابر است با:

$$g \text{ تابع: } \frac{y}{a} + \frac{x}{2} = 1 \Rightarrow g(x) = \underbrace{-\frac{a}{2}}_{\text{شیب خط: } m_g = -\frac{a}{2}}x + a$$

گام دوم: تابع خطی f بر تابع خطی g عمود است؛ پس شیب آن قرینه و معکوس شیب خط g است.

$$m_f = -\frac{1}{m_g} = -\frac{1}{\frac{-a}{2}} = \frac{2}{a}$$

از طرفی تابع f از نقطهٔ (۱،۰) نیز عبور می‌کند؛ پس معادلهٔ آن برابر است با:

$$f \text{ تابع: } y - 0 = \overbrace{\frac{2}{a}}^{m_f}(x - 1) \Rightarrow f(x) = \frac{2}{a}x - \frac{2}{a}$$

گام سوم: با جای‌گذاری توابع f و g، حد خواسته‌شده را بازنویسی می‌کنیم:

$$\lim_{x \to 1^-} \frac{x}{\underbrace{(\frac{2}{a}x - \frac{2}{a})}_{f(x)} + \underbrace{(-\frac{a}{2}(2x) + a)}_{g(2x)}} = +\infty \Rightarrow \lim_{x \to 1^-} \frac{x}{(\frac{2}{a} - a)(x - 1)}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\underbrace{(\frac{2}{a} - a)}_{\text{باید منفی باشد.}}(0^-)} = +\infty \Rightarrow \frac{2}{a} - a < 0 \Rightarrow \frac{2 - a^2}{a} < 0 \xrightarrow{a > 0} 2 - a^2 < 0 \Rightarrow 2 < a^2 \xrightarrow{a > 0} \sqrt{2} < a$$

توجه کنید که طبق نمودار $a > 0$ است.

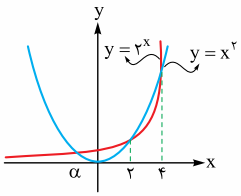
تست و پاسخ ۱۲۵

حاصل $\lim_{x \to a^+} \frac{1}{2^x - x^2}$ به ازای چند مقدار a برابر $-\infty$ می‌شود؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) هیچ مقدار

پاسخ: گزینهٔ ۱

خودت حل کنی بهتره حد مخرج کسر باید 0^- شود. نمودار توابع $y = x^2$ و $y = 2^x$ را در یک دستگاه مختصات رسم کنید.



پاسخ تشریحی **گام اول:** نمودار توابع $y=x^2$ و $y=2^x$ را در یک دستگاه مختصات رسم می‌کنیم. نقاط تلاقی این دو نمودار، ریشه‌های مخرج کسر در حد داده‌شده هستند که حاصل حد در آن‌ها $\pm\infty$ می‌شود.

پس ریشه‌های مخرج کسر ۴، ۲ و α هستند.

گام دوم: برای آن‌که حاصل حد $\lim\limits_{x\to a^+}\frac{1}{2^x-x^2}$ برابر با $-\infty$ شود، باید در همسایگی راست $x=a$، مخرج کسر 0^- شود، یعنی باید $2^x-x^2<0$ یا $2^x<x^2$ باشد. به عبارت دیگر در همسایگی راست $x=a$ باید نمودار تابع x^2 بالاتر از نمودار تابع 2^x باشد. طبق نمودار در همسایگی راست $x=4$ و $x=\alpha$ نمودار x^2 پایین‌تر از 2^x است و تنها در همسایگی راست $x=2$ نمودار x^2 بالاتر از نمودار 2^x است؛ پس مقدار a تنها می‌تواند برابر با ۲ باشد.

تست و پاسخ ۱۲۶

تابع با ضابطهٔ $f(x)=\frac{ax^2+7x}{2x^2+bx+c}$ تنها در $x=2$ حد ندارد. اگر $f(3)=6$، آن‌گاه حاصل $\lim\limits_{x\to-\infty}f(x)$ کدام است؟

۱) -1 ۲) $\frac{-1}{2}$ ۳) $\frac{1}{2}$ ۴) $\frac{3}{2}$

پاسخ: گزینهٔ ۲

خودت حل کنی بهتره مخرج ریشهٔ مضاعف $x=2$ دارد.

درس‌نامه **حد توابع چندجمله‌ای و گویا در بی‌نهایت**

۱) برای محاسبهٔ حد توابع چندجمله‌ای در $\pm\infty$، فقط جملهٔ با درجهٔ بیشتر (قاعدهٔ پرتوان) اهمیت دارد و بقیهٔ جملات را حذف می‌کنیم:

$$\lim_{x\to\pm\infty}(ax^n+bx^{n-1}+cx^{n-2}+\cdots)=\lim_{x\to\pm\infty}ax^n$$

۲) برای محاسبهٔ حد توابع گویا در $\pm\infty$، از صورت و مخرج، جملهٔ با درجهٔ بیشتر را نگه می‌داریم و بقیهٔ جملات را حذف می‌کنیم. بعد از ساده‌کردن کسر جدید، حاصل حد را حساب می‌کنیم. حد توابع کسری در $\pm\infty$، با توجه به درجهٔ صورت و مخرج، سه حالت دارد:

	مقایسهٔ درجهٔ صورت و مخرج	حاصل حد	مثال
۱	درجهٔ صورت > درجهٔ مخرج	$+\infty$ یا $-\infty$	$\lim\limits_{x\to+\infty}\frac{x^3-8x^2+1}{x-12x^2}=\frac{x^3}{-12x^2}=\frac{x}{-12}=\frac{+\infty}{-12}=-\infty$
۲	درجهٔ صورت = درجهٔ مخرج	یک عدد غیرصفر	$\lim\limits_{x\to-\infty}\frac{2x^4-x^2+3x}{3x^4+5x^2+8}=\frac{2x^4}{3x^4}=\frac{2}{3}$
۳	درجهٔ صورت < درجهٔ مخرج	صفر	$\lim\limits_{x\to+\infty}\frac{x^3+8x^2-7x}{6x^4+10x-9}=\frac{x^3}{6x^4}=\frac{1}{6x}=\frac{1}{+\infty}=0$

پاسخ تشریحی **گام اول:** از آن‌جایی که تابع f تنها در $x=2$ حد ندارد، نتیجه می‌گیریم مخرج کسر تنها یک ریشه (مضاعف) برابر با $x=2$ دارد. از طرفی چون ضریب x^2 در مخرج کسر برابر با ۲ است، پس مخرج کسر را برابر با $2(x-2)^2$ قرار می‌دهیم؛ یعنی:

$$f(x)=\frac{ax^2+7x}{2(x-2)^2}$$

گام دوم: طبق صورت سؤال $f(3)=6$ است؛ پس:

$$\frac{a(3)^2+7(3)}{2(3-2)^2}=6 \Rightarrow 9a+21=12 \Rightarrow a=-1 \Rightarrow f(x)=\frac{-x^2+7x}{2(x-2)^2}$$

گام سوم: حاصل حد خواسته‌شده را به دست می‌آوریم:

$$\lim_{x\to-\infty} f(x)=\lim_{x\to-\infty}\frac{-x^2+7x}{2(x-2)^2} \overset{\text{قاعدهٔ پرتوان}}{=\!=} \lim_{x\to-\infty}\frac{-x^2}{2x^2}=-\frac{1}{2}$$

تست و پاسخ ۱۲۷

اگر $\lim\limits_{x\to+\infty}\frac{\sqrt[3]{x+a}-\sqrt[3]{x}}{\sqrt{x+1}-\sqrt{x}}\times\sqrt[6]{x}=2$، آن‌گاه a برابر است با:

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ ۳

مشاوره مباحث مربوط به توان‌های گویا و عبارت‌های جبری را به خوبی یاد بگیرید، زیرا پیش‌نیاز مباحث آتی، مثل حد هستند.

خودت حل کنی بهتره در صورت از اتحاد چاق و لاغر و در مخرج از اتحاد مزدوج استفاده کنید.

پاسخ تشریحی **گام اول:** در صورت کسر رادیکال با فرجهٔ ۳ داریم؛ پس از اتحاد چاق و لاغر استفاده می‌کنیم. در مخرج کسر هم رادیکال با فرجهٔ ۲ داریم؛ پس از اتحاد مزدوج استفاده می‌کنیم. به عبارت دیگر صورت و مخرج کسر را در «قسمت چاق عبارت صورت» و «مزدوج عبارت مخرج» ضرب می‌کنیم تا عبارت‌ها ساده‌تر شوند.

$$\lim_{x\to+\infty}\underbrace{\frac{\overbrace{\sqrt[3]{x+a}-\sqrt[3]{x}}^{\text{اتحاد چاق و لاغر}}}{\sqrt{x+1}-\sqrt{x}}}\times\underbrace{\frac{\overbrace{\sqrt[3]{(x+a)^2}+\sqrt[3]{(x+a)x}+\sqrt[3]{x^2}}^{\text{اتحاد چاق و لاغر}}}{\sqrt[3]{(x+a)^2}+\sqrt[3]{(x+a)x}+\sqrt[3]{x^2}}\times\frac{\sqrt{x+1}+\sqrt{x}}{\sqrt{x+1}+\sqrt{x}}}_{\text{اتحاد مزدوج}}\times\sqrt[6]{x}=2$$

$$\Rightarrow \lim_{x\to+\infty}\frac{x+a-x}{x+1-x}\times\underbrace{\frac{\sqrt{x+1}+\sqrt{x}}{\sqrt[3]{(x+a)^2}+\sqrt[3]{(x+a)x}+\sqrt[3]{x^2}}}_{(*)}\times\sqrt[6]{x}=2$$

گام دوم: با استفاده از قاعدهٔ پرتوان، کسر $(*)$ را ساده می‌کنیم.

$$\xrightarrow{\text{قاعدهٔ پرتوان}} \lim_{x\to+\infty}\frac{a\times2\sqrt{x}\times\sqrt[6]{x}}{3\sqrt[3]{x^2}}=2 \quad (1)$$

گام سوم: از آن‌جایی که $\sqrt{x}\times\sqrt[6]{x}=x^{\frac{1}{2}}\times x^{\frac{1}{6}}=x^{\frac{3+1}{6}}=x^{\frac{2}{3}}=\sqrt[3]{x^2}$، حد (۱) به صورت زیر ساده می‌شود.

$$\lim_{x\to-\infty}\frac{a\times2\sqrt[3]{x^2}}{3\sqrt[3]{x^2}}=2 \Rightarrow \frac{2a}{3}=2 \Rightarrow a=3$$

تست و پاسخ ۱۲۸

اگر $f(x)=\frac{ax+b}{cx+d}$ و $g(x)=\frac{cx+d}{ax+b}$ وارون‌پذیر بوده و داشته باشیم $\lim\limits_{x\to+\infty}(g^{-1}(x))^2=\lim\limits_{x\to-\infty}(f.g)(x)$، $\lim\limits_{x\to0}f^{-1}(x)$ کدام می‌تواند باشد؟

۱) صفر ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) ۱ ۴) $\frac{3}{2}$

پاسخ: گزینهٔ ۳

مشاوره تابع هموگرافیک و ویژگی‌های آن را به خوبی یاد بگیرید. از این تابع در بسیاری از سؤالات کنکور استفاده شده است.

خودت حل کنی بهتره وارون توابع f و g را به دست آورید. در محاسبهٔ حد از قاعدهٔ پرتوان استفاده کنید.

نکته وارون تابع هموگرافیک $f(x)=\frac{ax+b}{cx+d}$ به صورت $f^{-1}(x)=\frac{-dx+b}{cx-a}$ است.

پاسخ تشریحی **گام اول:** طبق نکته، وارون تابع $g(x)=\frac{cx+d}{ax+b}$ برابر با $g^{-1}(x)=\frac{-bx+d}{ax-c}$ و وارون تابع $f(x)=\frac{ax+b}{cx+d}$ برابر با $f^{-1}(x)=\frac{-dx+b}{cx-a}$ است.

گام دوم: تساوی داده‌شده در صورت سؤال را بازنویسی می‌کنیم.

$$\lim_{x\to-\infty}(f.g)(x)=\lim_{x\to+\infty}(g^{-1}(x))^2 \Rightarrow \lim_{x\to-\infty}(\frac{ax+b}{cx+d})(\frac{cx+d}{ax+b})=\lim_{x\to-\infty}(\frac{-bx+d}{ax-c})^2 \quad (1)$$

گام سوم: از قاعدهٔ پرتوان استفاده می‌کنیم و تساوی (۱) را ساده می‌کنیم.

$$\frac{a}{c}\times\frac{c}{a}=(\frac{-b}{a})^2 \Rightarrow (\frac{-b}{a})^2=1 \Rightarrow \frac{b}{a}=\pm1 \quad (2)$$

گام چهارم: خواستهٔ سؤال را حساب می‌کنیم.

$$\lim_{x\to0}f^{-1}(x)=\lim_{x\to0}\frac{-dx+b}{cx-a}=-\frac{b}{a}\overset{(2)}{=}1 \text{ یا } -1$$

تست و پاسخ ۱۲۹

تابع f با ضابطهٔ $f(x)=\begin{cases}(a-1)[x]+ax+b & ; x\le a\\ 3x^2+2bx-1 & ; x>a\end{cases}$ روی $\mathbb{R}$ پیوسته است. مقدار $a+b$ کدام است؟

۱) -1 ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) صفر

پاسخ: گزینهٔ ۴

خودت حل کنی بهتره ضریب $[x]$ را صفر قرار دهید.

درس‌نامه ●● پیوستگی

- شرط پیوستگی تابع f در $x=a$:

$$\underbrace{\lim_{x\to a^+}f(x)}_{\text{حد راست}}=\underbrace{\lim_{x\to a^-}f(x)}_{\text{حد چپ}}=\underbrace{f(a)}_{\text{مقدار}}$$

- پیداکردن مجهول در توابع پیوسته چندضابطه‌ای:

	فرم تابع	برای پیوستگی f در $x=a$ چه می‌کنیم؟	شرط پیوستگی در نقطهٔ مرزی دامنه
۱	$f(x)=\begin{cases}g(x) & x\neq a\\ k & x=a\end{cases}$	حد چپ و راست را از g می‌گیریم و مقدارش هم k است.	$\lim_{x\to a}g(x)=k$
۲	$f(x)=\begin{cases}g(x) & x\ge a\\ h(x) & x<a\end{cases}$	حد راست و مقدارش را از g و حد چپ را از h می‌گیریم.	$g(a)=\lim_{x\to a^-}h(x)$
۳	$f(x)=\begin{cases}g(x) & x>a\\ k & x=a\\ h(x) & x<a\end{cases}$	حد راست را از g و حد چپ را از h می‌گیریم و مقدارش k است.	$\lim_{x\to a^+}g(x)=\lim_{x\to a^-}h(x)=k$
۴	$f(x)=\begin{cases}g(x) & a<x<b\\ h(x) & x\ge b \text{ یا } x\le a\end{cases}$	در دو نقطهٔ $x=a$ و $x=b$ باید پیوسته باشد.	$\lim_{x\to a^+}g(x)=h(a)$ $\lim_{x\to b^-}g(x)=h(b)$

پاسخ تشریحی **گام اول:** تابع f روی $\mathbb{R}$ پیوسته است؛ پس باید به ازای $x \le a$ نیز پیوسته باشد. از آن‌جایی که عبارت $[x]$ در اعداد صحیح ناپیوسته است؛ پس ضریب آن باید صفر باشد.

$$x \le a : \underbrace{(a-1)}_{\text{صفر}}[x] + ax + b \Rightarrow a = 1 \Rightarrow f(x) = \begin{cases} x + b & ; x \le 1 \\ 3x^2 + 2bx - 1 & ; x > 1 \end{cases}$$

گام دوم: حال شرط پیوستگی را برای مرز ضابطه‌ها یعنی $x = 1$ می‌نویسیم تا b نیز به دست آید.

$$\underbrace{f(1) = \lim_{x \to 1^-} f(x)}_{\text{ضابطهٔ بالایی}} = \underbrace{\lim_{x \to 1^+} f(x)}_{\text{ضابطهٔ پایینی}} \Rightarrow 1 + b = 3(1)^2 + 2b(1) - 1 \Rightarrow 1 + b = 2 + 2b \Rightarrow b = -1$$

گام سوم: خواستهٔ سؤال $a + b = 1 - 1 = 0$ است.

تست و پاسخ ۱۳۰

تابع با ضابطهٔ $f(x) = \begin{cases} \frac{\sqrt{x^2 - mx + (m-1)}}{|2x - k|} & ; x \ne a \\ b & ; x = a \end{cases}$ در $\mathbb{R}$ پیوسته است. مقدار $m + b + k$ کدام است؟

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۳/۵ ۴) ۴/۵

پاسخ: گزینهٔ ۴

خودت حل کنی بهتره عبارت زیر رادیکال باید همواره نامنفی باشد.

پاسخ تشریحی **گام اول:** برای آن‌که تابع f در $\mathbb{R}$ پیوسته باشد، باید عبارت زیر رادیکال همواره نامنفی باشد؛ در نتیجه دلتای آن باید منفی یا صفر باشد.

$$\sqrt{x^2 - mx + (m-1)}$$

$$\Delta \le 0 \Rightarrow m^2 - 4(m-1) \le 0 \Rightarrow m^2 - 4m + 4 \le 0 \Rightarrow (m-2)^2 \le 0 \Rightarrow m = 2$$

$$\Rightarrow f(x) = \begin{cases} \frac{\sqrt{x^2 - 2x + 1}}{|2x - k|} = \frac{|x-1|}{|2x-k|} & ; x \ne a \\ b & ; x = a \end{cases}$$

گام دوم: برای پیوسته‌بودن تابع در $\mathbb{R}$، $x = a$ باید ریشهٔ مخرج کسر باشد؛ پس:

$$2a - k = 0 \Rightarrow k = 2a \Rightarrow f(x) = \begin{cases} \frac{|x-1|}{|2x-2a|} = \frac{|x-1|}{2|x-a|} & ; x \ne a \\ b & ; x = a \end{cases}$$

گام سوم: تابع باید در $x = a$ پیوسته باشد، بنابراین حاصل $\lim_{x \to a} \frac{|x-1|}{2|x-a|}$ نباید بی‌نهایت شود، یعنی ریشهٔ مخرج با ریشهٔ صورت باید برابر باشد تا قدرمطلق‌ها با هم ساده شوند، پس $a = 1$ است؛ در نتیجه:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{2} & ; x \ne 1 \\ b & ; x = 1 \end{cases} \xrightarrow{\text{پیوستگی}} b = \frac{1}{2}$$

گام چهارم: خواستهٔ سؤال $m + b + k = 2 + \frac{1}{2} + 2(1) = 4/5$ است.

ریاضی پایه (مباحث مستقل): ریاضی (۱): صفحه‌های ۴۷ تا ۶۸

تست و پاسخ ۱۳۱

اگر $0 < a < 1$ باشد، آن‌گاه کدام‌یک درست است؟

۱) $\sqrt[3]{a} < \sqrt{a}$ ۲) $\frac{1}{a} < \frac{1}{a+1}$ ۳) $a^5 < a^3$ ۴) $1 < \sqrt[3]{a}$

پاسخ: گزینهٔ ۳

خودت حل کنی بهتره اگر $0 < a < 1$ باشد، هر چه توان a بزرگ‌تر باشد، حاصل کوچک‌تر می‌شود.

پاسخ تشریحی از آن‌جایی که $0 < a < 1$ است، هر چه به توان بزرگ‌تری برسد، مقدارش کوچک‌تر می‌شود، یعنی $a^5 < a^3 < a < \sqrt{a} < \sqrt[3]{a}$.

به این ترتیب ۱ نادرست و ۳ درست است؛ هم‌چنین توجه کنید که چون $0 < a < 1$ است، به هر توانی هم که برسد باز هم در بازهٔ $(0,1)$ خواهد بود؛ یعنی $0 < \sqrt[3]{a} < 1$ (رد ۴).

در خصوص ۲ داریم:

$$a < a+1 \xrightarrow{\text{معکوس}} \frac{1}{a} > \frac{1}{a+1}$$

تست و پاسخ ۱۳۲

اگر $a+b=4$ و $a^2+b^2=10$ باشند، آن‌گاه حاصل a^3+b^3 کدام است؟

۱) ۳۰ ۲) ۲۴ ۳) ۲۶ ۴) ۲۸

پاسخ: گزینهٔ ۴

مشاوره اتحادهای جبری پیش‌نیاز پاسخ‌دادن به بسیاری از سؤالات هستند. بر این مبحث مسلط شوید.

خودت حل کنی بهتره از اتحادهای جبری $a^2+b^2=(a+b)^2-2ab$ و $a^3+b^3=(a+b)^3-3ab(a+b)$ استفاده کنید.

پاسخ تشریحی **گام اول:** ابتدا از اتحاد $a^2+b^2=(a+b)^2-2ab$ استفاده می‌کنیم تا ab به دست آید. طبق صورت سؤال $a^2+b^2=10$ و $a+b=4$ است، جای‌گذاری می‌کنیم.

$$10=(4)^2-2ab \Rightarrow 10=16-2ab \Rightarrow 2ab=6 \Rightarrow ab=3$$

گام دوم: حال از اتحاد $a^3+b^3=(a+b)^3-3ab(a+b)$ استفاده می‌کنیم تا حاصل a^3+b^3 به دست آید.

$$a^3+b^3=(4)^3-3\times3(4)=64-36=28$$

تست و پاسخ ۱۳۳

اگر $x^2+5x-3=0$ باشد، آن‌گاه حاصل $(x^2+7x+12)(x^2+3x+2)$ کدام است؟

۱) ۳۹ ۲) ۴۸ ۳) ۵۴ ۴) ۶۳

پاسخ: گزینهٔ ۴

خودت حل کنی بهتره از تساوی $x^2+5x=3$ استفاده کنید و مقدار x^2+5x را در عبارت خواسته‌شده برابر با ۳ قرار دهید.

پاسخ تشریحی **گام اول:** از معادلهٔ $x^2+5x-3=0$ نتیجه می‌گیریم $x^2+5x=3$ است.

گام دوم: عبارت داده‌شده را برحسب x^2+5x نوشته و نتیجهٔ به‌دست‌آمده از گام اول را در آن جای‌گذاری می‌کنیم.

$$(x^2+3x+2)(x^2+7x+12)=(\underbrace{x^2+5x}_{3}-2x+2)(\underbrace{x^2+5x}_{3}+2x+12)$$

$$=(5-2x)(15+2x)=75+10x-30x-4x^2=75-20x-4x^2 \quad (1)$$

گام سوم: عبارت (۱) را هم برحسب x^2+5x می‌نویسیم و جای‌گذاری می‌کنیم.

$$\xrightarrow{(1)} 75-4(\underbrace{x^2+5x}_{3})=75-12=63$$

تست و پاسخ ۱۳۴

اگر $\frac{\sqrt{\alpha}+\sqrt{\beta}}{۲}=\sqrt{۳+\sqrt{۵-\sqrt{۱۳+\sqrt{۴۸}}}}$، مقدار $\alpha+\beta$ کدام است؟

۱) ۶ ۲) ۸ ۳) ۱۲ ۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ ۲

خودت حل کنی بهتره در سمت چپ تساوی، زیر رادیکال‌ها را به صورت زنجیره‌ای به فرم مربع کامل بنویسید.

درس‌نامه ساده‌کردن عبارت‌های به فرم $\sqrt{A\pm۲\sqrt{B}}$

اگر رادیکالی به شکل $\sqrt{A\pm۲\sqrt{B}}$ دیدید، باید زیر رادیکال، یعنی $A\pm۲\sqrt{B}$ را به شکل $(\sqrt{C}+\sqrt{D})^۲$ بنویسید:

$$(\sqrt{C}\pm\sqrt{D})^۲=A\pm۲\sqrt{B}\Rightarrow C+D\pm۲\sqrt{CD}=A\pm۲\sqrt{B}\Rightarrow\begin{cases}A=C+D\\B=C\times D\end{cases}$$

یعنی باید دنبال دوتا عدد باشیم که جمعشان A و ضربشان B باشد؛ مثلاً برای ساده‌کردن $\sqrt{۵+۲\sqrt{۶}}$، باید دوتا عدد پیدا کنیم که جمعشان ۵ و ضربشان ۶ باشد. این دوتا عدد ۲ و ۳ هستند؛ پس جای $۵+۲\sqrt{۶}$ می‌نویسیم $(\sqrt{۳}+\sqrt{۲})^۲$ و داریم:

$$\sqrt{۵+۲\sqrt{۶}}=\sqrt{(\sqrt{۳}+\sqrt{۲})^۲}=\sqrt{۳}+\sqrt{۲}$$

پاسخ تشریحی **گام اول:** ابتدا سمت چپ تساوی را ساده می‌کنیم. زیر رادیکال را به صورت مربع کامل می‌نویسیم. توجه کنید که $\sqrt{۴۸}=\sqrt{۴\times۱۲}=۲\sqrt{۱۲}$ است.

$$\sqrt{۳+\sqrt{۵-\underbrace{\sqrt{۱۳}}_{۱+۱۲}+\underbrace{\sqrt{۴۸}}_{۲\sqrt{۱۲}}}}=\sqrt{۳+\sqrt{۵-\underbrace{\sqrt{(\sqrt{۱۲})^۲+۱^۲+۲\times۱\times\sqrt{۱۲}}}_{(\sqrt{۱۲}+۱)^۲}}}=\sqrt{۳+\sqrt{۵-\sqrt{۱۲}-۱}}$$

$$=\sqrt{۳+\sqrt{\underbrace{۴}_{۱+۳}-\underbrace{\sqrt{۱۲}}_{۲\sqrt{۳}}}}=\sqrt{۳+\sqrt{\underbrace{(\sqrt{۳})^۲+۱^۲-۲\times۱\times\sqrt{۳}}_{(\sqrt{۳}-۱)^۲}}}=\sqrt{۳+\sqrt{۳}-۱}$$

$$=\sqrt{۲+\sqrt{۳}}\times\frac{\sqrt{۲}}{\sqrt{۲}}=\frac{\sqrt{۴+۲\sqrt{۳}}}{\sqrt{۲}}=\frac{\sqrt{۲}}{۲}\times\sqrt{\underbrace{(\sqrt{۳})^۲+۱^۲+۲\times۱\times\sqrt{۳}}_{(\sqrt{۳}+۱)^۲}}=\frac{\sqrt{۲}}{۲}\times(\sqrt{۳}+۱)$$

$$=\frac{\sqrt{۶}+\sqrt{۲}}{۲}$$

گام دوم: تساوی صورت سؤال به فرم مقابل درمی‌آید:

$$\frac{\sqrt{۶}+\sqrt{۲}}{۲}=\frac{\sqrt{\alpha}+\sqrt{\beta}}{۲}\Rightarrow\begin{cases}\alpha=۶\ \text{و}\ \beta=۲\\\quad\text{یا}\\\alpha=۲\ \text{و}\ \beta=۶\end{cases}\Rightarrow\alpha+\beta=۸$$

تست و پاسخ ۱۳۵

اگر $a=\frac{۱}{۲+\sqrt{۳}}$ و $b=\frac{۱}{۲-\sqrt{۳}}$، حاصل $\frac{۱}{a+۱}+\frac{۱}{b+۱}$ کدام است؟

۱) ۱ ۲) $\frac{۱}{۶}$ ۳) ۶ ۴) $۲\sqrt{۳}$

پاسخ: گزینهٔ ۱

خودت حل کنی بهتره برای اعداد a و b، مخرج کسرها را گویا کنید.

درس نامه گویاکردن مخرج کسرها

فرم کسر	روش گویاکردن مخرج	مثال
$\frac{\bigcirc}{\sqrt{a}}$	صورت و مخرج را در $\sqrt{a}$ ضرب می‌کنیم.	$\frac{۶}{\sqrt{۲}}\times\frac{\sqrt{۲}}{\sqrt{۲}}=\frac{۶\sqrt{۲}}{۲}=۳\sqrt{۲}$
$\frac{\bigcirc}{\sqrt[m]{a^n}}$	صورت و مخرج را در $\sqrt[m]{a^k}$ ضرب می‌کنیم. (k کوچک‌ترین عددی است که به ازای آن، $n+k$ مضرب m است.)	$\frac{۱۲}{\sqrt[۳]{۲^۴}}\times\frac{\sqrt[۳]{۲^۲}}{\sqrt[۳]{۲^۲}}=\frac{۱۲\sqrt[۳]{۴}}{\sqrt[۳]{۲^۶}}=\frac{۱۲\sqrt[۳]{۴}}{۴}=۳\sqrt[۳]{۴}$
$\frac{\bigcirc}{\sqrt{a}\pm b}$ یا $\frac{\bigcirc}{\sqrt{a}\pm\sqrt{b}}$	صورت و مخرج را در مزدوج مخرج ضرب می‌کنیم.	$\frac{۶}{\sqrt{۷}-۲}\times\frac{\sqrt{۷}+۲}{\sqrt{۷}+۲}=\frac{۶(\sqrt{۷}+۲)}{۷-۴}=۲(\sqrt{۷}+۲)$
$\frac{\bigcirc}{\sqrt[۳]{a}\pm b}$ یا $\frac{\bigcirc}{\sqrt[۳]{a}\pm\sqrt[۳]{b}}$	صورت و مخرج را در چاق مخرج ضرب می‌کنیم.	$\frac{۳}{\sqrt[۳]{۳}+\sqrt[۳]{۲}}\times\frac{\sqrt[۳]{۹}-\sqrt[۳]{۶}+\sqrt[۳]{۴}}{\sqrt[۳]{۹}-\sqrt[۳]{۶}+\sqrt[۳]{۴}}=\frac{۳(\sqrt[۳]{۹}-\sqrt[۳]{۶}+\sqrt[۳]{۴})}{۵}$
$\frac{\bigcirc}{\sqrt[۳]{a^۲}\pm\sqrt[۳]{ab}+\sqrt[۳]{b^۲}}$	صورت و مخرج را در لاغر مخرج ضرب می‌کنیم.	$\frac{۱۰}{\sqrt[۳]{۹}-\sqrt[۳]{۶}+\sqrt[۳]{۴}}\times\frac{\sqrt[۳]{۳}+\sqrt[۳]{۲}}{\sqrt[۳]{۳}+\sqrt[۳]{۲}}=\frac{۱۰(\sqrt[۳]{۳}+\sqrt[۳]{۲})}{۵}=۲(\sqrt[۳]{۳}+\sqrt[۳]{۲})$

پاسخ تشریحی **گام اول:** ابتدا مخرج کسر عدد a و عدد b را با استفاده از اتحاد مزدوج گویا می‌کنیم.

$$a=\frac{۱}{۲+\sqrt{۳}}\times\frac{۲-\sqrt{۳}}{۲-\sqrt{۳}}=\frac{۲-\sqrt{۳}}{۴-۳}=۲-\sqrt{۳}$$

$$b=\frac{۱}{۲-\sqrt{۳}}\times\frac{۲+\sqrt{۳}}{۲+\sqrt{۳}}=\frac{۲+\sqrt{۳}}{۴-۳}=۲+\sqrt{۳}$$

گام دوم: مقادیر به‌دست‌آمده از گام اول را در عبارت $\frac{۱}{a+۱}+\frac{۱}{b+۱}$ جای‌گذاری می‌کنیم.

$$\frac{۱}{۲-\sqrt{۳}+۱}+\frac{۱}{۲+\sqrt{۳}+۱}=\frac{۱}{۳-\sqrt{۳}}+\frac{۱}{۳+\sqrt{۳}}=\underbrace{\frac{۳+\sqrt{۳}+۳-\sqrt{۳}}{(۳-\sqrt{۳})(۳+\sqrt{۳})}}_{۹-۳}=\frac{۶}{۶}=۱$$

تست و پاسخ ۱۳۶

اگر $A=\sqrt[۵]{۹\sqrt[۳]{۸۱}}\times(\frac{۱}{\sqrt{۳}})^{\frac{-۸}{۳}}$، آن‌گاه حاصل $(۳A)^{\frac{-۱}{۳}}$ کدام است؟

۱) $\sqrt{۳}$ ۲) ۳ ۳) $\frac{۱}{۳}$ ۴) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$

پاسخ: گزینهٔ ۳

خودت حل کنی بهتره از توان‌های گویا استفاده کنید و عبارت A را ساده کنید.

پاسخ تشریحی **گام اول:** ابتدا A را ساده می‌کنیم.

$$A=\sqrt[5]{\frac{\sqrt[3]{81}}{3^2}}\times\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)^{-\frac{8}{3}}\Rightarrow A=\underbrace{\sqrt[5]{3^2\times3^{\frac{4}{3}}}}_{3^{(2+\frac{4}{3})}}\times\underbrace{\left(3^{-\frac{1}{2}}\right)^{-\frac{8}{3}}}_{3^{(-\frac{1}{2})(-\frac{8}{3})}}$$

$$\Rightarrow A=\underbrace{\sqrt[5]{3^{\frac{10}{3}}}}_{(3^{\frac{10}{3}})^{\frac{1}{5}}}\times3^{\frac{4}{3}}=3^{\frac{2}{3}}\times3^{\frac{4}{3}}=3^{(\frac{2}{3}+\frac{4}{3})}=3^2=9$$

گام دوم: مقدار $A=9$ را در عبارت $(3A)^{-\frac{1}{3}}$ جای‌گذاری می‌کنیم.

$$\underbrace{(3\times9)}_{27}^{-\frac{1}{3}}=\frac{1}{\sqrt[3]{27}}=\frac{1}{3}$$

تست و پاسخ ۱۳۷

هرگاه $a=\sqrt[4]{6-2\sqrt{5}}$ به طوری که $A=(a+\frac{2}{a}+\sqrt{3})(a+\frac{2}{a}-\sqrt{3})$، مقدار $(A-1)^2$ چه عددی است؟

۱) ۲۰ ۲) ۱۶ ۳) ۲۴ ۴) ۱۰

پاسخ: گزینهٔ ۱

خودت حل کنی بهتره عبارت $6-2\sqrt{5}$ را به صورت مربع کامل بنویسید، سپس a^2 را در عبارت A جای‌گذاری کنید.

پاسخ تشریحی **گام اول:** برای ساده‌سازی a، ابتدا زیر رادیکال را به صورت مربع کامل می‌نویسیم.

$$a=\sqrt[4]{\underbrace{6}_{1+5}-2\sqrt{5}}=\sqrt[4]{\underbrace{1^2+(\sqrt{5})^2-2(1)\sqrt{5}}_{\text{اتحاد مربع تفاضل دو جمله}}}=\sqrt[4]{(\sqrt{5}-1)^2}=\sqrt{\sqrt{5}-1}\Rightarrow a^2=\sqrt{5}-1$$

گام دوم: عبارت A را با استفاده از اتحاد مزدوج ساده می‌کنیم.

$$A=(a+\frac{2}{a}+\sqrt{3})(a+\frac{2}{a}-\sqrt{3})=(a+\frac{2}{a})^2-(\sqrt{3})^2=a^2+\frac{4}{a^2}+4-3$$

$$\Rightarrow A=a^2+\frac{4}{a^2}+1\quad(1)$$

گام سوم: مقدار a^2 را از گام اول در تساوی (۱) جای‌گذاری می‌کنیم.

$$A=\sqrt{5}-1+\frac{4}{\sqrt{5}-1}+1=\sqrt{5}+\underbrace{\frac{4}{\sqrt{5}-1}\times\frac{\sqrt{5}+1}{\sqrt{5}+1}}_{\text{مزدوج}}=\sqrt{5}+\frac{4(\sqrt{5}+1)}{\underbrace{5-1}_{4}}\Rightarrow A=2\sqrt{5}+1$$

گام چهارم: مقدار A را از گام سوم در خواستهٔ سؤال جای‌گذاری می‌کنیم.

$$(A-1)^2=(2\sqrt{5}+1-1)^2=(2\sqrt{5})^2=4\times5=20$$

تست و پاسخ ۱۳۸

اگر $x\sqrt[4]{x^2}+\sqrt[4]{x^6}=0$، حاصل عبارت $A=\frac{1+x^5|x|}{1+x^3|x|}-\frac{x^4}{1+x^2}$ کدام است؟ $(x\neq0,-1)$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۲− ۴) ۱−

پاسخ: گزینهٔ ۱

خودت حل کنی بهتره از تساوی داده‌شده، نتیجه بگیرید که $|x|=-x$ است، سپس در A جای‌گذاری کنید.

پاسخ تشریحی **گام اول:** ابتدا تساوی $x\sqrt[4]{x^2}+\sqrt[4]{x^6}=0$ را بررسی می‌کنیم.

$$x\sqrt[4]{x^2}+\underbrace{\sqrt[4]{x^4\times x^2}}_{|x|\sqrt[4]{x^2}}=0 \Rightarrow \sqrt[4]{x^2}(x+|x|)=0 \xrightarrow{x\neq 0} x+|x|=0$$

$$\Rightarrow |x|=-x \quad (1)$$

گام دوم: از تساوی (۱) در عبارت A جای‌گذاری می‌کنیم.

$$A=\frac{1+x^5\overbrace{|x|}^{(-x)}}{1+x^3\underbrace{|x|}_{(-x)}}-\frac{x^4}{1+x^2}=\frac{\overset{(2)}{1-x^6}}{1-x^4}-\frac{x^4}{1+x^2}$$

گام سوم: صورت کسر (۲) را با استفاده از اتحاد چاق و لاغر و مخرج آن را با استفاده از اتحاد مزدوج ساده می‌کنیم.

$$\frac{1^3-(x^2)^3}{1^2-(x^2)^2}=\frac{\overbrace{(1-x^2)(1+x^2+x^4)}^{\text{چاق و لاغر}}}{\underbrace{(1-x^2)(1+x^2)}_{\text{مزدوج}}}=\frac{1+x^2}{1+x^2}+\frac{x^4}{1+x^2}=1+\frac{x^4}{1+x^2} \quad (3)$$

گام چهارم: عبارت (۳) را در عبارت A که در گام دوم به آن رسیدیم، جای‌گذاری می‌کنیم.

$$A=1+\frac{x^4}{1+x^2}-\frac{x^4}{1+x^2}=1$$

تست و پاسخ ۱۳۹

اگر $A=\sqrt[3]{5+3\sqrt{3}}$ و $B=\frac{\sqrt{3}-1}{\sqrt[3]{2}}$، آن‌گاه $\frac{A}{B}$ به کدام عدد صحیح نزدیک‌تر است؟

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

پاسخ: گزینهٔ ۲

خودت حل کنی بهتره عبارت $\frac{A}{B}$ را تشکیل دهید. عبارت زیر رادیکال با فرجهٔ ۳ را باید به صورت مکعب کامل بنویسید.

پاسخ تشریحی **گام اول:** مقادیر A و B را در کسر $\frac{A}{B}$ جای‌گذاری می‌کنیم.

$$\frac{A}{B}=\frac{\sqrt[3]{5+3\sqrt{3}}}{\frac{\sqrt{3}-1}{\sqrt[3]{2}}}=\frac{\sqrt[3]{2}\times\sqrt[3]{5+3\sqrt{3}}}{\sqrt{3}-1}=\frac{\sqrt[3]{10+6\sqrt{3}}}{\sqrt{3}-1}$$

گام دوم: عبارت زیر رادیکال با فرجهٔ ۳ در صورت کسر را به صورت مکعب کامل می‌نویسیم.

$$\sqrt[3]{\underbrace{3\sqrt{3}}_{(\sqrt{3})^3}+\underbrace{3\times 3}_{3(\sqrt{3}^2)\times 1}+\underbrace{3\sqrt{3}}_{3(1^2)\sqrt{3}}+\underbrace{1}_{1^3}}=\sqrt[3]{(\sqrt{3}+1)^3}=\sqrt{3}+1 \quad (1)$$

گام سوم: عبارت (۱) را در $\frac{A}{B}$ جای‌گذاری می‌کنیم و صورت و مخرج کسر را در مزدوج عبارت مخرج ضرب می‌کنیم.

$$\frac{A}{B}=\frac{\sqrt{3}+1}{\sqrt{3}-1}\times\frac{\sqrt{3}+1}{\sqrt{3}+1}=\frac{(\sqrt{3})^2+2\sqrt{3}+1}{3-1}=\frac{4+2\sqrt{3}}{2}=2+\sqrt{3} \xrightarrow{\sqrt{3}\simeq 1/7} \frac{A}{B}\simeq 3/7$$

پس $\frac{A}{B}$ به عدد صحیح ۴ نزدیک‌تر است.

تست و پاسخ ۱۴۰

اگر $\frac{\sqrt{a}}{a}-\frac{\sqrt{۲}}{۲}+\frac{\sqrt{۳}}{۳}=\frac{۲}{\sqrt{۲}+\sqrt{۵}+\sqrt{۳}}$**، آن‌گاه a کدام است؟**

۱) ۱/۲ ۲) ۱/۸ ۳) ۶ ۴) ۵

پاسخ: گزینهٔ ۱

خودت حل کنی بهتره صورت و مخرج کسر سمت چپ تساوی را در $\sqrt{۵}-\sqrt{۳}+\sqrt{۲}$ ضرب کنید.

پاسخ تشریحی **گام اول:** صورت و مخرج سمت چپ تساوی را در مزدوج مخرج ضرب می‌کنیم. مزدوج مخرج را به صورت $(\sqrt{۵})-(\sqrt{۲}+\sqrt{۳})$ در نظر می‌گیریم، زیرا وقتی $(\sqrt{۲}+\sqrt{۳})$ به توان ۲ می‌رسد، عدد ۵ ظاهر می‌شود که با $-(\sqrt{۵})^{۲}$ ساده می‌شود.

$$\frac{۲}{(\sqrt{۲}+\sqrt{۳})+\sqrt{۵}}\times\frac{(\sqrt{۲}+\sqrt{۳})-\sqrt{۵}}{(\sqrt{۲}+\sqrt{۳})-\sqrt{۵}}=\frac{۲(\sqrt{۲}+\sqrt{۳}-\sqrt{۵})}{\underbrace{(\sqrt{۲}+\sqrt{۳})^{۲}}_{۲+۳+۲\sqrt{۶}}-\underbrace{(\sqrt{۵})^{۲}}_{۵}}=\frac{۲(\sqrt{۲}+\sqrt{۳}-\sqrt{۵})}{۲\sqrt{۶}}$$

$$=\underbrace{\frac{\sqrt{۲}}{\sqrt{۶}}}_{\sqrt{۲}\times\sqrt{۳}}+\underbrace{\frac{\sqrt{۳}}{\sqrt{۶}}}_{\sqrt{۲}\times\sqrt{۳}}-\frac{\sqrt{۵}}{\sqrt{۶}}=\frac{۱}{\sqrt{۳}}+\frac{۱}{\sqrt{۲}}-\frac{\sqrt{۵}}{\sqrt{۶}}=\frac{\sqrt{۳}}{۳}+\frac{\sqrt{۲}}{۲}-\sqrt{\frac{۵}{۶}}\quad(۱)$$

گام دوم: از مقایسهٔ تساوی عبارت (۱) با سمت راست تساوی صورت سؤال نتیجه می‌گیریم که:

$$\frac{\sqrt{a}}{a}=\sqrt{\frac{۵}{۶}}\xrightarrow{\text{به توان ۲}}\frac{۱}{a}=\frac{۵}{۶}\Rightarrow a=\frac{۶}{۵}=۱/۲$$

زمین‌شناسی: صفحه‌های ۵۹ تا ۶۶

تست و پاسخ ۱۴۱

برای رفع مشکل انباشته‌شدن رسوبات و کاهش ظرفیت مخزن سد، چه اقدامی در اولویت قرار دارد؟

۱) تصفیهٔ آب در محل احداث سد
۲) عملیات لایروبی در فواصل زمانی مناسب
۳) عملیات بتن‌کاری کف و دیوارهٔ مخزن سد
۴) انتقال تدریجی آب سد به زمین‌های اطراف

پاسخ: گزینهٔ ۲

مشاوره **از بعضی از مطالب کتاب درسی تا به حال در کنکور تجربی مشاهدهٔ سؤال نداشتیم، ولی این دلیل بر بی‌اهمیت‌بودن آن نیست، به خط به خط کتاب درسی توجه کنین.**

پاسخ تشریحی رسوباتی که از طریق رودها به مخزن سدها حمل می‌شوند، به تدریج از ظرفیت مخزن می‌کاهند. بعضی از سدهای کشور، بر اثر انباشته‌شدن از رسوبات، بخش قابل توجهی از کارایی خود را از دست داده‌اند. برای رفع این مشکل لازم است، در فواصل زمانی لازم عمل لایروبی صورت گیرد.

تست و پاسخ ۱۴۲

پس از آزمایش‌های انجام‌گرفته روی نمونه‌های سنگی مختلف، خصوصیات آن‌ها تعیین شده است. هر نمونه می‌تواند کدام سنگ باشد؟

الف) سنگ آذرین، مناسب برای تکیه‌گاه سازه
ب) سنگ تبخیری، دارای انحلال‌پذیری بالا
پ) سنگ رسوبی، دارای ساختار سست و ضعیف

۱) الف) کوارتزیت/ ب) سنگ آهک/ پ) شیل
۲) الف) کوارتزیت/ ب) سنگ نمک/ پ) شیست
۳) الف) گابرو/ ب) سنگ گچ/ پ) شیل
۴) الف) گابرو/ ب) سنگ نمک/ پ) شیست

پاسخ: گزینهٔ ۳

مشاوره **مقاومت انواع سنگ‌ها مبحث ساده‌ای می‌باشد که در کنکورهای اخیر نیز مورد سؤال قرار گرفته است.**

درس‌نامه

دسته‌بندی سنگ‌ها	آذرین	دگرگونی	رسوبی
مناسب برای تکیه‌گاه سازه	گابرو (پی‌سنگ سد امیرکبیر)	کوارتزیت هورنفلس	ماسه‌سنگ سنگ آهک ضخیم‌لایه
نامناسب برای تکیه‌گاه سازه	—	شیست (به دلیل سست و ضعیف بودن)	سنگ گچ (یا ژیپس) (سنگ تبخیری، به دلیل انحلال‌پذیری) سنگ نمک (سنگ تبخیری، به دلیل انحلال‌پذیری) شیل (به دلیل تورق و سست‌بودن) سنگ آهک دارای حفرات انحلالی (آهک کارستی)

پاسخ تشریحی سنگ‌های آذرین، می‌توانند تکیه‌گاه مناسبی برای سازه‌های سنگین باشند؛ مانند پی‌سنگ سد امیرکبیر که از جنس سنگ گابرو است.

سنگ‌های تبخیری مانند سنگ گچ و نمک به دلیل انحلال‌پذیری در برابر تنش مقاوم نیستند؛ هم‌چنین شیل‌ها که در دستهٔ سنگ‌های رسوبی قرار می‌گیرند به دلیل تورق و سست‌بودن در برابر تنش مقاوم نیستند.

بررسی سایر موارد:

- کوارتزیت سنگی دگرگونی (نه آذرین) می‌باشد. (رد ۱ و ۲)
- سنگ آهک، سنگی تبخیری نمی‌باشد. (رد ۱)
- شیست، سنگی رسوبی نمی‌باشد. (رد ۲ و ۴)

تست و پاسخ ۱۴۳

در چه شرایطی، سنگ‌های پی سد دچار نشست می‌شوند؟

۱) هرگاه سنگ‌های بستر، تحت تأثیر نیرویی از خارج قرار گیرند.

۲) زمانی که فشار بر بدنهٔ سدها از فشار بر تکیه‌گاه سد، کم‌تر باشد.

۳) اگر سنگ‌های پی سد در برابر تنش‌های ناشی از وزن سد، مقاومت نکنند.

۴) اگر وزن مصالح مورد استفاده در سد از آب مخزن، سنگین‌تر باشند.

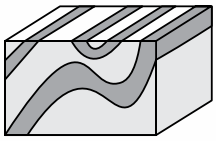
پاسخ: گزینهٔ ۳

مشاوره مقاومت سازه‌ها و سنگ پی آن‌ها در برابر تنش از مباحث حفظی می‌باشد که با مطالعهٔ دقیق متن کتاب درسی می‌توانید به راحتی به سؤالات مطرح‌شده از آن پاسخ دهید.

پاسخ تشریحی سنگ‌های پی سد، باید در برابر تنش‌های ناشی از وزن سد، مقاوم باشند و دچار گسیختگی و نشست نشوند.

تست و پاسخ ۱۴۴

عامل ایجاد شکل مقابل کدام است؟

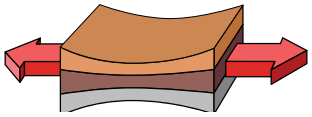
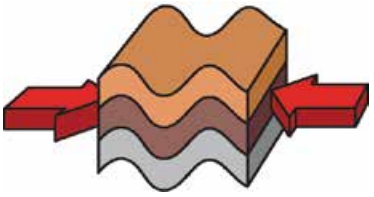
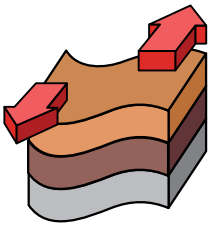


۱) تنش کششی
۲) تنش برشی
۳) تنش فشاری
۴) تنش ترکیبی

پاسخ: گزینهٔ ۳

مشاوره تنش و انواع آن همواره در کنکورها مورد سؤال قرار می‌گیرد. البته این مبحث بیشتر با فصل ۶ کتاب درسی ترکیب می‌شود که سؤالات مختلف آن را در آزمون‌های پیش رو خواهید دید.

درس‌نامه

نوع تنش	اثر بر روی سنگ	تغییر شکل
کششی	گسستگی سنگ	
فشاری	متراکم‌شدن سنگ	
برشی	بریدن سنگ	

پاسخ تشریحی تنش فشاری باعث متراکم‌شدن سنگ‌ها و نهایتاً ایجاد چین‌خوردگی می‌شود.

تست و پاسخ ۱۴۵

احداث تونل در کدام مورد، بیشترین پایداری را دارد؟

۱) پایین‌تر از منطقهٔ تغذیه
۲) لایهٔ زیرین منطقهٔ تهویه
۳) لایه‌های فوقانی سطح ایستابی
۴) خاک‌های تحتانی سطح پیزومتریک

پاسخ: گزینهٔ ۳

مشاوره پایداری سازه‌های زیرزمینی از مطالب حفظی می‌باشد که با مطالعهٔ دقیق کتاب درسی می‌توانید به سؤالات این قسمت پاسخ دهید.

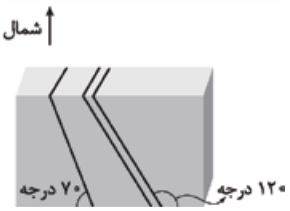
پاسخ تشریحی تونل‌هایی که در بالای سطح ایستابی قرار می‌گیرند، از پایداری بیشتری برخوردارند.

۱) جریان و ۲) فشار آب زیرزمینی از عوامل مهم ناپایداری تونل‌ها و فضاهای زیرزمینی هستند. به دلیل آن‌که در زیر سطح ایستابی، منطقهٔ اشباع واقع است، جریان دائمی آب عامل ناپایداری تونل خواهد بود.

در شرایطی که سنگ‌های داخل تونل از نظر پایداری و نشت آب، وضعیت مطلوبی نداشته باشند، دیواره و سقف تونل با محافظی از بتن یا سایر مصالح پوشیده می‌شود.

تست و پاسخ ۱۴۶

با توجه به شکل زیر شیب و امتداد لایه‌ها در کدام عبارت صحیح‌تر است؟



۱) ۷۰ درجه ـ شرقی غربی
۲) ۱۲۰ درجه ـ شرقی غربی
۳) ۱۲۰ درجه ـ شمالی جنوبی
۴) ۷۰ درجه ـ شمالی جنوبی

پاسخ: گزینهٔ ۴

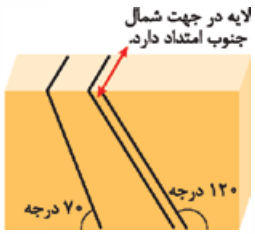
مشاوره شیب و امتداد لایه‌ها از مباحث مورد علاقهٔ طراح می‌باشد، پس شما هم بهتر است به این مبحث علاقه‌مند شوید. ☺

درس‌نامه

امتداد لایه: فصل مشترک یک صفحهٔ افقی با سطح هر لایه را امتداد آن لایه گویند و آن را با زاویه‌ای که نسبت به شمال یا جنوب می‌سازد مشخص می‌کند.

شیب لایه: زاویه‌ای است که سطح لایه با سطح افق می‌سازد. شیب لایه بین صفر (لایه‌های افقی) تا ۹۰ درجه (لایه‌های قائم) تغییر می‌کند.

پاسخ تشریحی شیب لایه همواره بین صفر تا ۹۰ درجه است.



تست و پاسخ ۱۴۷

در مطالعات ساخت تونل‌ها، توجه به کدام مورد اهمیت چندانی ندارد و کدام‌یک از تأسیسات یا فعالیت‌های عمرانی و معدنی ذکرشده، نیاز به فضاهای زیرزمینی بزرگ‌تری دارد؟

۱) نشت آبی ـ استخراج مواد معدنی
۲) خردشدگی ـ انتقال فاضلاب
۳) هوازدگی ـ ایستگاه مترو
۴) تنوع سنگ‌ها ـ نیروگاه

پاسخ: گزینهٔ ۴

مشاوره مقایسهٔ انواع فضاهای زیرزمینی می‌تواند در کنکور و آزمون‌ها مورد سؤال قرار گیرد؛ پس هنگام مطالعه به تفاوت و تشابه آن‌ها دقت کنید.

درس‌نامه انواع حفاری‌های زیرزمینی

۱) تونل	استفاده به منظور حمل‌ونقل، انتقال آب، انتقال فاضلاب، استخراج مواد معدنی
۲) مغار	۱) فضاهای زیرزمینی بزرگ‌تر از تونل‌ها ۲) برای ایجاد تأسیسات زیرزمینی مانند نیروگاه‌ها، ایستگاه‌های مترو، ذخیرهٔ نفت

پاسخ تشریحی
- تونل‌ها و فضاهای زیرزمینی باید در زمین‌هایی با مقاومت کافی احداث شوند؛ بنابراین زمین‌شناس باید مطالعات خود را بر شناسایی مناطقی با کم‌ترین خردشدگی، هوازدگی یا نشت آب متمرکز کند. نشت آب از طریق شکستگی‌ها و نفوذپذیری سنگ‌ها رخ می‌دهد.
- مغارها فضاهای زیرزمینی بزرگ‌تری هستند که برای ایجاد تأسیسات زیرزمینی مانند نیروگاه‌ها، ایستگاه‌های مترو، ذخیرهٔ نفت و یا موارد دیگر استفاده می‌شوند.

تست و پاسخ ۱۴۸

تنش وارد بر یک نمونه سنگ با سطح مقطع دایره‌ای برابر با $۱/۲\times۱۰^{۳}\ N/m^{۲}$ است. در صورتی‌که نیروی وارد بر این سنگ دو برابر و شعاع نمونه نصف شود، مقدار تنش حاصل چه‌قدر خواهد شد؟

۱) $۹/۶\times۱۰^{۳}$ ۲) $۴/۸\times۱۰^{۳}$ ۳) $۲/۴\times۱۰^{۳}$ ۴) $۷/۲\times۱۰^{۳}$

پاسخ: گزینهٔ ۱

مشاوره فرمول تنش هیچ‌گاه در کنکور مسئله و سؤالی نداشته است. ما برای محکم کاری یک سؤال محاسبه‌ای از این مبحث برای شما قرار دادیم تا با این سبک سؤال نیز آشنا شوید.

پاسخ تشریحی اگر در رابطهٔ تنش، مقدار تنش را با T، نیرو را با F و سطح مقطع را با A نشان دهیم، در این صورت:

$$T=\frac{F}{A}$$

در صورتی که $T_۱$ مقدار اولیهٔ تنش و $T_۲$ مقدار ثانویهٔ تنش باشد، در این صورت:

$$\frac{T_۲}{T_۱}=\frac{\frac{F_۲}{A_۲}}{\frac{F_۱}{A_۱}}$$

چون سطح مقطع دایره‌ای است:

$$A=\pi r^{۲}\Rightarrow \frac{T_۲}{T_۱}=\frac{\frac{F_۲}{\pi r_۲^{۲}}}{\frac{F_۱}{\pi r_۱^{۲}}}$$

با توجه به اطلاعات داده‌شده در مسئله:

$$F_۲=۲F_۱ \quad \text{و} \quad r_۲=\frac{۱}{۲}r_۱$$

$$\frac{T_۲}{T_۱}=\frac{\frac{F_۲}{\pi r_۲^{۲}}}{\frac{F_۱}{\pi r_۱^{۲}}}=\frac{\frac{۲F_۱}{\pi(\frac{۱}{۲}r_۱)^{۲}}}{\frac{F_۱}{\pi r_۱^{۲}}}=\frac{\frac{۲}{۱}}{\frac{۴}{۱}}=۸$$

$$\frac{T_۲}{T_۱}=۸\Rightarrow T_۲=۸\times T_۱=۸\times۱/۲\times۱۰^{۳}=۹/۶\times۱۰^{۳}\ N/m^{۲}$$

تست و پاسخ ۱۴۹

کدام عبارت، جملهٔ زیر را به درستی کامل می‌کند؟

«وقتی سنگ‌های داخل تونل از نظر پایداری و نشت آب، وضعیت مطلوبی نداشته باشند، باید ..... .»

۱) جهت جریان آب زیرزمینی را کنترل کرد ۲) سطح ایستابی آبخوان‌ها را پایین برد
۳) با محافظ بتن، سقف و دیوارهٔ تونل را پوشاند ۴) همواره پروژهٔ عمرانی ساخت تونل را متوقف کرد

پاسخ: گزینهٔ ۳

مشاوره یک سؤال حفظی و ساده که با مطالعهٔ دقیق متن کتاب درسی به راحتی می‌توانید به آن پاسخ دهید.

پاسخ تشریحی در شرایطی که سنگ‌های داخل تونل از نظر پایداری و نشت آب، وضعیت مطلوبی نداشته باشند، دیواره و سقف تونل با محافظی از بتن یا سایر مصالح پوشیده می‌شود.

تست و پاسخ ۱۵۰

چرا قبل از اجرای پروژه‌های عمرانی مثل مجتمع‌های تجاری و برج‌ها، گمانه‌هایی را در نقاط مختلف محل احداث سازه حفر می‌کنند؟

۱) بررسی میزان نفوذپذیری سنگ و خاک منطقه
۲) بررسی ترکیب شیمیایی خاک یا سنگ پی‌سازه
۳) بررسی دانه‌بندی و رفتار خاک پی‌سازه در برابر فشارهای وارده
۴) بررسی مقدار مقاومت سنگ و خاک پی‌سازه در برابر تنش‌های وارده

پاسخ: گزینهٔ ۴

مشاوره مطالعات آغازین پروژه از مباحث ساده‌ای است که با مطالعهٔ آن به راحتی می‌توانید به سؤالات مطرح‌شده پاسخ دهید.

درس‌نامه

- اولین مرحله در اجرای ساخت یک سازه: انجام مطالعات زمین‌شناسی سنگ بستر سازه ← موارد مورد مطالعه: ۱) پستی و بلندی‌های محل احداث سازه ۲) استحکام سنگ‌ها ۳) نفوذپذیری ۴) پایداری دامنه‌ها در برابر تنش ۵) جنس مصالح به‌کاررفته در سازه
- **عامل مهم در مکان‌یابی ساختگاه یک سازه:** مقاومت زمین پی‌سازه در برابر نیروهای وارده
- **عامل مؤثر در پایداری یک سازه:** مورفولوژی (شکل‌شناسی) و پستی و بلندی‌های محل احداث سازه

پاسخ تشریحی در مطالعات آغازین یک پروژه، به منظور نمونه‌برداری از خاک یا سنگ پی‌سازه، گمانه‌ها یا چال‌های باریک و عمیقی در نقاط مختلف محل احداث سازه حفر می‌شود. نمونه‌های سنگ یا خاک برداشت شده، به آزمایشگاه‌های تخصصی ارسال می‌شود و مقدار مقاومت سنگ و خاک در برابر تنش‌های وارده را مورد بررسی قرار می‌دهند.

تست و پاسخ ۱۵۱

کدام گزینه در ارتباط با شیل‌ها به درستی بیان شده است؟

۱) از سنگ‌های دگرگونی است که سست و ضعیف‌اند و برای پی‌سازه‌ها مناسب نیستند.
۲) نوعی سنگ تبخیری است که به دلیل انحلال‌پذیری بالا در برابر تنش مقاوم نمی‌باشند.
۳) به خوبی قابلیت تشکیل آبخوان دارند و معمولاً چشمه‌های پرآب و دائمی را می‌سازند.
۴) می‌توانند سنگ نفوذناپذیر را ایجاد کنند و مانع مهاجرت اولیهٔ نفت خام شوند.

پاسخ: گزینهٔ ۴

مشاوره یک سؤال ترکیبی با فصل ۲ و ۳ کتاب درسی است! بایستی هنگام مطالعهٔ برخی سنگ‌ها یا کانی‌ها به مطالب مطرح‌شده در فصل‌های دیگر نیز توجه داشته باشید.

پاسخ تشریحی بررسی گزینه‌ها:

۱ دقت کنید گزینه ویژگی شیست‌ها را بیان می‌کند، نه شیل‌ها! شیست‌ها سنگ‌های دگرگونی هستند که سست و ضعیف‌اند و برای پی‌سازه‌ها مناسب نیستند.

۲ شیل‌ها سنگ‌های رسوبی هستند که به دلیل تورق و سست‌بودن در برابر تنش مقاوم نیستند. سنگ گچ و ژیپس و نمک به دلیل انحلال‌پذیری در برابر تنش مقاوم نمی‌باشند.

۳ دقت داشته باشید که شیل‌ها، سنگ‌های دگرگونی و سنگ‌های آذرین آبخوان خوبی تشکیل نمی‌دهند! آبرفت‌ها و سنگ‌های آهکی آبخوان خوبی تشکیل می‌دهند و سنگ‌های آهکی حفره‌دار چشمه‌های پرآب و دائمی می‌سازند.

۴ اگر نفت و گاز در مسیر مهاجرت اولیهٔ خود به لایه‌ای از سنگ‌های نفوذناپذیر مانند سنگ گچ و شیل برخورد کند، دیگر قادر به ادامهٔ مهاجرت نخواهد بود. این لایهٔ نفوذناپذیر جلوی حرکت نفت و گاز را به سطح زمین می‌گیرد.

تست و پاسخ ۱۵۲

کانال مانش با بیش از ۵۰ کیلومتر طول که بندر پادوکاله فرانسه را به شهرک فوکستون انگلستان متصل می‌کند، در زیر بستر دریا حفر شده است. کدام گزینه دربارهٔ مکان‌یابی این پروژهٔ عظیم، نادرست بیان شده است؟

۱) قبل از شروع این پروژه قطعاً درصد عناصر و دمای آب دریا بررسی شده است.

۲) دیواره‌ها و سقف تونل احتمالاً با لایهٔ اضافی بتنی یا مصالح دیگر عایق‌بندی شده است.

۳) توجه به جریان‌های دریایی جزء اولویت‌های مطالعاتی زمین‌شناسان و مهندسان بوده است.

۴) در مطالعات آغازین پروژه، قطعاً نمونه‌های خاک از نظر مقدار مقاومت در برابر تنش (نیروی خارجی واردشده)، مورد بررسی قرار گرفتند.

پاسخ: گزینهٔ ۴

مشاوره **در این سؤال، مکان‌یابی سازه‌های دریایی با موضوع مقاومت در برابر تنش ترکیب شده است که اهمیت سؤالات ترکیبی را نشان می‌دهد.**

پاسخ تشریحی در مکان‌یابی سازه‌های دریایی (مانند اسکله‌ها، پایانه‌های نفتی، تونل‌های زیردریایی، پل‌ها و جاده‌ها که در سواحل دریا یا در دریا احداث می‌شوند)، مانند سازه‌های خشکی، باید مطالعات زمین‌شناسی به طور ویژه مورد توجه قرار گیرد. افزون بر آن، توجه به جریان‌های دریایی و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب دریا نیز ضروری می‌باشد. (دمای آب جزء ویژگی‌های فیزیکی است!)

هرگاه سنگ، تحت تأثیر نیرویی از خارج قرار گیرد، در داخل سنگ نیز، نیرویی بر واحد سطح وارد می‌شود که تنش نامیده می‌شود (تنش، نیروی داخلی است که با نیروی خارجی مقابله می‌کند!).

تست و پاسخ ۱۵۳

هرگاه تنشی فشاری به مقدار ۳۲۰ نیوتون بر مترمربع به سنگ آذرین گابرو وارد شده و پس از رفع تنش مثل حالت اول خود دیده شود، رفتار سنگ کدام بوده است؟

۱) خمیرسان ۲) پلاستیک ۳) الاستیک ۴) شکننده

پاسخ: گزینهٔ ۳

مشاوره **رفتار مواد در برابر تنش از مباحث ساده‌ای می‌باشد که می‌توانید به صورت نموداری آن را بیاموزید.**

درس‌نامه

رفتار مواد در برابر تنش

۱) کشسان (الاستیک): اجسام با اعمال تنش، تغییر شکل می‌دهند، ولی با رفع تنش به طور کامل به حالت اولیهٔ خود برمی‌گردند.

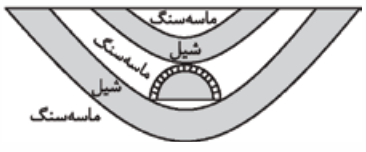
۲) خمیرسان (پلاستیک): اجسام در برابر تنش، تغییر شکل می‌دهند، ولی با رفع تنش به طور کامل به حالت اولیهٔ خود بازنمی‌گردند. **مثال**: چین‌خوردگی

۳) شکننده: اگر تنش از حد مقاومت سنگ بیشتر شود، سنگ می‌شکند. **مثال**: درزه و گسل

پاسخ تشریحی هرگاه با اعمال تنش، سنگ‌ها دچار تغییر شکل شوند، ولی با رفع تنش، به حالت اولیهٔ خود بازگردند و دیگر تغییر شکلی نشان ندهند، رفتار الاستیک یا کشسان داشته‌اند.

تست و پاسخ ۱۵۴

وضعیت احداث تونل در شکل زیر، چگونه است؟



۱) مطلوب ـ تمام مسیر تونل، نفوذناپذیر است.

۲) نامطلوب ـ سقف تونل تخریب و ریزش خواهد کرد.

۳) مطلوب ـ سنگ‌های بدنهٔ تونل، استحکام خوبی دارد.

۴) نامطلوب ـ جریان آب نفوذی از سقف، ناپایداری ایجاد می‌کند.

پاسخ: گزینهٔ ۲

مشاوره مکان‌های مناسب برای احداث تونل می‌تواند به طور ترکیبی با مقاومت سنگ‌ها مورد سؤال قرار گیرد، پس به هر دو مبحث توجه داشته باشید.

پاسخ تشریحی سقف تونل به علت وجود سنگ‌هایی از جنس شیل، تورق داشته و سست است؛ پس احتمال ریزش خواهد داشت.

تست و پاسخ ۱۵۵

برای احداث یک سد چندمنظوره، پروژه‌ای عمرانی طراحی شده است. برای به اجرا رساندن این پروژه، ۴ حالت پیش رو داریم. اگر مجاز به انتخاب ۲ حالت مطلوب باشیم، ویژگی‌های بیان‌شده در کدام دو گزینه برای ساخت این سد، انتخاب‌های مناسب‌تری هستند؟

الف) امتداد لایه‌ها موازی با محور سد و شیب لایه‌ها به سمت بالادست یا به سمت مخزن باشد.

ب) امتداد لایه‌ها با محور سد زاویهٔ قائم ساخته و شیب لایه‌ها به سمت مخرن باشد.

پ) محور سد عمود بر لایه‌بندی و لایه‌ها حالت تاقدیسی داشته باشند.

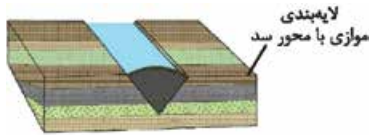
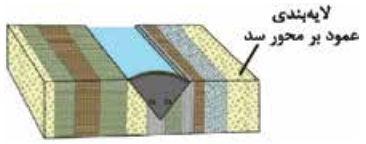
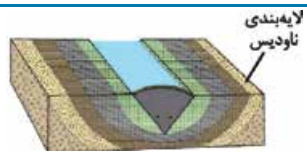
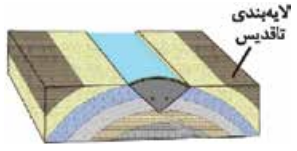
ت) شیب لایه‌ها همگرا و لایه‌ها حالت ناودیسی داشته باشند.

۱) الف ـ ب ۲) الف ـ ت ۳) ب ـ پ ۴) پ ـ ت

پاسخ: گزینهٔ ۲

مشاوره مکان‌های مناسب برای ساخت سد تا به حال در کنکور مورد سؤال قرار نگرفته است، پس به این مبحث توجه ویژه داشته باشید، چون ممکن است در کنکور آینده از آن سؤال مطرح شود.

درس‌نامه بررسی وضعیت‌های مختلف شیب و امتداد لایه‌های سنگی برای احداث سد

حالت (۱)	در این حالت، امتداد لایه‌ها موازی با محور سد است، هم‌چنین جنس لایه‌ها در تکیه‌گاه‌های چپ و راست یکسان است که سبب پایداری سد می‌شود. شیب لایه‌ها نیز به سمت بالادست و مخزن سد است که سبب کاهش فرار آب می‌شود. حالت «الف» مطلوب‌ترین حالت برای احداث سد است.	
حالت (۲)	در این حالت، امتداد لایه‌ها عمود بر محور سد است، هم‌چنین جنس لایه‌ها در تکیه‌گاه‌های چپ و راست یکسان نیست و شیب لایه‌ها به سمت پایین مخزن سد است که سبب فرار و نشت آب از سد و در نتیجه سبب ناپایداری سد می‌شود و نامطلوب است.	
حالت (۳)	در این حالت، با این‌که محور سد عمود بر امتداد لایه‌هاست، ولی چون شیب لایه‌ها (ناودیس) به سمت مخزن سد است، احتمال فرار آب کاهش می‌یابد در نتیجه این حالت، نسبتاً مطلوب است.	
حالت (۴)	در این حالت، محور سد عمود بر امتداد لایه‌هاست و شیب لایه‌ها (تاقدیس) نیز به سمت بیرون مخزن سد است که سبب ناپایداری و افزایش احتمال فرار آب از سد می‌شود؛ در نتیجه این حالت نامطلوب‌ترین حالت برای احداث سد است.	

پاسخ تشریحی برای ساخت یک سد پایدار و استاندارد، ۲ حالت مطلوب داریم:

الف) مطلوب‌ترین حالت ← محور سد با لایه‌بندی موازی باشد.

شیب لایه‌ها افقی و به سمت مخزن باشد.

ت) حالت مطلوب ← شیب لایه‌ها حالت ناودیسی داشته باشد (شیب لایه‌ها همگرا باشد).