

# آزمون وی آی پی

اولین بخش آزمون ها در تلگرام

آرشیو آزمون های سال گذشته 🤖

جهت دانلود آزمون ها در کانال ما با آیدی  
زیر در تلگرام عضو باشید:

@AzmonVip<sup>۳</sup>  
t.me/AzmonVip





کد کنترل

121

A

پنجشنبه

۱۴۰۲/۱۰/۲۱



گروه آموزشی ماز

## پاسخنامه آزمون الکترونیکی کنکوری های تجربی - مرحله ۲

درس	مسئول درس	طراحان	ویراستاران
زیست شناسی	شاپان تاکی	حمیدرضا زارع - رسول خنجری - پوریا خیراندیش فرزام فرهنگدینیا - مهرداد قدک کار - شاپان تاکی ارسلان پهلوسای - منصور قماش	مهران غزالی بینا - سارا نظری علی محمدزاده - یاسین دانایی
فیزیک	سجاد صادقی زاده	سجاد صادقی زاده - محمدجواد حاجی وند - علی محمودی - مجید میرزایی	مروارید شاه حسینی - جواد سورچی - علیرضا ملک حسینی - امیر هوشنگ کیانی قلعه سردی
شیمی	فرشاد هادیان فرد	فرشاد هادیان فرد - علی ترابی - رضا طهرانچی حامد اسماعیلی - حسین ایروانی - مهسا بایمانی نژاد محمد کهنه پوشی	فرهنگ امیری - سجاد سیف اللهی عالیه میرزایی
ریاضی	محدثه شیخعلی	محمد پورسعید - جواد نظری	فرشاد حسن زاده - رضا قانع
مدیر آزمون: رسول خنجری			

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

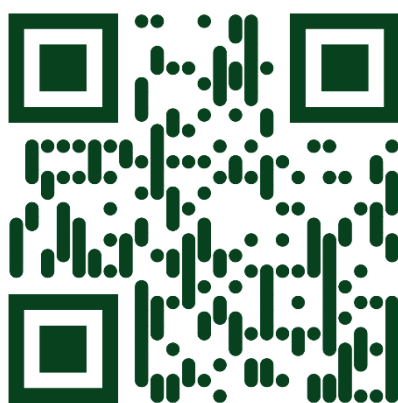


AzmonVIP



دوست مازی من، سلام!

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



<https://B2n.ir/f25027>

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

(سطح سوال - سبک سوال - آدرس سوال)

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

به هفتمین مرحله از آزمون‌های ماز خوش آمدید.

راه رسیدن به موفقیت با اینکه به آرامش ختم میشه، ولی مسیر سختی داره! با این آزمون شما در میانه مسیر دشوارتون قرار گرفتید... سعی کنید با قدم‌های فکر شده و اصولی به سمت پایان این راه حرکت کنید! قدم‌های مهمی مثل حل آزمون در شرایط مشابه کنکور سراسری، تحلیل دقیق سؤالات و مرورهای مبتنی بر تحلیل. امیدواریم در پایان این مسیر دشوار، موفقیت در انتظار شما باشد.

دپارتمان زیست‌شناسی ماز

گروه آموزشی ماز

۱- کدام عبارت در خصوص جهش‌های کوچک در ژن مربوط به نوعی پروتئین، صحیح است؟

- (۱) هر جهش بی‌معنا برخلاف هر جهش در رمزه پایان، از فاصله انتهایی آمین تا کربوکسیل می‌کاهد.
- (۲) هر جهش در رمزه آغاز برخلاف هر جهش در رمزه پایان، به تولید پلی‌پپتیدی با طول کوتاه‌تر منجر می‌گردد.
- (۳) هر جهش تغییر چارچوب برخلاف هر جهش دگر معنا، طول مولکول دنا الگوی رونویسی را دچار کاهش می‌کند.
- (۴) هر جهش بی‌معنا برخلاف هر جهش خاموش، به تغییر در توالی واحدهای سازنده محصول اولیه رونویسی می‌انجامد.

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۴)

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✓ در جهش بی‌معنا مولکول حاصل از ترجمه کوتاه می‌شود ولی در جهش‌های رمزه پایان، طول پلی‌پپتید یا بدون تغییر مانده و یا بلندتر می‌گردد.
گزینه ۲	✗ در صورتی که تنها یک توالی آغاز در رنای پیک وجود داشته باشد، پلی‌پپتیدی تولید نخواهد شد.
گزینه ۳	✗ جهش اضافه می‌تواند موجب تغییر چارچوب شود؛ در این حالت، دنا افزایش طول پیدا می‌کند.
گزینه ۴	✗ هر دو جهش بی‌معنا و خاموش، موجب تغییر در توالی رنای پیک ایجاد شده می‌شوند.

پاسخ تشریحی:

جهش‌ها به دو دسته جهش‌های کوچک و بزرگ تقسیم می‌شوند. جهش‌های کوچک ذکر شده در کتاب درسی، شامل جانشینی، حذف و اضافه شدن هستند. جهش‌های جانشینی از حالت‌های مختلف بی‌معنا، دگر معنا، خاموش و حالات دیگر تشکیل شده‌اند. حالت‌های بررسی شده در کتاب رو مرور کنیم:

**جانشینی دگر معنا:** تغییر در نوع آمینواسید در رشته پلی‌پپتیدی؛ **عدم تغییر** طول دنا نسبت به حالت عادی + مشاهده شکسته شدن پیوند فسفودی‌استر و تشکیل آن + **عدم تغییر** در طول رنای پیک و رشته پلی‌پپتیدی + امکان کاهش، عدم تغییر یا افزایش فعالیت پروتئین تشکیل شده.

**جانشینی بی‌معنا:** تبدیل رمز یک آمینواسید به رمز پایان؛ **عدم تغییر** طول دنا نسبت به حالت عادی + مشاهده شکسته شدن پیوند فسفودی‌استر و تشکیل آن + **عدم تغییر** در طول رنای پیک و **کاهش** طول رشته پلی‌پپتیدی + امکان کاهش، عدم تغییر یا افزایش فعالیت پروتئین تشکیل شده.

**جانشینی خاموش:** تبدیل رمز یک آمینواسید به رمز دیگری از همان آمینواسید؛ **عدم تغییر** طول دنا نسبت به حالت عادی + مشاهده شکسته شدن پیوند فسفودی‌استر و تشکیل آن + **عدم تغییر** در طول رنای پیک و رشته پلی‌پپتیدی + عدم تغییر فعالیت پروتئین تشکیل شده.

**جهش کوچک حذف:** حذف تعدادی از نوکلئوتیدهای دنا؛ **کاهش** طول دنا نسبت به حالت عادی + مشاهده شکسته شدن پیوند فسفودی‌استر و تشکیل آن + امکان تغییر چارچوب خواندن در صورت حذف مضرب‌های غیر از ۳ نوکلئوتید + امکان **کاهش** طول رنای پیک + امکان کاهش، عدم تغییر یا افزایش فعالیت پروتئین تشکیل شده.

**جهش کوچک اضافه:** افزایش تعدادی نوکلئوتید به نوکلئوتیدهای دنا؛ **افزایش** طول دنا نسبت به حالت عادی + مشاهده شکسته شدن پیوند فسفودی‌استر و تشکیل آن + امکان تغییر چارچوب خواندن در صورت اضافه شدن مضرب‌های غیر از ۳ نوکلئوتید + امکان **افزایش** طول رنای پیک + امکان کاهش، عدم تغییر یا افزایش فعالیت پروتئین تشکیل شده.

با توجه به توضیحات بالا، در نظر داشته باشید که در جهش بی‌معنا طول مولکول حاصل از ترجمه کوتاه می‌شود ولی در جهش‌های رمزه پایان، طول آن یا بدون تغییر مانده و یا بلندتر می‌گردد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) در صورتی که جهش در توالی آغاز ایجاد شود، ممکن است به‌طور کلی پلی‌پپتیدی تولید نشود. این حالت در صورتی اتفاق می‌افتد که تنها یک توالی

آغاز در رنای پیک وجود داشته باشد. در نظر داشته باشید که در جهش‌های ایجاد شده در توالی پایان، امکان تولید پلی‌پپتید با طول کمتر وجود ندارد.

۳) جهش‌های ایجاد کننده تغییر چارچوب، حذف و اضافه شدن هستند. در نوع اضافه شدن، طول دنا الگوی رونویسی، افزایش می‌یابد. در جهش‌های جانشینی، طول دنا تغییری نمی‌کند.

۴) در صورت ایجاد جهش‌های جانشینی، رنای پیک اولیه تولید شده (محصول اولیه رونویسی) قطعاً تغییر خواهد کرد.

گروه آموزشی ماز



- ۲- در خصوص همه پروتئین های ساخته شده از روی اطلاعات بیش از یک نوع ژن موجود بر روی دِنای خطی، کدام مورد درست است؟
- (۱) با کنار هم قرارگیری زنجیره هایی پلی پپتیدی با شکل سه بعدی پیچ خورده، به ساختار نهایی خود می رسند.
  - (۲) در نزدیکی محل تاخوردگی صفحات خود، گروه های ویژه آمینواسیدهای خود را نگهداری می کنند.
  - (۳) ساختار اولیه آن ها، در جایگاه A رناتن های موجود در ماده زمینه ای سیتوپلاسم شکل می گیرد.
  - (۴) در ساختار نهایی خود، تمامی زنجیره ها دارای ظاهر نسبتاً کروی شکل و غیر یکسان هستند.

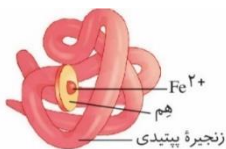
پاسخ: گزینه ۱ (آسان - مفهومی - ۱۲۰۱)

تعبیر متن سؤال: پروتئین های دارای چند زنجیره در یوکاریوت ها

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✓ پروتئین های دارای ساختار چهارم، از کنار هم قرارگیری چندین زنجیره پلی پپتیدی تشکیل می شوند.
گزینه ۲	✗ این پروتئین ممکن است فاقد ساختار صفحه ای در ساختار دوم خود باشد.
گزینه ۳	✗ این پروتئین ها ممکن است توسط رناتن های موجود بر روی شبکه آندوپلاسمی نیز ساخته شده باشند.
گزینه ۴	✗ این پروتئین ممکن است دارای زنجیره هایی یکسان نیز باشد.

پاسخ تشریحی:



اگر یک پروتئینی از روی اطلاعات چند نوع ژن ساخته شده باشد با قاطعیت می توان گفت که این پروتئین دارای بیش از یک نوع زنجیره و دارای ساختار چهارم است. هر یک از این زنجیره ها دارای ساختار سوم بوده که در این ساختار، یک زنجیره به صورت سه بعدی با ظاهری پیچ خورده تبدیل می شود.

بررسی سایر گزینه ها:

- ۲ تاخوردگی صفحات، مخصوص ساختار صفحه ای است؛ اما این پروتئین ممکن است فاقد ساختار صفحه ای در ساختار دوم خود باشد؛ به عنوان مثال، زنجیره های سازنده هموگلوبین در ساختار دوم خود ظاهری مارپیچی دارند.

نکته: مطابق شکل بالا، در ساختار صفحه ای در نزدیک تاخوردگی صفحات، گروه R آمینواسیدها قابل مشاهده است.

۳ این پروتئین ها ممکن است توسط رناتن های موجود بر روی شبکه آندوپلاسمی نیز ساخته شده باشند. از موز وی ای پی

سطوح ساختاری پروتئین ها				
سطح ساختاری	ساختار اول	ساختار دوم	ساختار سوم	ساختار چهارم
معادل	توالی (= نوع، تعداد، ترتیب و تکرار) آمینواسیدها	پیوندهای هیدروژنی	تاخوردگی و متصل به هم	آرایش زیرواحدها
تشکیل	مبتدا	ساختار اول	ساختار دوم	ساختار سوم
	منشأ	ایجاد پیوندهای پپتیدی بین آمینواسیدها	نزدیک شدن گروه های R آمینواسیدهای آبگریز ← در معرض آب نبودن این آمینواسیدها ← تاخوردگی بیشتر صفحات و مارپیچ ها	کنار هم قرار گرفتن زیرواحدها با آرایش خاص
تجزیه	شکل دهنده	پپتیدی	هیدروژنی	برهم کنش آبگریز
	سایر پیوندها	✗	✗	هیدروژنی، اشتراکی و یونی
بخش های تشکیل دهنده پیوند	گروه کربوکسیل (COOH) و آمین (NH <sub>2</sub> ) آمینواسیدهای مجاور	گروه CO و NH آمینواسیدهای غیرمجاور	برهم کنش های آبگریز = گروه R پیوند هیدروژنی، اشتراکی و یونی = گروه R آمینواسیدها	—
شکل	خطی	به چند صورت مانند ۱- مارپیچی و ۲- صفحه ای	شکل های متفاوت	شکل های متفاوت
ثبات نسبی	✗	✗	✓	✓
ساختار نهایی	✗	✗	✓ پروتئین های تک زنجیره ای	✓ پروتئین های چند زنجیره ای
ویژگی ها	۱- تغییر آمینواسید در هر جایگاه ← تغییر ساختار اول ← امکان تغییر در فعالیت ۲- عدم محدودیت در توالی آمینواسیدها ← تنوع پروتئین ها ۳- وابستگی همه ساختارهای دیگر به این ساختار	—	۱- تثبیت پروتئین با تشکیل پیوندهای هیدروژنی، اشتراکی و یونی ← کنار هم نگاه داشتن قسمت های مختلف پروتئین به صورت به هم پیچیده ۲- ثبات نسبی در پروتئین های دارای ساختار سوم ۳- تا خوردن و شکل خاص پیدا کردن هر زنجیره به صورت یک زیر واحد در ساختار سوم	۱- فقط در پروتئین های چند زنجیره ای ۲- نقش کلیدی هر زنجیره در شکل گیری پروتئین



این پروتئین ممکن است دارای زنجیره‌هایی یکسان نیز باشد مانند پروتئین هموگلوبین، که دارای دو زنجیره آلفا و دو زنجیره بتا است.

تعبیرنامه؛ سطوح ساختاری پروتئین‌ها	
تعبیرها	ساختار
۱- توالی آمینواسیدها، ۲- نوع، تعداد، ترتیب و تکرار آمینواسیدها، ۳- ایجاد پیوند پپتیدی بین آمینواسیدها، ۴- ساختار خطی، ۵- تغییر در این ساختار با تغییر آمینواسید در هر جایگاه، ۶- عدم محدودیت در توالی آمینواسیدها در این ساختار، ۷- بستگی همه سطوح دیگر ساختاری به این ساختار	ساختار اول پروتئین
۱- الگوهایی از پیوندهای هیدروژنی، ۲- برقراری پیوندهای هیدروژنی بین بخش‌هایی از زنجیره پلی‌پپتیدی، ۳- به چند صورت از جمله ساختار مارپیچ و ساختار صفحه‌ای	ساختار دوم پروتئین
۱- تاخورد و متصل به هم، ۲- تاخوردگی بیشتر صفحات و مارپیچ‌ها، ۳- درآمدن پروتئین‌ها به شکل‌های متفاوت، ۴- تشکیل این ساختار در اثر برهم‌کنش‌های آب‌گریز بین گروه‌های R آمینواسیدهای آب‌گریز، ۵- تثبیت پروتئین با تشکیل پیوندهای هیدروژنی، اشتراکی و یونی، ۶- کنار هم نگه داشته شدن قسمت‌های مختلف پروتئین به صورت به هم پیچیده توسط مجموعه نیروها، ۷- ایجاد ثبات نسبی در پروتئین‌های دارای ساختار سوم	ساختار سوم پروتئین
در پروتئین‌های چند زنجیره‌ای: ۱- هر زنجیره نقش کلیدی در شکل‌گیری پروتئین دارد، ۲- هر زنجیره به صورت یک زیرواحد، تا خورده و شکل خاصی پیدا می‌کند.	ساختار چهارم پروتئین
۱- آرایش زیرواحد، ۲- در پروتئین‌های دارای دو یا چند زنجیره پلی‌پپتیدی	

### گروه آموزشی ماز

۳- درباره انتخاب رشته الگوی مناسب توسط آنزیم‌های رنابسپاراز ۲، کدام موارد زیر درست است؟

- الف: اگر دو ژن متوالی یک دنا رشته الگوی یکسانی داشته باشند، به طور حتم در حدفاصل دو راه انداز آن‌ها یک ژن مشاهده می‌شود.  
 ب: اگر دو ژن متوالی یک دنا تحت کنترل یک راه‌انداز قرار داشته باشند، به طور حتم رشته رمزگذار آن دو ژن نیز یکسان است.  
 ج: اگر دو ژن متوالی یک دنا در مجاورت هم قرار داشته باشند، به طور حتم جهت رونویسی متفاوتی از یکدیگر خواهند داشت.  
 د: اگر دو ژن متوالی یک دنا رشته الگوی متفاوتی داشته باشند، به طور حتم راه‌انداز آن دو ژن در مجاور یکدیگر قرار دارد.

(۲) «الف»، «ب» و «ج» و «د»

(۴) «الف» و «ج»

(۱) «الف»، «ب» و «ج»

(۳) «ج» و «د»

(سخت - مفهومی - ۱۲۰۲)

پاسخ: گزینه ۴

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر مورد	
الف	✓ در حالت عنوان شده، به طور حتم یک ژن در میان دو راه‌انداز قرار دارد.
ب	✗ دو ژن متوالی در یوکاریوت‌ها امکان ندارد که یک راه‌انداز مشترک داشته باشند.
ج	✓ در حالت عنوان شده، راه‌اندازها در دو سمت ژن قرار گرفته و جهت رونویسی آن‌ها متفاوت خواهد بود.
د	✗ این امکان وجود دارد که راه‌اندازها دور از هم قرار داشته باشند و جهت رونویسی نیز در دو سمت مخالف باشد.

پاسخ تشریحی:

موارد (الف) و (ج) صحیح می‌باشند. در نظر داشته باشید که یاخته عنوان شده در صورت سؤال، نوعی یاخته یوکاریوتی می‌باشد، چرا که رنابسپاراز ۲ تنها در یوکاریوت‌ها قابل مشاهده می‌باشد.

بررسی موارد:

**الف)** مطابق شکل زیر، اگر دو ژن متوالی یک دنا، رشته الگوی یکسانی داشته باشند، قطعاً هر یک از ژن‌ها دارای یک راه‌انداز قبل از خود هستند که در این حالت، یکی از ژن‌ها میان دو راه‌انداز قرار دارد.



**ب)** این اتفاق هیچگاه در یک یاخته یوکاریوتی رخ نمی‌دهد. در یاخته‌های یوکاریوتی، هر ژن دارای یک راه‌انداز اختصاصی است.

**ج)** مطابق شکل بالا، در صورت قرارگیری دو ژن متوالی در کنار یکدیگر، این دو ژن، رشته الگو و جهت رونویسی متفاوتی خواهند داشت.

**د)** اگر دو ژن متوالی، رشته الگوی متفاوتی داشته باشند ممکن است راه‌انداز دو ژن در مجاورت یکدیگر باشند و یا ممکن است آن دو ژن در مجاورت یکدیگر قرار داشته باشند.

۴- کدام عبارت در خصوص همه جانداران تک یاخته ای، صحیح است؟

- (۱) انرژی فعال سازی مورد نیاز برای تولید هر مولکول رنا، توسط یک نوع آنزیم رنابسپاراز کاهش می یابد.
- (۲) اطلاعات مورد نیاز برای تعیین ویژگی های خود را فقط در مولکول های دنا حلقوی ذخیره می کنند.
- (۳) تولید پروتئین از روی هر رنای پیک، تنها توسط یک کدون آغاز و یک کدون پایان کنترل می شود.
- (۴) گروهی از رناتن های خود را بر روی ساختارهای متشکل از فسفولیپیدها نگهداری می کنند.

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط - ترکیبی - ۱۴۰۲)

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✓ در یوکاریوت ها چندین نوع رنابسپاراز وجود دارد ولی ساخت هر رنا تنها توسط یک رنابسپاراز انجام می شود.
گزینه ۲	✗ یاخته های یوکاریوتی علاوه بر دنا حلقوی دارای دنا خطی در هسته خود هستند.
گزینه ۳	✗ در پروکاریوت ها، تولید پروتئین از روی یک رنای پیک ممکن است با حضور چند کدون آغاز و چند کدون پایان انجام شود.
گزینه ۴	✗ تنها در یاخته های یوکاریوتی امکان اتصال رناتن ها به ساختارهای غشایی وجود دارد.

پاسخ تشریحی:

همه باکتری و برخی از یوکاریوت ها، تک یاخته ای هستند. در همه این جانداران، هر مولکول رنا تنها توسط یک نوع آنزیم ساخته می شود. در نظر داشته باشید که هر مولکول رنا توسط نوعی رنابسپاراز تولید می شود ولی هر رنابسپارازی، تنها یک نوع رنا را تولید نمی کند.

❗ **خواسته ن باشد که این جمله عنوان می کند که هر مولکول رنا توسط یک نوع رنابسپاراز تولید می شود.**

در نظر داشته باشید که هر رنابسپاراز در هسته یاخته های یوکاریوتی، یک نوع از رناها را می سازد ولی در یاخته های پروکاریوتی و پلاست یا میتوکندری یاخته های یوکاریوتی، یک نوع رنابسپاراز چندین نوع رنا را می تواند تولید کند.

بررسی سایر گزینه ها:

- ۲ یاخته های یوکاریوتی علاوه بر دنا حلقوی، دارای دنا خطی در هسته خود هستند.
- ۳ در پروکاریوت ها، تولید پروتئین از روی یک رنای پیک ممکن است با حضور چند کدون آغاز و چند کدون پایان انجام شود.
- ۴ تنها در یاخته های یوکاریوتی امکان اتصال رناتن ها به ساختارهای غشایی (متشکل از فسفولیپیدها) وجود دارد.

گروه آموزشی ماز

۵- در صورت آمیزش یک گل میمونی صورتی رنگ با گردۀ رسیده تولید شده توسط یک گل میمونی قرمز رنگ، کدام دو زن نمود (ژنوتیپ) برای تخم ضمیمه حاصل از این لقاح، محتمل هستند؟

WWW – RWW (۴)

WWW – RRW (۳)

RRR – RWW (۲)

RRR – RRW (۱)

پاسخ: گزینه ۲ (آسان - مفهومی - ترکیبی - ۱۴۰۳)

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✗ هیچ ژنوتیپی برای تخم ضمیمه نمی تواند تنها دو دگره R داشته باشد.
گزینه ۲	✓ هر دو ژنوتیپ ذکر شده قابل مشاهده هستند.
گزینه ۳	✗ هیچ ژنوتیپی برای تخم ضمیمه نمی تواند بیش از دو دگره W داشته باشد.
گزینه ۴	✗ هیچ ژنوتیپی برای تخم ضمیمه نمی تواند بیش از دو دگره W داشته باشد.

پاسخ تشریحی:

ژنوتیپ گل میمونی صورتی رنگ، RW و ژنوتیپ یاخته تخمزا در کیسه رویانی، R یا W خواهد بود. در این حالت، ژنوتیپ یاخته دوهسته ای RR یا WW خواهد بود. ژنوتیپ گل میمونی قرمز رنگ، RR است و گردۀ رسیده و گامت نر با ژنوتیپ R دارد.

بنابراین تخم ضمیمه حاصل از این لقاح، قطعاً حداقل یک دگره R خواهد داشت. اگر ژنوتیپ یاخته دوهسته ای WW باشد، ژنوتیپ تخم ضمیمه RWW می باشد. اگر ژنوتیپ یاخته دوهسته ای RR باشد، ژنوتیپ تخم ضمیمه RRR است.

بررسی سایر گزینه ها:

۱ و ۴) هیچ ژنوتیپی برای تخم ضمیمه ای حاصل از لقاح یاخته زایشی گل میمونی صورتی با یاخته دوهسته ای گل میمونی قرمز، نمی تواند بیش از دو دگره W داشته باشد و ژنوتیپ آن یا RRR و یا RWW خواهد بود.

۶- در خصوص جانوران مطرح شده در کتاب درسی که ساختاری همتا با دست انسان دارند، کدام مورد صحیح است؟

- ۱) در همه آن‌ها، مهم‌ترین اندام دخیل در تنظیم اسمزی و دفع مواد زائد، توانایی زیادی در بازجذب آب دارد.
- ۲) در همه آن‌ها، تعدادی از صفاتی که ارثی نیستند، ممکن است تحت تأثیر عوامل محیطی دچار تغییراتی شوند.
- ۳) فقط در بعضی از آن‌ها، توالی‌هایی از دنا، با دنای جانوری که گوارش را قبل از لوله گوارش آغاز می‌کند، مشترک‌اند. از مومن وی ای پی
- ۴) فقط در بعضی از آن‌ها، کارایی تنفس تحت تأثیر ساختارهایی غیر از ساختارهای متعلق به چهار روش اصلی تنفس، افزایش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۴ (سخت - مفهومی - ترکیبی - ۱۲۰۴)

**تعبیر:** دست انسان، بال پرنده، باله دلفین و دست گربه مثال‌هایی از اندام‌های همتا هستند.

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✗ از بین جانوران فوق، کلیه تنها در پرندگان، توانایی بازجذب آب زیادی دارد.
گزینه ۲	✗ همگی صفات، ارثی هستند. صفات غیرارثی وجود ندارد!
گزینه ۳	✗ در تمامی مثال‌های ذکر شده، توالی حفظ‌شده مشترک با ملخ وجود دارد.
گزینه ۴	✓ پرندگان علاوه بر شش، دارای ساختارهایی به نام کیسه‌های هوادار هستند.

پاسخ تشریحی:

پرندگان علاوه بر شش، دارای ساختارهایی به نام کیسه‌های هوادار هستند که کارایی تنفس آن‌ها را نسبت به پستانداران افزایش می‌دهد. در جانورانی که ساختار ویژه برای تنفس دارند، چهار روش اصلی برای تنفس مشاهده می‌شود که عبارت‌اند از: تنفس ناییدیسی، تنفس پوستی، تنفس آبششی و تنفس ششی.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۱) مهم‌ترین اندام دخیل در تنظیم اسمزی و دفع مواد زائد در مهره‌داران، کلیه است. کلیه در خزندگان و پرندگان، توانایی زیادی در بازجذب آب دارد.
- ۲) یک صفت ممکن است تحت تأثیر محیط قرار گیرد. یعنی دو فرد ژنوتیپ یکسانی داشته باشند اما تحت تأثیر محیط، فنوتیپ آن‌ها متفاوت باشد اما باید به تعریف صفت دقت کنید: ویژگی‌های ارثی جانداران را صفت می‌گویند؛ بنابراین اصلاً صفت غیرارثی وجود ندارد! اگر غیرارثی باشد، دیگر به آن صفت نمی‌گویند!

- ۳) جانوری که گوارش را قبل از لوله گوارش آغاز می‌کند، ملخ است که قبل از دهان (محل آغاز لوله گوارش)، مواد غذایی را از طریق آرواره‌ها تحت تأثیر گوارش مکانیکی قرار می‌دهد. توالی‌هایی از دنا را که در بین گونه‌های مختلف دیده می‌شود، توالی‌های حفظ‌شده می‌نامند.

وظیفه:		تشریح مقایسه‌ای	
ساختارهای همتا	تعریف		اندام‌هایی هستند که طرح ساختاری آن‌ها یکسان است.
	دلیل وجود		مشترک شدن از یک گونهٔ مشترک برای جانداران دارای این ساختارها
	کاربرد		رده‌بندی جانداران / اثبات خویشاوندی جانداران
	مثال		اندام‌های جلویی مهره‌داران مانند دست انسان، بال پرنده، بالهٔ دلفین و دست گربه
ساختارهای آناوگ	تعریف		ساختارهایی با کار یکسان اما ساختار متفاوت
	دلیل وجود		سازش جانداران با روش‌های گوناگون برای پاسخ دادن به یک نیاز
	مثال		بال کبوتر و بال پروانه
ساختارهای وستیجیال	تعریف		ساختارهای ساده، کوچک و ضعیف‌شده‌ای که ممکن است فاقد کار خاصی باشند.
	دلیل وجود		وجود ارتباط میان جانداران دارای اندام وستیجیال و سایر مهره‌داران
	مثال	بقایای پا در لگن مار	
	ساختارهای وستیجیال، ردپای تغییر گونه‌ها هستند.		

گروه آموزشی ماز

۷- با توجه به پژوهش‌های مطرح‌شده در فصل‌های ۱ الی ۴ کتاب درسی دوازدهم، کدام مورد برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«در آزمایش‌هایی که ..... همانند آزمایش‌هایی که .....»

- ۱) به هدف تولید واکسن آنفلوانزا انجام شد - با مشاهده تفاوت ظاهری گیاهان انجام شد، بر روی دو گونه از یک جاندار پژوهش صورت گرفت.
- ۲) برای اولین بار ماهیت ماده وراثتی را تعیین کرد - طرح درست همانندسازی را مشخص نمود، از گریزان با سرعت بسیار بالا استفاده شد.
- ۳) به منظور کشف قوانین بنیادی وراثت انجام شد - جایزه نوبل را برای محققین به دنبال داشت، ساختار و عمل ژن‌ها مشخص گردید.
- ۴) جایگاه دقیق هر اتم در میوگلوبین را مشخص کرد - ابعاد دنا اندازه‌گیری شد، از نوعی عامل جهش‌زای فیزیکی استفاده شد.

(متوسط - مفهومی / ترکیبی - ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۴

تعبیر:

آزمایش‌هایی که به هدف تولید واکسن آنفلوانزا انجام شد: پژوهش‌های گریفیت  
آزمایش‌هایی که با مشاهده تفاوت ظاهری گیاهان انجام شد: پژوهش‌های هوگو دووری  
آزمایش‌هایی که برای اولین بار ماهیت مادهٔ وراثتی را تعیین کرد: پژوهش‌های ایوری و همکارانش  
آزمایش‌هایی که طرح درست همانندسازی را مشخص نمود: پژوهش‌های مزلسون و استال  
آزمایش‌هایی که به منظور کشف قوانین بنیادی وراثت انجام شد: پژوهش‌های گریگور مندل  
آزمایش‌هایی که جایزهٔ نوبل را برای محققین به دنبال داشت: پژوهش‌های واتسون و کریک  
آزمایش‌هایی که ابعاد دنا اندازه‌گیری شد: پژوهش‌های ویلکینز و فرانکلین

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینهٔ ۱	✗ در آزمایش‌های گریفیت، از دو جاندار مختلف استفاده شد.
گزینهٔ ۲	✗ سانتریفیوژ در آزمایش ایوری با سرعت بالا و در آزمایش مزلسون و استال، با سرعت بسیار بالا استفاده شده بود.
گزینهٔ ۳	✗ در آزمایش‌های گریگور مندل، ساختار و عمل دنا و ژن‌ها مشخص نشده بود.
گزینهٔ ۴	✓ در هر دو آزمایش ذکرشده، از پرتوهای X استفاده شد که نوعی عامل جهش‌زای فیزیکی است.

پاسخ شریقی:

در کشف ساختار پروتئینی میوگلوبین همانند پژوهش‌های ویلکینز و فرانکلین، از پرتوی X استفاده شد که نوعی عامل جهش‌زای فیزیکی بوده و طبق کتاب یازدهم، تصویربرداری با آن برای جنین مضر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ پژوهش‌های گریفیت بر روی دو جاندار مختلف (موش و باکتری) انجام شد. در حالی که پژوهش‌های هوگو دووری بر روی دو گونه از گیاهان گل مغربی صورت گرفت.

آزمایش‌های دانشمندان در ارتباط با ماده وراثتی				
دوره	دانشمند	هدف	روش انجام پژوهش	نتیجه
ماهیت ماده وراثتی	گریفیت	ساخت واکسن برای بیماری آنفلوانزا	تزریق انواعی از باکتری‌های استرپتوکوکوس نومونیا به موش	مادهٔ وراثتی می‌تواند به باختهٔ دیگری منتقل شود.
	ایوری	شناسایی عامل مؤثر در انتقال صفات وراثتی	اضافه کردن عصارهٔ تغییر یافتهٔ باکتری‌های کپسول‌دار کشته شده به محیط کشت باکتری‌های بدون کپسول زنده	۱- پروتئین‌ها مادهٔ وراثتی نیستند. ۲- دنا مادهٔ وراثتی است.
ساختار دنا	چارگاف	اندازه‌گیری مقدار بازهای آلی در مولکول‌های دنا	اندازه‌گیری مقدار بازهای آلی در دناهای جانداران مختلف	$A=T$ $C=G$
	ویلکینز و فرانکلین	تهیهٔ تصویر از مولکول دنا	استفاده از پرتو ایکس برای تهیهٔ تصویر	۱- دنا حالت مارپیچی دارد، ۲- دنا بیش از یک رشته دارد، ۳- تشخیص ابعاد مولکول دنا
	واتسون و کریک	ارائهٔ مدل مولکولی دنا	استفاده از ۱- نتایج آزمایش‌های چارگاف، ۲- داده‌های حاصل از تصاویر تهیه شده با پرتو ایکس و ۳- یافته‌های خود	مدل مولکول نردبان مارپیچ
روش همانندسازی	مزلسون و استال	شناسایی روش همانندسازی	کشت باکتری‌ها در محیط‌های دارای ایزوتوپ‌های مختلف نیتروژن و سپس سنجش چگالی دناها در زمان‌های مختلف	همانندسازی دنا به صورت نیمه‌حفاظتی انجام می‌شود.
	سایر	نحوهٔ باز شدن دنا	—	دنا به‌طور تدریجی باز می‌شود.

۲ در آزمایشات مزلسون و استال از سانتریفیوژ با سرعت بسیار بالا (Ultracentrifuge) و در آزمایشات ایوری از سانتریفیوژ با سرعت بالا (centrifuge) استفاده شد.

۳ در زمان انجام آزمایشات گریگور مندل، هنوز ساختار و عمل دنا و ژن‌ها مشخص نشده بود. در حالی که آزمایشات واتسون و کریک در جهت کشف ساختار و عمل دنا انجام شده بود.



- ۸- در خصوص نوعی بیماری که مثال خوبی از مهار عوارض بیماری های ژنتیک است، چند مورد زیر صحیح است؟
- الف: به دنبال نقص در فعالیت آنزیم های تولیدکننده نوعی آمینواسید به وجود می آید.
- ب: نوعی آمینواسید تجمع یافته در بدن، با حضور در مغز مستقیماً به بافت عصبی آسیب می زند.
- ج: برای تغذیه نوزادی که با علائم بیماری متولد شده است، از شیر خشک مخصوص استفاده می شود.
- د: برای تشخیص بیماری، از خونی استفاده می شود که مقدار اکسیژن متصل به هموگلوبین های آن، اندک است.
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

(آسان - مفهومی - ۱۲۰۳)

پاسخ: گزینه ۱

**تعبیر:** گرچه نمی توان بیماری های ژنتیک را در حال حاضر درمان کرد (مگر در موارد معدود) اما گاهی می توان با تغییر عوامل محیطی، عوارض بیماری های ژنی را مهار کرد. مثال این موضوع، بیماری فنیل کتونوری (PKU) است.

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر مورد	
الف	✗ در بیماری فنیل کتونوری، آنزیمی که آمینواسید فنیل آلانین را می تواند تجزیه کند، وجود ندارد.
ب	✗ تجمع فنیل آلانین در بدن به ایجاد ترکیبات خطرناک منجر می شود (نه مستقیماً).
ج	✗ نمی توان گفت یک نوزاد با علائم بیماری متولد شده است؛ زیرا فنیل کتونوری نوعی بیماری نهفته با علائم غیر آشکار می باشد.
د	✓ برای تشخیص بیماری از خون سیاهرگی موجود در پاشنه پا استفاده می شود.



فقط مورد (د) درست می باشد.

بررسی موارد:

**الف)** در این بیماری آنزیمی که آمینواسید فنیل آلانین را می تواند تجزیه کند، وجود ندارد.

**ب)** تجمع فنیل آلانین در بدن به ایجاد ترکیبات خطرناک منجر می شود. در این بیماری، مغز آسیب می بیند. در نظر داشته باشید که فنیل آلانین به طور مستقیم به مغز آسیب نمی زند.

**ج)** فنیل کتونوری یک بیماری نهفته است. وقتی نوزاد متولد می شود، علائم آشکاری ندارد؛ بنابراین نمی توان گفت یک نوزاد با علائم بیماری متولد شده است. تغذیه نوزاد مبتلا به فنیل کتونوری با شیر مادر (که حاوی فنیل آلانین است) به آسیب یاخته های مغزی او می انجامد. به همین علت، نوزادان را در بدو تولد از نظر ابتلا احتمالی به این بیماری، با انجام آزمایش خون بررسی می کنند. در صورت ابتلا، نوزاد با شیر خشک هایی که فاقد فنیل آلانین است تغذیه می شود و در رژیم غذایی او برای آینده، از رژیم های بدون (یا کم) فنیل آلانین استفاده می شود.

**د)** نوزادان را در بدو تولد از نظر ابتلا احتمالی به این بیماری، با انجام آزمایش خون بررسی می کنند. مطابق شکل، برای آزمایش های بدو تولد، از پاشنه پای نوزاد خون می گیرند و خون رگ های سطحی بدن خارج می شود، نه رگ های عمقی! با توجه به اینکه سیاهرگ ها بیشتر در سطح اندام قرار گرفته اند، خونی که برای این آزمایش استفاده می شود نیز خون سیاهرگی است. سیاهرگ ها (به غیر از سیاهرگ ششی)، حاوی خون تیره هستند که کم اکسیژن است و بنابراین مقدار اکسیژن متصل به هموگلوبین های آن، کم است.

### گروه آموزشی ماز

- ۹- به طور معمول، کدام مورد در خصوص عواملی که بدون از بین رفتن افراد جمعیت باعث برهم زدن تعادل جمعیت می شوند، درست است ؟
- «عاملی که برای اولین بار، در ..... سطح سازمان یابی حیات امکان وقوع پیدا می کند، همواره .....»
- (۱) هفتمین - میزان آسیب پذیری جمعیت را در برابر تغییرات شرایط محیطی، کاهش می دهد.
- (۲) ششمین - برای بروز تأثیر خود روی جمعیت، نیازمند انتخاب شدن موجوداتی با ویژگی های خاص است.
- (۳) نخستین - به دلیل غنی تر کردن خزانه ژن، شانس بقای جمعیت را در شرایط محیطی جدید افزایش می دهد.
- (۴) هشتمین - در صورت رخ دادن به شکل پیوسته و دوسویه، باعث افزایش شباهت خزانه ژن دو جمعیت می شود.

(سخت - مفهومی - ترکیبی - ۱۲۰۴)

پاسخ: گزینه ۲

تعبیر:

هفتمین سطح سازمان یابی حیات: **اجتماع**

عاملی که برای اولین بار، در هفتمین سطح سازمان یابی حیات امکان وقوع پیدا می کند: **شارش ژن**

ششمین سطح سازمان یابی حیات: **جمعیت**

عاملی که برای اولین بار، در ششمین سطح سازمان یابی حیات امکان وقوع پیدا می کند: **آمیزش غیرتصادفی**

نخستین سطح سازمان یابی حیات: **یاخته**

عاملی که برای اولین بار، در نخستین سطح سازمان یابی حیات امکان وقوع پیدا می کند: **جهش**

هشتمین سطح سازمان یابی حیات: **بوم سازگان**

عاملی که برای اولین بار، در هشتمین سطح سازمان یابی حیات امکان وقوع پیدا می کند: **انتخاب طبیعی**

بررسی سریع:



دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	X شارش ژن در جمعیت مبدأ، می تواند به کاهش تنوع دگرها و کاهش سازش پذیری آن با شرایط محیطی جدید منجر شود.
گزینه ۲	✓ در آمیزش غیرتصادفی، انتخاب کردن جفت بر اساس ویژگی های ظاهری و رفتاری اهمیت دارد.
گزینه ۳	X در پی جهش ممکن است ویژگی هایی با سازگاری کمتر ایجاد شده و شانس بقای جمعیت کاهش یابد.
گزینه ۴	X بخش دوم گزینه در ارتباط با شارش ژن درست می باشد.

پاسخ تشریحی:

سطح **جمعیت**، اولین سطحی است که آمیزش جنسی و آمیزش غیرتصادفی می تواند در آن اتفاق بیفتد. (دقت کنید که برای این سؤال نیاز نیست بکرزایی را در نظر بگیرید، چرا که در صورت سؤال عبارت «به طور معمول» داریم و به دنبال استثنائات نمی گردیم!)  
در آمیزش غیرتصادفی، آمیزش ها به رخ نمود یا ژن نمود بستگی دارند و فراوانی نسبی ژن نموده ها تغییر می کند؛ برای مثال جانوران جفت خود را براساس ویژگی های ظاهری و رفتاری انتخاب می کنند.

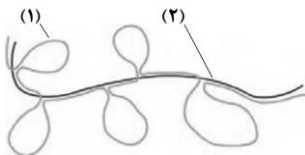
بررسی سایر گزینه ها:

- جمعیت های گوناگونی که با هم تعامل دارند، یک اجتماع را به وجود می آورند. بنابراین شارش ژن که بین دو جمعیت مختلف رخ می دهد، برای اولین بار در سطح **اجتماع** ممکن است انجام شود.  
شارش ژن می تواند باعث افزایش تنوع دگرها در جمعیت مقصد شود و شانس این جمعیت را برای بقا افزایش دهد اما در صورتی که به دلیل مهاجرت باعث ناپدید شدن انواعی از دگرها در جمعیت مبدأ شود، تنوع دگرها کاهش پیدا کرده و ممکن است شانس بقای این جمعیت در شرایط متغیر محیطی، کاهش یابد.
- جهش**، با افزودن دگرهای جدید، خزانه ژن را غنی تر می کند و گوناگونی را افزایش می دهد. بسیاری از جهش ها تأثیری فوری بر رخ نمود ندارند و بنابراین ممکن است تشخیص داده نشوند، اما با تغییر شرایط محیط ممکن است (نه لزوماً) دگره جدید، سازگارتر از دگره یا دگره های قبلی عمل کند. یعنی ممکن است دگره های جدید سازگاری کمتری داشته باشند و شانس بقای جمعیت کاهش یافته باشد.
- عوامل زنده (اجتماع) و غیرزنده محیط و تأثیرهایی که بر هم می گذارند، **بوم سازگان** را می سازند. تأثیر محیط را اولین بار در بوم سازگان شاهد هستیم. فرایندی را که در آن افراد سازگارتر با محیط انتخاب می شوند، یعنی آن هایی که شانس بیشتری برای زنده ماندن و تولیدمثل دارند، **انتخاب طبیعی** می نامند. بنابراین فرایندی که اولین بار در سطح بوم سازگان و با در نظر گرفتن محیط، قابلیت بروز پیدا می کند، انتخاب طبیعی است.  
بخش دوم این گزینه در مورد شارش ژن درست است، نه انتخاب طبیعی. اگر بین دو جمعیت، شارش ژن به طور پیوسته و دوسویه ادامه یابد، سرانجام خزانه ژن دو جمعیت به هم شبیه می شود. البته در نظر داشته باشید که صورت سؤال، عواملی را مدنظر دارد که موجب کاهش تعداد افراد جمعیت نشوند. انتخاب طبیعی می تواند موجب کاهش این تعداد گردد.

### گروه آموزشی ماز

۱۰- با توجه به شکل زیر از کتاب درسی در یک یاخته بنیادی میلوئیدی، کدام مورد برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«بخشی از رشته که با شماره ..... مشخص شده است، به طور حتم .....»



- ۱ - در صورت اضافه شدن یک نوکلئوتید، موجب بروز تغییر در رنای بالغ می شود.
- ۲ - توسط آنزیمی فاقد توانایی نوکلئازی، دستخوش تغییر گردیده است.
- ۳ - در شرایطی می تواند با محیط حاوی رانته ها در تماس قرار بگیرد.
- ۴ - رونوشتی از توالی پایان رونویسی را در انتهای خود دارد.

(متوسط - مفهومی - ۱۲۰۲)

پاسخ: گزینه ۳



تعبیر شکل:



بخش (۱): توالی اینترون در دنا (DNA)، بخش (۲): توالی رونوشت اگزون در رنا (RNA)

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✗ ایجاد جهش کوچک در توالی اینترون، تأثیری در رنای بالغ تشکیل شده ندارد. از مون وی ای پی
گزینه ۲	✗ رونوشت اگزون در رنا، توسط آنزیم رنابسپاراز تولید می شود (نه دستخوش تغییر).
گزینه ۳	✓ در حین تقسیم هسته، ماده وراثتی موجود در هسته می تواند در سیتوپلاسم یاخته مشاهده شود.
گزینه ۴	✗ ممکن است توالی پایان رونویسی در رونوشت قبل تر از توالی مشخص شده قرار داشته باشد.

پاسخ تشریحی:

در ضمن تقسیم هسته، در مراحل پروفاز یا پرومتافاز، پوشش هسته ناپدید شده و بنابراین دنا از جمله میانه بخش ۱ در تماس با محیط سیتوپلاسم قرار می گیرد که حاوی رناتن هاست.

بررسی سایر گزینه ها:

- ۱ ایجاد جهش های کوچک در توالی های اینترون، موجب تغییر در توالی و ساختار رنای پیک بالغ نشده و به طور کلی تغییری در محصول نهایی ژن ایجاد نمی کند.
- ۲ رونوشت اگزون در ساختار رنا (RNA) توسط آنزیم رنابسپاراز (آنزیم فاقد توانایی نوکلئازی) تولید می شود (نه دستخوش تغییر). از طرفی آنزیم های مؤثر در فرایند پیرایش نیز، تغییری در ساختار رونوشت های اگزون ایجاد نمی کنند.
- ۴ ممکن است توالی پایان رونویسی در رونوشت های اگزون قبل تر قرار گرفته باشد. در نظر داشته باشید که قبل از توالی راه انداز و بعد از توالی پایان رونویسی نیز نوکلئوتیدهایی وجود دارند. همچنین در نظر داشته باشید که نمی توان گفت توالی پایان رونویسی به طور حتم در رونوشت اگزون آخر قرار دارد.

### گروه آموزشی ماز

۱۱- با فرض این که در گیاهان گل مغربی (دولپه) مورد بررسی توسط هوگو دووری، صفت طول ساقه توسط دو ال (S: کوتاه و L: بلند) تعیین گردد، کدام مورد برای تکمیل عبارت مقابل نامناسب است؟ «در صورت لقاح گل مغربی ..... امکان مشاهده ..... وجود دارد.»

- ۱) دیپلوئید و دارای ساقه کوتاه با دیپلوئید و دارای ساقه بلند - اندوخته غذایی دانه بالغ با ژنوتیپ SL
- ۲) دیپلوئید و دارای ساقه متوسط با تتراپلوئید و دارای ساقه بلند - آندوسپرمی با ژنوتیپ LLSS
- ۳) تتراپلوئید و دارای ساقه متوسط با تتراپلوئید و دارای ساقه کوتاه - لپه با ژنوتیپ LLLS
- ۴) تتراپلوئید و دارای ساقه بلند با دیپلوئید و دارای ساقه متوسط - رویانی با ژنوتیپ LLL

(سخت - مفهومی / ترکیبی - ۱۲۰۴)

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✓ اندوخته غذایی دانه بالغ، لپه ها می باشند. امکان مشاهده لپه با ژنوتیپ SL وجود دارد.
گزینه ۲	✓ اگر گیاه ماده دیپلوئید و گیاه نر تتراپلوئید باشد، امکان مشاهده آندوسپرم LLSS وجود دارد.
گزینه ۳	✗ تخم اصلی تشکیل شده در اثر این لقاح، بایستی حداقل ۲ ال S داشته باشد.
گزینه ۴	✓ اگر گیاه تتراپلوئید گامت LL و گیاه دیپلوئید گامت L تشکیل دهد، ژنوتیپ ذکر شده قابل مشاهده است.

پاسخ تشریحی:

تمامی حالات لقاح در گل مغربی را در جدول زیر می توانید مشاهده و بررسی کنید.

تعداد مجموعه های کروموزومی در حالت های مختلف لقاح در انواع گیاهان گل مغربی			
گیاه نر	گیاه ماده	رویانی گیاه جدید	آندوسپرم گیاه جدید
۲n	۲n	۲n	۳n
۴n	۴n	۴n	۶n
۲n	۴n	۳n	۵n
۴n	۲n	۳n	۴n

گیاه تتراپلوئید با ساقه متوسط می تواند ژنوتیپ های (SLLS یا SSSL یا SSSS) داشته باشد. از طرفی گیاه تتراپلوئید با ساقه کوتاه نیز دارای ژنوتیپ SSSS می باشد. در نتیجه حالات مقابل برای ژنوتیپ لپه در گیاه گل مغربی وجود دارد: SSSS یا SSSL یا SLLS. در نتیجه بایستی حداقل دو ال S در لپه گیاه مشاهده شود.

بررسی سایر گزینه ها:

- ۱) اندوخته غذایی در دانه های بالغ گیاهان دولپه، لپه ها می باشند. در نتیجه ژنوتیپ لپه در این گزینه بایستی بررسی شود. در صورتی که از گیاه دیپلوئید اول، گامت S و از گیاه دیپلوئید دوم، گامت L با یکدیگر لقاح انجام دهند، لپه با ژنوتیپ SL ایجاد می شود.
- ۲) اگر گیاه دیپلوئید، ماده و گیاه تتراپلوئید نر باشد، امکان ایجاد آندوسپرم از یاخته دوهسته ای SS و اسپرم LL وجود دارد. در نتیجه، آندوسپرم LLSS قابل مشاهده است.
- ۴) گیاه تتراپلوئید می تواند گامت با ژنوتیپ LL ایجاد کند. از طرفی گیاه دیپلوئید نیز گامت هایی با ژنوتیپ L یا S ایجاد می کند. از لقاح این گامت ها، امکان ایجاد رویانی با ژنوتیپ LLL وجود دارد.

گروه آموزشی ماز

۱۲- مطابق با مطلب کتاب درسی، کدام مورد برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«هر جاننداری که حین همانندسازی ماده اصلی وراثتی آن، دوراهی های همانندسازی در ..... می شوند، به طور حتم ..... می دهد.»

- ۱) شرایط مختلف با تعداد متفاوتی تشکیل - همزمان با تشکیل پیوندهای فسفودی استر، پیوندهای پپتیدی نیز تشکیل
- ۲) چندین نقطه متفاوت تشکیل - رونویسی از ژن سازنده آنزیم رنابسپاراز را به کمک رنابسپارازهای متنوعی انجام
- ۳) نقطه مقابل نقطه پایان همانندسازی ایجاد - رنای تازه رونویسی شده، پیش از آغاز فعالیت ابتدا تغییر شکل
- ۴) شرایطی به یکدیگر نزدیک - به کمک سازوکارهای ویژه ای، طول عمر رنای پیک سیتوپلاسمی را تغییر

(متوسط - مفهومی - ۱۲۰۱)

پاسخ: گزینه ۴

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✗ در یوکاریوت ها امکان مشاهده رونویسی و ترجمه همزمان از یک ژن وجود ندارد.
گزینه ۲	✗ تنها رنابسپاراز ۲ در رونویسی از ژن رنای پیک تولیدکننده رنابسپاراز نقش دارد.
گزینه ۳	✗ فرایند تغییر رنای پیک در پروکاریوت ها، قطعی نیست و فرایند پیرایش صورت نمی گیرد.
گزینه ۴	✓ تنظیم طول عمر رنای پیک یکی از سازوکارهای تنظیم بیان ژن مشترک در پروکاریوت ها و یوکاریوت ها است.

هم در یوکاریوت ها و هم در پروکاریوت ها، دوراهی های همانندسازی می توانند به یکدیگر نزدیک شوند. در نظر داشته باشید که تنظیم طول عمر رنای پیک یکی از سازوکارهای تنظیم بیان ژن مشترک در پروکاریوت ها و یوکاریوت ها است.

بررسی سایر گزینه ها:

- ۱) در یوکاریوت ها امکان مشاهده تعداد متفاوتی نقاط آغاز همانندسازی و دوراهی های همانندسازی در شرایط مختلف وجود دارد. در یوکاریوت ها امکان مشاهده همزمان رونویسی (تشکیل پیوندهای فسفودی استر) و ترجمه (تشکیل پیوندهای پپتیدی) وجود ندارد.
- ۲) در یوکاریوت ها و پروکاریوت ها، امکان مشاهده چندین نقطه دوراهی همانندسازی در ماده اصلی وراثتی وجود دارد. آنزیم رنابسپاراز نوعی آنزیم پروتئینی بوده و رونویسی از ژن مربوط به رنای پیک سازنده آن در یوکاریوت ها، توسط رنابسپاراز ۲ (نه رنابسپارازهای متنوع) صورت می گیرد.
- ۳) در پروکاریوت ها، نقطه پایان همانندسازی در مقابل نقطه آغاز قرار دارد. تغییر در رنای رونویسی شده پیش از آغاز فعالیت آن، فرایندی قطعی در این جانداران نمی باشد.

مقایسه همانندسازی در پروکاریوت ها و یوکاریوت ها		
نوع یاخته	پروکاریوت	یوکاریوت
انواع	باکتری	آغازیان، قارچ ها، گیاهان و جانوران
دناي اصلی	دناي حلقوی متصل به غشا	دناي خطی درون هسته
دناي غیراصلی	معمولاً: پلازمید (حلقوی و آزاد در سیتوپلاسم)	۱- حلقوی در میتوکندری و پلاست ۲- پلازمید حلقوی در بعضی قارچ ها (مثل مخمرها)
پروتئین همراه دناي اصلی	✓ دارد (غیرهستونی)	✓ دارد؛ انواع مختلفی از پروتئین، مهم ترین: هستون ها
زمان همانندسازی	دناي اصلی: قبل از تقسیم یاخته دناي غیراصلی: مستقل از تقسیم یاخته	دناي اصلی: قبل از تقسیم یاخته، در مرحله S دناي غیراصلی: مستقل از تقسیم یاخته، معمولاً در مرحله G <sub>2</sub>
تعداد جایگاه آغاز همانندسازی	معمولاً: یکی، گاهی: بیش از یک عدد	همواره بیش از یک عدد در دناي اصلی
تغییر تعداد جایگاه آغاز همانندسازی	✗ ندارد	✓ دارد: وابسته به مراحل رشدونمو
جهت همانندسازی	دوجهتی	دوجهتی
محل همانندسازی	سیتوپلاسم	دناي اصلی: هسته دناي غیراصلی: سیتوپلاسم

۱۳- با توجه به همه بیماری های مطرح شده در فصل های ۳ و ۴ زیست شناسی پایه دوازدهم، در صورت تولد پسر سالم و دختری بیمار، کدام زن نمود (ژنوتیپ) برای والدین امکان پذیر است؟

- (۱) مادر سالم با ژنوتیپ ناخالص  
(۲) مادر بیمار با ژنوتیپ خالص  
(۳) پدر بیمار با ژنوتیپ مشابه با پسر  
(۴) پدر سالم با ژنوتیپ مشابه با پسر

(متوسط - مفهومی - ۱۴۰۳)

پاسخ: گزینه ۱

**تعبیر:** بیماری های مطرح شده در فصل ۳ و ۴ زیست شناسی پایه دوازدهم: هموفیلی (وابسته به X نهفته) - فنیل کتونوری (مستقل از جنس نهفته) - کم خونی داسی شکل (مستقل از جنس نهفته)

(در کتاب برای فنیل کتونوری اسمی از وابسته یا مستقل از جنس آورده نشده و فقط ذکر شده که بیماری نهفته است. در هر صورت شما برای حل این سؤال نیاز به دانستن این نکته ندارید و همین که بدانید مطابق متن کتاب، یک بیماری نهفته است، برای حل سؤال کافی است. چرا که دو بیماری دیگر نیز هر دو نهفته هستند و دانستن توارث وابسته یا مستقل از جنس در فنیل کتونوری، تغییری در حل سؤال ایجاد نمی کند. ما هم در حل کردن سؤال، به جای بررسی فنیل کتونوری و کم خونی داسی شکل، فقط کم خونی داسی شکل را بررسی می کنیم. چرا که هر دو بیماری، نهفته و مستقل از جنس اند.)

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✓ این گزینه در همه بیماری ها ممکن است مشاهده شود.
گزینه ۲	✗ این گزینه در کم خونی داسی شکل ممکن است مشاهده شود اما در مورد هموفیلی امکان پذیر نیست.
گزینه ۳	✗ این گزینه در هیچ کدام از بیماری ها امکان پذیر نیست.
گزینه ۴	✗ این گزینه در کم خونی داسی شکل ممکن است مشاهده شود اما در مورد هموفیلی امکان پذیر نیست.

پاسخ تشریحی:

پسر سالم برای هموفیلی  $X^HY$  و برای کم خونی داسی شکل،  $Hb^AHb^S$  یا  $Hb^AHb^A$  است. دختر بیمار برای هموفیلی  $X^hX^h$  و برای کم خونی داسی شکل،  $Hb^SHb^S$  است.

بررسی گزینه ها:

- مادر سالم با ژنوتیپ ناخالص، برای هموفیلی  $X^HX^h$  و برای کم خونی داسی شکل،  $Hb^AHb^S$  است. با توجه به اینکه دختر دو  $X^h$  دارد؛ بنابراین قطعاً یکی از آن ها را از مادر گرفته و بنابراین مادر قطعاً یک  $X^h$  دارد. حالا ممکن است این مادر سالم و  $Hb^SHb^S$  باشد. بنابراین این گزینه در همه بیماری ها ممکن است مشاهده شود.
- مادر بیمار با ژنوتیپ خالص، برای هموفیلی  $X^hX^h$  و برای کم خونی داسی شکل،  $Hb^SHb^S$  است. ژنوتیپ پسر  $X^HY$  است. در پسر ها فام تن Y قطعاً از پدر و فام تن X قطعاً از مادر دریافت شده است. بنابراین مادر حتماً یک  $X^h$  دارد و نمی تواند ژنوتیپ  $X^HX^h$  را برای هموفیلی داشته باشد. ممکن است مادر برای کم خونی داسی شکل  $Hb^SHb^S$  باشد و به هر کدام از فرزندان،  $Hb^S$  را منتقل کرده باشد، دختر  $Hb^SHb^S$  دیگری نیز از پدر گرفته و بیمار شده باشد اما پسر  $Hb^AHb^S$  را از پدر گرفته و بیمار نشده باشد. بنابراین این گزینه در کم خونی داسی شکل ممکن است مشاهده شود اما در مورد هموفیلی امکان پذیر نیست.
- پدری که بیمار است، قطعاً  $X^hY$  و  $Hb^SHb^S$  است و اصلاً نمی تواند ژنوتیپ مشابه با پسر سالم داشته باشد. بنابراین این گزینه در هیچ کدام از بیماری ها امکان پذیر نیست.
- پدر سالم برای هموفیلی  $X^HY$  و برای کم خونی داسی شکل،  $Hb^AHb^S$  یا  $Hb^AHb^A$  است. با توجه به این که دختر دو  $X^h$  دارد، بنابراین قطعاً یکی از آن ها را از پدر گرفته و بنابراین پدر  $X^hY$  دارد و ژنوتیپ او  $X^hY$  است. با توجه به این که دختر دو  $Hb^S$  دارد، بنابراین قطعاً یکی از آن ها را از پدر گرفته و بنابراین پدر قطعاً یک  $Hb^S$  دارد. حالا ممکن است این پدر سالم و  $Hb^AHb^S$  باشد. بنابراین این گزینه در کم خونی داسی شکل ممکن است مشاهده شود اما در مورد هموفیلی امکان پذیر نیست.

### گروه آموزشی ماز

۱۴- در خصوص یک رشته از مولکول دنايي که بیشتر فسفات های به کار رفته در ساختار آن در تشکیل پیوند فسفودی استر شرکت دارند، کدام مورد درست است؟

- (۱) هر نوکلئوتید دارای بازهای آلی پورینی، توسط حلقه پنج ضلعی خود به قندی پنج کربنه متصل شده است.  
(۲) آخرین نوکلئوتید اضافه شده به این رشته، دارای گروه هیدروکسیل آزاد در ساختار قند پنج کربنه خود است.  
(۳) هر نوکلئوتید دارای یک حلقه آلی، نوعی باز آلی شش ضلعی متصل به حلقه پنج کربنه قند دئوکسی ریبوز را دارد.  
(۴) اولین نوکلئوتید قرار گرفته در ساختار این رشته، دارای فسفات آزاد متصل به حلقه پنج ضلعی از طریق پیوند اشتراکی است.



(متوسط - مفهومی - ۱۲۰۱)

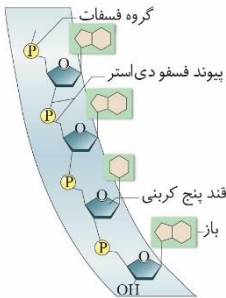
پاسخ: گزینه ۲

تعبیر متن سؤال: یک رشته از یک مولکول دناى خطی

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✗ هر نوکلئوتید دارای یک باز است، نه بازها!
گزینه ۲	✓ آخرین نوکلئوتید اضافه شده به آن زنجیره، دارای گروه هیدروکسیل آزاد است.
گزینه ۳	✗ قند دئوکسی ریبوز، دارای حلقه چهارگونی می باشد.
گزینه ۴	✗ فسفات ذکر شده به کربن خارج از ساختار حلقه متصل است، نه خود حلقه!

پاسخ تشریحی:



در یک رشته از مولکول دناى خطی، فسفات موجود در یک انتها در تشکیل پیوند فسفودی استر شرکت نمی کند اما در مولکول های دناى حلقوی، به علت متصل شدن دو انتها به یکدیگر، تمامی فسفات ها در تشکیل پیوند فسفودی استر شرکت می کنند. نوکلئوتیدها با نوعی پیوند اشتراکی به نام فسفودی استر به هم متصل می شوند و رشته پلی نوکلئوتیدی را می سازند. در تشکیل پیوند فسفودی استر، فسفات یک نوکلئوتید به گروه هیدروکسیل از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر متصل می شود پس می توان گفت آخرین نوکلئوتید اضافه شده به آن زنجیره از طرف فسفات خود به زنجیره اضافه شده و دارای گروه هیدروکسیل آزاد است.

بررسی سایر گزینه ها:

۱ توجه داشته باشید که هر نوکلئوتید دارای یک باز است، نه بازها!

نکته: بازهای پورینی (۲ حلقه ای) از طریق حلقه پنج ضلعی خود به حلقه پنج ضلعی قند متصل می شوند.

۳ مطابق شکل، بازهای آلی تک حلقه ای، از طریق حلقه شش ضلعی خود به قند متصل می شوند اما باید توجه کنید که این حلقه، پنج ضلعی است، نه پنج کربنه!

۴ **خواست باشه که** یکی از کربن های قند دئوکسی ریبوز در خارج از ساختار حلقه قرار داشته و به فسفات متصل است.

همانطور که اشاره شد، اولین نوکلئوتید یک زنجیره، دارای فسفات آزاد است اما این فسفات به کربن خارج از ساختار حلقه متصل است، نه خود حلقه!

### گروه آموزشی ماز

۱۵- در خصوص صفات تک و چندجایگاهی در بدن یک انسان سالم، کدام مورد یا موارد زیر صحیح است؟

الف: هر صفت چندجایگاهی، دگره (الل) هایی در بیش از یک نوع فام تن دارد.

ب: هر صفت دارای چندین دگره (الل) بارز در یک یاخته پیکری، صفتی چندجایگاهی است.

ج: هر صفت تک جایگاهی، فقط یک دگره (الل) در یاخته های تک لاد موجود در مسیر گامت زایی دارد.

د: هر صفت تک و چندجایگاهی مستقل از جنس، بیش از یک دگره (الل) در یاخته های پیکری هسته دار دارد.

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

(متوسط - مفهومی - ۱۲۰۳)

پاسخ: گزینه ۴

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر مورد	
الف	✗ ممکن است در یک فام تن، چندین جایگاه برای یک صفت وجود داشته باشد.
ب	✗ ممکن است یک صفت تک جایگاهی، دارای دو الل بارز باشد.
ج	✗ دگره های موجود در فام تن های جنسی مرد، امکان دارد به گامت انتقال پیدا نکنند و در یاخته ها پلوئید دیده نشوند.
د	✓ صفات تک و چندجایگاهی، بیش از یک الل در یاخته های پیکری دارند.

پاسخ تشریحی:

فقط مورد (د) درست است.

بررسی موارد:

**(الف)** صفاتی را که در بروز آن‌ها بیش از یک جایگاه ژن شرکت دارند، صفات چند جایگاهی می‌نامند.

**❗ خواست باشه که** در صفات چندجایگاهی، جایگاه‌های مختلف برای یک صفت لزوماً در فام‌تن‌های مختلف نیستند و ممکن است در یک فام‌تن، چندین جایگاه برای یک صفت وجود داشته باشد.

**(ب)** یاخته‌های پیکری انسان دولا (دیپلوئید) هستند و بنابراین برای هر صفت تک‌جایگاهی مستقل از جنس و همچنین صفات تک‌جایگاهی وابسته به  $X$  در زنان (که دو  $X$  دارند)، دو دگره در هر هسته وجود خواهد داشت. این دو دگره ممکن است هر دو بارز باشند. مثلاً ژن نمود فرد برای گروه خونی  $DD, Rh$  باشد.

**(ج)** گامت‌های انسان، تک‌لاد (هاپلوئید) هستند. با توجه به اینکه مردان ۴۴ فام‌تن غیرجنسی و دو فام‌تن  $X$  و  $Y$  دارند، نیمی از گامت‌های آن‌ها فام‌تن  $Y$  و نیمی دیگر از گامت‌ها فام‌تن  $X$  را دریافت می‌کنند. بنابراین صفاتی که دگره (های) آن‌ها روی فام‌تن‌های جنسی است، فقط در نیمی از گامت‌های بدن مرد، دگره دارند و در نیمی دیگر، هیچ دگره‌ای برای آن‌ها وجود ندارد.

**🎯 نکته:** صفات تک‌جایگاهی مستقل از جنس، در هر گامت فقط یک دگره دارند.

**(د)** یاخته‌های پیکری هسته‌دار در بدن انسان، دولا (دیپلوئید) هستند. یعنی به ازای هر فام‌تن غیرجنسی، یک فام‌تن هم‌تا وجود دارد. بنابراین هر صفت غیرجنسی، اگر تک‌جایگاهی باشد، دو دگره (مشابه یا متفاوت) و اگر صفتی چندجایگاهی باشد، بیش از دو دگره در هر هسته خواهد داشت.

**🎯 نکته:** در بدن مردان، دو فام‌تن جنسی  $X$  و  $Y$  وجود دارد. در خصوص صفاتی که دگره (های) آن‌ها روی فام‌تن‌های جنسی است، (در مردان) اگر تک‌جایگاهی باشند، یک دگره و اگر چند جایگاهی باشند، بیش از یک دگره در هر هسته دولا خواهند داشت.

گروه آموزشی ماز

۱۶- کدام مورد، مشخصه مشترک همه نوکلئیک‌اسیدهای ساخته شده از روی یک رشته مولکول دنا می‌باشد؟

(۱) پیوندهای فسفودی‌استر میان نوکلئوتیدها توسط نوعی آنزیم با قابلیت شکست پیوندهای اشتراکی ایجاد می‌شوند.

(۲) به علت نحوه قرارگیری نوکلئوتیدها در ساختار آن‌ها، قطر متفاوتی در بخش‌های مختلف خود دارند.

(۳) به صورت تدریجی و با تخریب پیوندهای هیدروژنی، از نوکلئوتیدهای مکمل خود جدا می‌گردند.

(۴) تحت تأثیر بیان ژن‌ها با اتصال پروتئین‌هایی خاص به راه‌انداز تولید می‌شوند.

پاسخ: گزینه ۱ (آسان - مفهومی - ترکیبی - ۱۲۰)

تعبیر متن سؤال: رنا و دنا

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✓ در فرایند تولید هر دو مولکول دنا و رنا، شکسته شدن پیوندهای اشتراکی در جدا شدن فسفات‌ها دیده می‌شود.
گزینه ۲	✗ این ویژگی تنها مختص به مولکول رنا می‌باشد.
گزینه ۳	✗ این ویژگی تنها مرتبط با مولکول رنا می‌باشد.
گزینه ۴	✗ این ویژگی نیز تنها در ارتباط با مولکول رنا و ساخت آن صحیح می‌باشد.

پاسخ تشریحی:

مولکول‌های رنا تنها از روی بخشی از یک رشته دنا ساخته می‌شوند اما هر مولکول دنا جدید نیز از روی یکی از رشته‌های دنا اولیه ساخته می‌شود. پیوندهای فسفودی‌استر موجود در رنا توسط آنزیم رنابسپاراز و پیوندهای فسفودی‌استر موجود در دنا توسط دناابسپاراز، تولید می‌شوند. هر دوی این آنزیم‌ها قابلیت شکست پیوندهای فسفات - فسفات موجود در نوکلئوتیدها را دارند که این پیوندها نوعی پیوند اشتراکی محسوب می‌شوند.

**❗ خواست باشه که** آنزیم دناابسپاراز علاوه بر تخریب پیوندهای میان فسفات‌ها، توانایی تخریب پیوندهای فسفودی‌استر را نیز دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) تنها مولکول‌های رنا به علت تک‌رشته‌ای بودن، دارای قطر متفاوتی در طول خود هستند.

۳) در فرایند همانندسازی، رشته دنا تازه تشکیل شده از رشته الگوی آن جدا نخواهد شد. در نظر داشته باشید که در فرایند رونویسی، پیوندهای هیدروژنی میان رشته تشکیل شده و رشته الگو شکسته می‌شود.

تعبیرنامه انواع نوکلئیک اسیدها		نوعی نوکلئیک اسید که .....	
تعبیر	ترجمه	تعبیر	ترجمه
بسپاری (پلیمر) از واحدهای تکرارشونده به نام نوکلئوتید است.	دنا + رنا	از واحدهای سه بخشی (= نوکلئوتید) تشکیل شده است.	دنا + رنا
قند پنج کربنی در آن دئوکسی ریبوز است.	دنا	قند پنج کربنی در آن، ریبوز است.	رنا
باز آلی تیمین دارد.	دنا	باز آلی یوراسیل دارد.	رنا
بازهای آلی پورین (دوحلقه‌ای) و پیریمیدین (تکحلقه‌ای) دارد.	دنا + رنا	قانون چارگاف درباره آن صادق است.	دنا
نوکلئوتیدهای آن با پیوند فسفودی استر به هم متصل هستند.	دنا + رنا	مدل مولکولی واتسون و کریک درباره ساختار آن است.	دنا
دو رشته پلی نوکلئوتیدی در مقابل هم آن را می سازند.	دنا	فقط دارای یک رشته پلی نوکلئوتیدی است.	رنا
به شکل حلقوی دیده می شود.	دنا	فقط به شکل خطی دیده می شود.	رنا
دو انتهای رشته پلی نوکلئوتیدی آن با پیوند فسفودی استر به هم متصل شده اند.	دنا	رشته پلی نوکلئوتیدی آن همیشه دو سر متفاوت دارد.	دنا و رنا خطی
بین بازهای مکمل دو رشته آن پیوند هیدروژنی وجود دارد.	دنا	طی فرایند همانندسازی ساخته می شود.	دنا
بین بازهای مکمل یک رشته آن پیوند هیدروژنی وجود دارد.	رنا	طی فرایند رونویسی ساخته می شود.	رنا
در سیتوپلاسم ساخته می شود.	دنا + رنا	در هسته ساخته می شود.	دنا + رنا
حامل اطلاعات وراثتی است.	دنا + رنا	قطر آن در سراسر مولکول، یکسان است.	دنا
کل دو رشته دنا الگوی ساخت آن است.	دنا	بخشی از یک رشته دنا الگوی ساخت آن است.	رنا

۴

فرایند تنظیم بیان ژن در جهت تنظیم تولید محصول از ژن ها صورت می گیرد. از طرفی توالی نوکلئوتیدی راه انداز مربوط به رونویسی رنا می باشد.

**نکته:** قرارگیری جفت بازها به شکل مکمل باعث می شود که قطر مولکول دنا در سراسر آن یکسان باشد؛ زیرا یک باز تک حلقه ای در مقابل یک باز دو حلقه ای قرار می گیرد و باعث پایداری مولکول دنا می شود. از مون وی ای پی

### گروه آموزشی ماز

۱۷- با توجه به مطلب کتاب درسی در مورد مراحل رونویسی از ژن رمز کننده پروتئین مهار کننده، کدام عبارت درست است؟

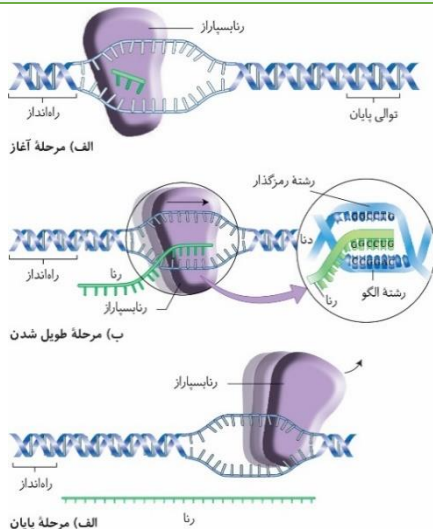
- ۱) در دومین برخلاف اولین مرحله، شرایط لازم برای فعالیت رناتن های سیتوپلاسم بر روی رنا ساخته شده فراهم می شود.
- ۲) در سومین همانند دومین مرحله، امکان ایجاد شرایط لازم جهت آغاز فرایند بالغ سازی رنا در حال ساخت وجود دارد.
- ۳) در اولین برخلاف سومین مرحله، حضور پروتئین هایی بر روی توالی های تنظیمی، رونویسی از ژن را تسریع می کند.
- ۴) در سومین همانند اولین مرحله، توالی های ویژه ای از مولکول دنا فعالیت رنابسپارازهای ۲ را کنترل می کنند.

(آسان - مفهومی - ۱۲۰۲)

پاسخ: گزینه ۱

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✓ در مرحله طویل شدن با جدا شدن قسمتی از رنا از رشته الگو، امکان شروع ترجمه وجود دارد.
گزینه ۲	✗ بالغ شدن رناهای پیک نابالغ فقط در یاخته های یوکاریوتی مشاهده می شود، نه یاخته های پروکاریوتی!
گزینه ۳	✗ تسریع رونویسی در یاخته های یوکاریوتی و با اتصال عوامل رونویسی به افزایشده انجام می شود.
گزینه ۴	✗ یاخته های پروکاریوتی فاقد رنابسپاراز ۲ هستند.



مطابق متن سؤال، این ژن مربوط به یک پروتئین پروکاریوتی است و این فرایند در یک یاخته پروکاریوتی انجام می شود. مطابق شکل مقابل، در دومین مرحله رونویسی (طویل شدن) رنا در حال ساخت از رشته الگو جدا می شود که این اتفاق می تواند در پروکاریوت ها سبب آغاز فرایند ترجمه توسط رناتن ها شود اما در مرحله اول رونویسی (آغاز) به علت آنکه هنوز رنا از رشته الگوی خود جدا نشده است پس امکان ترجمه آن رنا نیز وجود ندارد.

**نکته:** همزمان بودن عمل رونویسی و ترجمه یک رنا پیک، تنها در یاخته های پروکاریوتی قابل مشاهده است.

بررسی سایر گزینه ها:

- ۲) بالغ شدن رِناهای پیک نابالغ فقط در یاخته های یوکاریوتی مشاهده می شود، نه یاخته های پروکاریوتی!
- ۳) تسریع رونویسی در یاخته های یوکاریوتی و با اتصال عوامل رونویسی به افزایشده انجام می شود.
- ۴) در اولین مرحله توالی ویژه ای از دنا (راه انداز) و در سومین مرحله توالی ویژه ای از ژن (توالی پایان رونویسی) در فعالیت رِنا بسیار نقش دارند. اما یاخته های پروکاریوتی فاقد رِنا بسیار از ۲ هستند.

مقایسه مراحل مختلف رونویسی			
مرحله رونویسی	آغاز	طول شدن	پایان
توالی ویژه دنا (DNA)	✓ راه انداز: رونویسی نمی شود	✗	✓ توالی پایان رونویسی: رونویسی می شود
حرکت آنزیم	✓	✓	✓
باز شدن دو رشته دنا (DNA)	✓ بخش کوچکی از دنا (DNA)	✓	✓
رونویسی (ساخته شدن رِنا)	✓ زنجیره کوتاهی از رِنا (RNA)	✓	✓ رونویسی توالی پایان
رونویسی بخش قابل ترجمه ژن	✗ ابتدای mRNA ترجمه نمی شود.	✓	✗ انتهای mRNA ترجمه نمی شود.
جدا شدن رشته رِنا (RNA) از دنا (DNA)	✗	✓	✓ به طور کامل جدا می شود.
بسته شدن مولکول دنا (DNA)	✗	✓	✓ به طور کامل بسته می شود.

گروه آموزشی ماز

۱۸- در خصوص مدل های همانندسازی مطرح شده در کتاب درسی و با توجه به قرار دادن باکتری های دارای مولکول های دنا ی طبیعی در محیط کشت حاوی نیتروژن سنگین و گریز دادن مولکول های دنا ی حاصل از همانندسازی با فواصل ۲۰ دقیقه ای، کدام مورد درست است؟

- ۱) اگر همانندسازی دنا به صورت حفاظتی انجام شود، در حد فاصل دقیقه چهارم تا شصتم، بر ضخامت نوارهای موجود در بالای لوله افزوده خواهد شد.
- ۲) اگر همانندسازی دنا به صورت نیمه حفاظتی انجام شود، در حد فاصل دقیقه چهارم تا شصتم، تعداد رشته های دنا ی دارای چگالی متوسط ثابت خواهد ماند.
- ۳) اگر همانندسازی دنا به صورت حفاظتی انجام شود، در حد فاصل دقیقه بیستم تا چهارم، بر تعداد نوارهای موجود در بخش های مختلف لوله آزمایش افزوده خواهد شد.
- ۴) اگر همانندسازی دنا به صورت غیر حفاظتی انجام شود، در حد فاصل دقیقه بیستم تا چهارم، تنها نوار تشکیل شده در لوله آزمایش به سمت پایین تر حرکت خواهد کرد.

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۱)

در ابتدای این سؤال لازم است که دقت داشته باشید که مولکول های دنا ی اولیه (دقیقه صفر) دارای نیتروژن طبیعی (سبک) بوده و نوکلئوتیدهای جدید استفاده شده دارای نیتروژن سنگین خواهند بود و فرایند آزمایش، عکس آزمایش مزلسون و استال می باشد.

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✗ باید توجه داشته باشید که در تمامی این دقایق تنها یک نوار در پایین لوله تشکیل می شود.
گزینه ۲	✗ در همانندسازی نیمه حفاظتی، مولکول های دنا یی با چگالی متوسط یافت می شود، نه رشته هایی با چگالی متوسط!
گزینه ۳	✗ پس از دقیقه بیستم، تنها دو نوار یکی در پایین و دیگری در بالا تشکیل می شود و بر تعداد نوارها افزوده نمی شود.
گزینه ۴	✓ در دقیقه چهارم، نوار تشکیل شده در وسط لوله نسبت به دقیقه بیستم مقداری پایین تر قرار می گیرد.

پاسخ تشریحی:

با فرض آنکه همانندسازی دنا به صورت غیر حفاظتی باشد، در دقیقه بیستم دو مولکول دنا ی حاوی نیتروژن های سبک و سنگین در هر رشته از این مولکول ها تولید می شود که تقریباً چگالی متوسطی داشته و در میانه لوله آزمایش قرار می گیرند. در دقیقه چهارم چهار مولکول دنا تولید خواهد شد که هر رشته دارای نیتروژن های سنگین و سبک خواهند بود اما از آنجایی که این مولکول های دنا در محیط کشت دارای نیتروژن سنگین قرار می گیرند، میزان نوکلئوتیدهای دارای نیتروژن سنگین در مولکول های دنا ی این نسل بیشتر خواهد بود و به همین علت چگالی مولکول های دنا ی موجود در دقیقه چهارم کمی بیشتر از دقیقه بیستم خواهد بود و نوار تشکیل شده به سمت پایین حرکت خواهد کرد.

دِنای اولیه	رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی (دقیقهٔ صفر)	نوع همانندسازی	(دقیقهٔ ۲۰)		(دقیقهٔ ۴۰)	
			دناهای دور اول	رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی	دناهای دور دوم	رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی
دناي سبک	رشتهٔ سبک	غیرحفاظتی	دناي متوسط (۱۴/۵)	رشتهٔ متوسط (۱۴/۵)	دِنای متوسط (۱۴/۷۵)	رشتهٔ متوسط (۱۴/۷۵)
				رشتهٔ متوسط (۱۴/۵)		رشتهٔ متوسط (۱۴/۷۵)
	دناي متوسط (۱۴/۵)		رشتهٔ متوسط (۱۴/۵)	دِنای متوسط (۱۴/۷۵)	رشتهٔ متوسط (۱۴/۷۵)	
			رشتهٔ متوسط (۱۴/۵)		رشتهٔ متوسط (۱۴/۷۵)	

بررسی سایر رشته ها:

۱ با فرض آنکه همانندسازی **حفاظتی** باشد، در **دقیقه چهارم** این آزمایش، چهار مولکول دنا یافت می شود که سه تای آن دارای نوکلئوتیدهای جدید (دارای نیتروژن سنگین) و یکی از آن ها همان دنا ی اولیه (دارای نوکلئوتید سبک) خواهد بود. در **دقیقه شصتم** تعداد مولکول های دنا ی دارای چگالی سنگین، هفت عدد خواهد بود که در این حالت بر ضخامت نوار تشکیل شده در پایین لوله افزوده می شود، اما باید توجه داشته باشید که در تمامی این دقایق تنها یک نوار در پایین لوله تشکیل می شود.

(دقیقه ۶۰)		(دقیقه ۴۰)		(دقیقه ۲۰)		نوع همانندسازی	رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی (دقیقه صفر)	دِنای اولیه
رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی	دناهای دور سوم	رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی	دناهای دور دوم	رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی	دناهای دور اول			
رشته سنگین	دِنای سنگین (۷ مولکول)	رشته سنگین	دِنای سنگین (۳ مولکول)	رشته سنگین	دِنای سنگین (۱ مولکول)	حفاظتی	رشته سبک	دِنای سبک
رشته سنگین		رشته سنگین		رشته سنگین				
رشته سبک	دِنای سبک (۱ مولکول)	رشته سبک	دِنای سبک (۱ مولکول)	رشته سبک	دِنای سبک (۱ مولکول)		رشته سبک	
رشته سبک		رشته سبک		رشته سبک				

۲ در همانندسازی نیمه حفاظتی، مولکول های دنا یی با چگالی متوسط یافت می شود، نه رشته هایی با چگالی متوسط! در نظر داشته باشید که رشته های دنا با چگالی متوسط تنها در مدل همانندسازی غیر حفاظتی قابل مشاهده است.

(دقیقه ۶۰)		(دقیقه ۴۰)		(دقیقه ۲۰)		نوع همانندسازی	رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی (دقیقه صفر)	دِنا ی اولیه
رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی	دناهای دور سوم	رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی	دناهای دور دوم	رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی	دناهای دور اول			
رشته سنگین	دِنا ی سنگین (۶ مولکول)	رشته سنگین	دِنا ی سنگین(۲ مولکول)	رشته سنگین	دِنا ی متوسط (۱ مولکول)	نیمه‌حفاظتی	رشته سبک	دِنا ی سبک
رشته سنگین		رشته سنگین		رشته سبک				
رشته سنگین	دِنا ی متوسط (۲ مولکول)	رشته سنگین	دِنا ی متوسط (۲ مولکول)	رشته سنگین	دِنا ی متوسط (۱ مولکول)		رشته سبک	
رشته سبک		رشته سبک		رشته سبک				

۳ با فرض آنکه همانندسازی **حفاظتی** باشد، پس از **دقیقه بیستم**، در تمامی دقایق تنها دو نوار یکی در پایین و دیگری در بالا قرار دارد و بر تعداد نوارها افزوده نمی شود و تنها بر ضخامت یکی از نوارها افزوده می شود.



(دقیقه ۴۰)		(دقیقه ۲۰)		نوع همانندسازی	رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی (دقیقه صفر)	دِنای اولیه
رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی	دناهای دور دوم	رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی	دناهای دور اول			
رشته سنگین	دِنای سنگین (۳ مولکول)	رشته سنگین	دناى سنگین (۱ مولکول)	حفاظتی	رشته سبک	دناى سبک
رشته سنگین		رشته سنگین				
رشته سبک	دِنای سبک (۱ مولکول)	رشته سبک	دناى سبک (۱ مولکول)		رشته سبک	
رشته سبک		رشته سبک				

### گروه آموزشی ماز

۱۹- با توجه به اطلاعات کتاب درسی، کدام مورد برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«کودک چهارساله ای که مبتلا به بیماری ..... است، قطعاً .....»

- (۱) کم خونی داسی شکل - قبل از استخوانی شدن یاخته های غضروفی صفحات رشد، می میرد.
- (۲) هموفیلی - حداقل یک والد دچار اختلال در فرایند جلوگیری از خونریزی های شدید دارد.
- (۳) کم خونی داسی شکل - از پدر و مادری مقاوم در برابر ابتلا به بیماری مالاریا، متولد شده است.
- (۴) هموفیلی - در صورت نیاز به تشکیل لخته، به دلیل فقدان عامل انعقادی هشت دچار مشکل می شود.

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۳)

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✗ احتمال دارد فرد مبتلا به کم خونی داسی شکل در سن پایین فوت نکند و تا سنین بالاتری زنده بماند.
گزینه ۲	✗ ممکن است پدر سالم و مادر سالم ناقل بوده و پسر آنها بیمار هموفیلی باشد.
گزینه ۳	✓ کودک مبتلا به کم خونی داسی شکل، به طور حتم دارای پدر و مادر ناقل از نظر این بیماری می باشد.
گزینه ۴	✗ ممکن است فردی مبتلا به هموفیلی، در فاکتور انعقادی هشت کمبودی نداشته باشد.

پاسخ تشریحی:

کودکی که کم خونی داسی شکل دارد، ژنوتیپ  $Hb^S Hb^S$  دارد. بنابراین هر کدام از والدین حداقل یک دگر  $Hb^S$  دارند. پس هر کدام از والدین یا  $Hb^S Hb^S$  یا  $Hb^S Hb^A$  خواهند بود که ژنوتیپ خالص، همواره گوچه قرمز داسی شکل دارد که محیط نامناسبی برای انگل مالاریا است و فرد دارای ژنوتیپ ناخالص نیز گاهی ممکن است گوچه قرمز داسی شکل پیدا کند و در برابر ابتلا به مالاریا مقاوم است.

بررسی سایر گزینه ها:

- ۱) افراد مبتلا به کم خونی داسی شکل، در سنین پایین معمولاً (نه همواره) می میرند. استخوانی شدن صفحات غضروفی، پس از بلوغ رخ می دهد. بنابراین احتمال دارد فرد مبتلا به کم خونی داسی شکل در سن پایین فوت نکند و تا سنین بالاتری زنده بماند.
- ۲) کودک مبتلا به هموفیلی اگر پسر باشد  $X^h Y$  و اگر دختر باشد،  $X^h X^h$  است. اگر کودک مبتلا به هموفیلی پسر باشد، پدر ممکن است سالم باشد. در هر حالت پسر یا دختر بودن نیز، ممکن است مادر علاوه بر  $X^h$ ، دگر  $X^H$  هم داشته و سالم باشد.
- ۴) شایع ترین نوع هموفیلی به فقدان عامل انعقادی هشت مربوط است؛ بنابراین ممکن است فردی مبتلا به هموفیلی، در فاکتور انعقادی هشت کمبودی نداشته باشد و مشکلی در فاکتور انعقادی دیگری وجود داشته باشد.

### گروه آموزشی ماز

۲۰- با در نظر گرفتن همه حالات درخصوص بررسی دو بیماری کورنگی و فنیل کتونوری، در کدام مورد تنوع ژن نمود (ژنوتیپ) های متصور برای فرزندان حاصل از ازدواج، بیشتر خواهد بود؟ (کورنگی وابسته به X و فنیل کتونوری مستقل از جنس است. هر دو بیماری از نظر بارز و نهفته بودن مشابه اند. گامت زایی به شکل طبیعی بوده و کراسینگ اور نیز رخ نداده است.)

- (۱) مادر سالم و پدر کورنگ
- (۲) مادر کورنگ و پدر سالم
- (۳) مادر و پدر مبتلا به فنیل کتونوری
- (۴) مادر مبتلا به هر دو بیماری و پدر کورنگ

پاسخ: گزینه ۱ (سخت - مفهومی - ۱۲۰۳)

تعبیر:

فنیل کتونوری یک بیماری نهفته است. باتوجه به اینکه کورنگی و فنیل کتونوری از نظر بارز و نهفته بودن مشابه اند، پس کورنگی نیز یک بیماری نهفته است.

**توجه:** برای فنیل کتونوری، دگره بیماری با  $f$  و دگره سالم با  $F$  - برای کوررنگی، دگره بیماری با  $X^b$  و دگره سالم با  $X^B$  را فرض می‌کنیم.

بررسی سریع:



دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✓ تنوع ژنوتیپ فرزندان در این گزینه، ۱۲ نوع می‌باشد.
گزینه ۲	✗ تنوع ژنوتیپ فرزندان در این گزینه، ۶ نوع می‌باشد.
گزینه ۳	✗ تنوع ژنوتیپ فرزندان در این گزینه، ۴ نوع می‌باشد.
گزینه ۴	✗ تنوع ژنوتیپ فرزندان در این گزینه، ۴ نوع می‌باشد.

پاسخ تشریحی:

ژنوتیپ مادر سالم برای کوررنگی  $X^B X^B$  یا  $X^B X^b$  است. یعنی دو نوع گامت از نظر این دگره‌ها ممکن است تولید کند. همچنین ژنوتیپ مادر سالم برای فنیل کتونوری  $FF$  یا  $Ff$  است. یعنی دو نوع گامت از نظر این دگره‌ها ممکن است تولید کند. پس در مجموع چهار نوع گامت ممکن است بسازد. (ژنوتیپ گامت‌ها:  $X^{bF} - X^bF - X^BF - X^Bf$ )

ژنوتیپ پدری که کوررنگ است،  $X^b Y$  است. پس دو نوع گامت می‌سازد که یکی دگره  $Y$  و یکی دگره  $X^b$  دارد. این فرد چون از نظر فنیل کتونوری سالم است، ژنوتیپ  $FF$  یا  $Ff$  دارد. یعنی دو نوع گامت از نظر این دگره‌ها ممکن است تولید کند، یکی با دگره  $f$  و یکی با دگره  $F$ . پس در مجموع چهار نوع گامت ممکن است بسازد. (ژنوتیپ گامت‌ها:  $X^{bF} - X^bF - YF - Yf$ )

چهار حالت برای گامت مادر و چهار حالت برای گامت پدر وجود دارد که از لقاح آن‌ها، **حداکثر ۱۲ نوع یاخته تخم** تولید خواهد شد. ۴ حالت لقاح یافته تکراری هستند!

بررسی سایر گزینه‌ها:

ژنوتیپ مادر کوررنگ برای کوررنگی  $X^b X^b$  است. یعنی فقط یک نوع گامت از نظر این دگره‌ها ممکن است تولید کند. همچنین ژنوتیپ مادر سالم برای فنیل کتونوری  $FF$  یا  $Ff$  است. یعنی دو نوع گامت از نظر این دگره‌ها ممکن است تولید کند. پس در مجموع دو نوع گامت ممکن است بسازد. (یک نوع گامت با ژنوتیپ  $X^b F$  و یک نوع با ژنوتیپ  $X^{bF}$ )

ژنوتیپ پدری که سالم است،  $X^B Y$  است. پس دو نوع گامت می‌سازد که یکی دگره  $Y$  و یکی دگره  $X^B$  دارد. این فرد چون از نظر فنیل کتونوری سالم است، ژنوتیپ  $FF$  یا  $Ff$  دارد. یعنی دو نوع گامت از نظر این دگره‌ها ممکن است تولید کند، یکی با دگره  $f$  و یکی با دگره  $F$ . پس در مجموع چهار نوع گامت ممکن است بسازد. (ژنوتیپ گامت‌ها:  $X^{Bf} - X^BF - YF - Yf$ )

دو حالت برای گامت مادر و چهار حالت برای گامت پدر وجود دارد که از لقاح آن‌ها، **حداکثر ۶ نوع یاخته تخم** تولید خواهد شد. ۲ حالت لقاح یافته تکراری هستند!

ژنوتیپ مادر سالم برای کوررنگی  $X^B X^B$  یا  $X^B X^b$  است. یعنی دو نوع گامت از نظر این دگره‌ها ممکن است تولید کند. همچنین ژنوتیپ مادر مبتلا به فنیل کتونوری  $ff$  است یعنی فقط یک نوع گامت برای این صفت می‌تواند بسازد. پس در مجموع دو نوع گامت ممکن است بسازد. (ژنوتیپ گامت‌ها:  $X^{bF} - X^BF$ )

ژنوتیپ پدری که از نظر کوررنگی سالم است،  $X^B Y$  است. پس دو نوع گامت می‌سازد که یکی دگره  $Y$  و یکی دگره  $X^B$  دارد. این فرد چون از نظر فنیل کتونوری بیمار است، ژنوتیپ  $ff$  دارد. یعنی یک نوع گامت از نظر این صفت ممکن است تولید کند. پس در مجموع دو نوع گامت ممکن است بسازد. (ژنوتیپ گامت‌ها:  $X^{Bf} - Yf$ )

دو حالت برای گامت مادر و دو حالت برای گامت پدر وجود دارد که از لقاح آن‌ها، **حداکثر ۴ نوع یاخته تخم** تولید خواهد شد.

ژنوتیپ مادر کوررنگ برای کوررنگی  $X^b X^b$  است. یعنی فقط یک نوع گامت از نظر این دگره‌ها ممکن است تولید کند. همچنین ژنوتیپ مادر بیمار برای فنیل کتونوری  $ff$  است. یعنی یک نوع گامت از نظر این دگره‌ها ممکن است تولید کند. پس در مجموع یک نوع گامت ممکن است بسازد. (یک نوع گامت با ژنوتیپ  $X^{bF}$ )

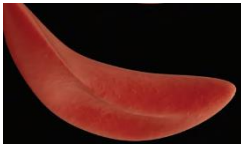
ژنوتیپ پدری که کوررنگ است،  $X^b Y$  است. پس دو نوع گامت می‌سازد که یکی دگره  $Y$  و یکی دگره  $X^b$  دارد. این فرد چون از نظر فنیل کتونوری سالم است، ژنوتیپ  $FF$  یا  $Ff$  دارد. یعنی دو نوع گامت از نظر این دگره‌ها ممکن است تولید کند، یکی با دگره  $f$  و یکی با دگره  $F$ . پس در مجموع چهار نوع گامت ممکن است بسازد. (ژنوتیپ گامت‌ها:  $X^{bF} - X^bF - YF - Yf$ )

یک حالت برای گامت مادر و چهار حالت برای گامت پدر وجود دارد که از لقاح آن‌ها، **حداکثر ۴ نوع یاخته تخم** تولید خواهد شد.

گروه آموزشی ماز

۲۱- با توجه به شکل زیر که نوعی بیماری خاص در دستگاه گردش خون را نشان می دهد، چند مورد برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«در فردی که مشاهده گویچه قرمز مقابل در آن ..... است، در مولکول ..... بخش مربوط به ششمین آمینواسید زنجیره بتای هموگلوبین، .....»



الف: ناممکن - رنای (RNA) - سه باز آلی دوحلقه ای وجود دارد.

ب: ناممکن - دنای (DNA) - دو نوکلئوتید تیمین دار حضور دارند.

ج: حتمی - رنای (RNA) - کدون مربوط به گلوتامیک اسید قرار دارد.

د: حتمی - دنای (DNA) - نوکلئوتیدهای حاوی A و T جابه جا شده اند.

۱ (۴)

۲ (۳)

۳ (۲)

۴ (۱)

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط - مفهومی - شکل - ۱۲۰۲)

### تعبیر:

گویچه قرمز نشان داده شده در شکل، گویچه قرمز داسی شکل است.

فردی که مشاهده گویچه قرمز داسی شکل در آن حتمی است: فرد مبتلا به کم خونی داسی شکل (نمی توانید فرد ناقل بیماری را در نظر بگیرید، چون فقط هنگام کاهش اکسیژن، گویچه هایش داسی شکل می شوند).

فردی که مشاهده گویچه قرمز داسی شکل در آن ناممکن است: فرد سالم

### بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر مورد	
الف	✓ در بخش مربوط به ششمین آمینواسید زنجیره بتا، سه باز آلی دوحلقه ای وجود دارد.
ب	✓ در رشته الگوی مولکول دنا، دو نوکلئوتید تیمین دار دیده می شود.
ج	✗ در فرد بیمار، آمینواسید والین به جای گلوتامیک اسید قرار گرفته است.
د	✓ در فرد بیمار، نوکلئوتید آدنین دار به جای نوکلئوتید تیمین دار قرار گرفته است.

همه موارد به جز مورد (ج)، درست هستند.

### بررسی موارد:

الف) بخشی از رنای فرد سالم که مربوط به ششمین آمینواسید زنجیره بتا است، توالی GAA دارد. بازهای آلی آدنین و گوانین دو حلقه ای هستند.

ب) رشته الگوی دنای هموگلوبین طبیعی در این جایگاه CTT است. بنابراین باید دو نوکلئوتید تیمین دار در رشته الگوی ژن را در نظر گرفت.

ج) مطابق شکل مقابل، در فرد بیمار، آمینواسید والین به جای گلوتامیک اسید قرار گرفته است.

د) مطابق شکل مقابل، در فرد بیمار، نوکلئوتید آدنین دار به جای نوکلئوتید تیمین دار قرار گرفته است.

### همه چیز در مورد کم خونی داسی شکل

منشأ	نوعی بیماری ارثی (نشان دهنده رابطه بین ژن و پروتئین)
علت + ایجاد نحوه ایجاد	نوعی جهش جانشینی (جهش کوچک) قرار گرفتن نوکلئوتید A در به جای نوکلئوتید T در در رشته الگوی ژن زنجیره بتای هموگلوبین (ابتدا شکستن پیوندهای فسفودی استر و سپس تشکیل آن ها) ← قرارگیری نوکلئوتید T در به جای A در در رشته رمزگذار (ابتدا شکستن پیوندهای فسفودی استر و سپس تشکیل آن ها) ← در مولکول دنا یک جفت نوکلئوتید دچار تغییر می شود.
ژن نمود	ژن نمود فرد بیمار: $Hb^S Hb^S$ ← این افراد، معمولاً در سنین پایین می میرند و شانس انتقال ژن های خود به نسل بعد را از دست می دهند. ژن نمود فرد سالم: $Hb^A Hb^A$ و $Hb^A Hb^S$ (ناقل).
رخنمود	تغییر رخ نمود به گونه ای است که گویچه های قرمز فرد از حالت گرد به حالت داسی تغییر می یابند. رخ نمود $Hb^A Hb^S$ : می تواند هم نشانگر فرد سالم باشد و هم فرد بیمار به دلیل اثر شرایط محیطی بر بروز بیماری: - مناطق دارای اکسیژن کافی ← دارای هموگلوبین طبیعی - مناطق دارای کمبود اکسیژن ← ایجاد فرم غیرطبیعی هموگلوبین ← ایجاد گویچه قرمز داسی شکل
تغییرات در هموگلوبین	- تفاوت هموگلوبین طبیعی با هموگلوبین تغییر شکل یافته در ششمین آمینواسید زنجیره های بتای آن ها است. (نه ششمین توالی سه نوکلئوتیدی رنا!) - در این بیماری، همه ساختارهای پروتئین هموگلوبین دچار تغییر می شوند؛ زیرا همه ساختارها به ساختار اول وابسته اند و با تغییر یک آمینواسید سایر ساختارها نیز دچار تغییر می شوند. - با تغییر شکل پروتئین هموگلوبین، عملکرد آن نیز دچار اختلال می شود.
پیامدها	در این نوع کم خونی: اختلال در انتقال گازهای تنفسی ← کاهش اکسیژن رسانی به بافت ها ← افزایش میزان ترشح هورمون اریتروپوئیتین از کبد و کلیه ها.

# آزمون وی آی پی

اولین بخش آزمون ها در تلگرام

آرشیو آزمون های سال گذشته 🤖

جهت دانلود آزمون ها در کانال ما با آیدی  
زیر در تلگرام عضو باشید:

@AzmonVip<sup>!</sup>  
t.me/AzmonVip





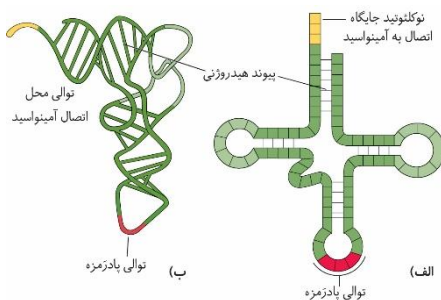
۲۲- کدام مورد دربارهٔ رناهای ناقل موجود در تمامی یاخته‌های یوکاریوتی، نادرست است؟

- (۱) فقط در یکی از حلقه‌های آن‌ها، شرایط لازم برای تشکیل پیوندهای هیدروژنی میان بازهای آلی را فراهم می‌کنند.
- (۲) فقط در اولین نوکلئوتید یک انتهای آن‌ها، باز آلی مناسب جهت تشکیل پیوند هیدروژنی مشاهده می‌شود.
- (۳) فقط اولین نوکلئوتید یک انتهای آن‌ها، برای اتصال به گروه کربوکسیلی آمینواسیدها ویژه شده است.
- (۴) فقط در یکی از حلقه‌های آن‌ها، دارای توالی نوکلئوتیدی ویژه جهت اتصال به رناهای دیگر هستند.

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۲)

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✗ در ساختار هیچ یک از حلقه‌های رنای ناقل، پیوند هیدروژنی مشاهده نمی‌شود.
گزینه ۲	✓ اولین نوکلئوتید موجود در یک انتها با پنجمین نوکلئوتید موجود در انتهای دیگر پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند.
گزینه ۳	✓ اولین نوکلئوتید یکی از انتهاها جایگاه اتصال آمینواسید را تشکیل می‌دهد.
گزینه ۴	✓ تنها در یک حلقه، توالی آنتی‌کدون مشاهده می‌شود.



مطابق شکل مقابل، در ساختار هیچ یک از حلقه‌های رنای ناقل پیوند هیدروژنی مشاهده نمی‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) مطابق شکل، اولین نوکلئوتید موجود در یک انتها با پنجمین نوکلئوتید موجود در انتهای دیگر پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند.

۳) اولین نوکلئوتید یکی از انتهاها جایگاه اتصال آمینواسید را تشکیل می‌دهد.

نکته: همواره یک آمینواسید از طریق گروه کربوکسیل خود به رنای ناقل متصل می‌شود.

۴) مطابق شکل، تنها در یک حلقه توالی آنتی‌کدون مشاهده می‌شود که این توالی به کدون مربوطه در رنای پیک متصل می‌شود.

#### مقایسهٔ رناهای ناقل

##### تفاوت‌ها:

مورد مقایسه	دارای تاخوردگی اولیه	دارای شکل سه‌بعدی
تصویر		
شکل ظاهری	برگ شبدری	تاخوردگی‌های بیشتر در مولکول رنای ناقل اولیه ← L شکل
فاصلهٔ میان حلقه‌های فاقد توالی پادرمزه	بیشتر (نسبت به ساختار سه‌بعدی)	کمتر
اشتراک:		
مشاهدهٔ پیوند هیدروژنی میان برخی از ریبونوکلئوتیدها		
عدم وجود پیوند هیدروژنی در ریبونوکلئوتیدهای حلقه‌های رنای ناقل		

#### گروه آموزشی ماز

۲۳- مطابق با اطلاعات کتاب درسی، کدام عبارت زیر همواره صحیح است؟

- (۱) تعداد شکل‌های یک صفت، بیشتر از تعداد انواع دگره‌های آن صفت است.
- (۲) آمیزش میان دو جنس متفاوت از جانداران در دو گونهٔ مختلف غیرممکن است.
- (۳) دگره‌ای که در فام‌تن‌های غیرجنسی مشاهده نمی‌شود، از پدر به فرزند دختر می‌رسد.
- (۴) امکان رخ دادن نوعی فرایند افزایش‌دهندهٔ شباهت دو جمعیت، در یک نوع گونه‌زایی وجود دارد.



(آسان - مفهومی / ترکیبی - ۱۲۰۴)

پاسخ: گزینه ۴

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✗ ممکن است تعداد شکل های صفت با تعداد انواع دگرها برابر باشد.
گزینه ۲	✗ امکان آمیزش افراد دو گونه وجود دارد ولی موفقیت آمیز نخواهد بود.
گزینه ۳	✗ اگر دگره روی فام تن Y باشد، نمی تواند به دختر منتقل شود.
گزینه ۴	✓ امکان مشاهده شارش ژن در گونه زایی هم میهنی وجود دارد. از مون وی ای پی

پاسخ تشریحی:

اگر بین دو جمعیت، شارش ژن به طور پیوسته و دوسویه ادامه یابد، سرانجام خزانه ژن دو جمعیت به هم شبیه می شود. اگر شارش ژن متوقف شود، نوع گونه زایی دگر میهنی است. در گونه زایی هم میهنی، امکان شارش ژن وجود دارد، چرا که اگر شارش ژن رخ ندهد، گونه زایی دگر میهنی محسوب خواهد شد.

بررسی سایر گزینه ها:

- فرض کنید برای یک صفت سه دگره A، B و C وجود داشته باشد که A نسبت به همگی بارز و B نسبت به C بارز باشد. در این صورت هر ژنوتیپ دارای دگره A یک فنوتیپ، ژنوتیپ B خالص و BC نیز یک فنوتیپ و ژنوتیپ C خالص نیز یک فنوتیپ معین خواهند داشت. یعنی ۳ دگره و ۳ فنوتیپ وجود دارد و تعداد شکل های صفت با تعداد انواع دگرها برابر است.
- گونه در زیست شناسی به جاندارانی گفته می شود که می توانند در طبیعت با هم آمیزش کنند و زاده های زیست و زایا به وجود آورند ولی نمی توانند با جانداران دیگر آمیزش موفقیت آمیز داشته باشند. زیست در این تعریف، به جاندار می شود که زنده می ماند و زندگی طبیعی خود را ادامه می دهد. همچنین، منظور از آمیزش موفقیت آمیز، آمیزشی است که به تولید زاده های زیست و زایا منجر شود. بنابراین ممکن است گل مغربی دولاد و چارلاد با جنس های مختلف که متعلق به دو گونه متفاوت هستند، با یکدیگر آمیزش کنند اما این آمیزش، آمیزش موفقیت آمیز نیست، چرا که گیاه حاصل از آن سلال است که علی رغم زیست بودن، توانایی کاستمان و تولید گامت ندارد و نازا است.
- دگره ای که در فام تن های غیر جنسی نیست، دگره ای از یک صفت وابسته به جنس است که ممکن است روی فام تن Y یا X باشد. پدر فقط فام تن X را به دختر می دهد و اگر دگره روی فام تن Y باشد، نمی تواند به دختر منتقل شود.

### گروه آموزشی ماز

۲۴- با فعالیت کانالیزورهای زیستی ویژه ای، همزمان با باز شدن پیچ و تاب فامینه های یک یاخته پوششی، پروتئین های همراه با آن نیز از مولکول های دنا جدا می شوند. کدام مورد، درباره وقایع بعدی جهت مضاعف سازی مولکول های دنا درست است؟

- پیش از جایگزین شدن یک نوکلئوتید با نوکلئوتید میانه رشته دنا در حال ساخت، حرکت دنباسپاراز در خلاف جهت همانند سازی رخ می دهد.
- پس از قرارگیری نوکلئوتیدهای مکمل در برابر نوکلئوتیدهای رشته الگو، از میزان پیوندهای اشتراکی موجود در آن نوکلئوتیدها، کاسته می شود.
- همزمان با برهم خوردن پایداری مولکول دنا الگو توسط آنزیم دربرگیرنده هر دو رشته این دنا، از پیچ خوردگی های ساختار آن مولکول کاسته می شود.
- همزمان با افزایش فاصله دباسپاراز (پلیمراز) های موجود در یک ناحیه، تشکیل پیوند میان نوکلئوتیدهای مکمل قرار گرفته توسط این آنزیم ها، امکان پذیر نیست.

(سخت - مفهومی - ۱۲۰۱)

پاسخ: گزینه ۴

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✗ اصلاح نوکلئوتید توسط دنباسپاراز در انتهای رشته در حال ساخت صورت می گیرد.
گزینه ۲	✗ در حین اضافه شدن (نه پس از آن) پیوندهای اشتراکی میان فسفات ها شکسته می شود.
گزینه ۳	✗ پایداری مولکول دنا در نتیجه عمل هلیکاز بر هم نمی خورد.
گزینه ۴	✓ در دو دنباسپاراز که در دو جهت مختلف همانند سازی می کنند، میان نوکلئوتیدهای مکمل قرار گرفته آن ها پیوند تشکیل نمی شود.

پاسخ تشریحی:



مطابق شکل مقابل، اولین نوکلئوتیدهایی که توسط آنزیم های دنباسپاراز موجود در یک نقطه در برابر نوکلئوتید مکمل قرار گرفته است، نمی توانند در همان لحظه به یکدیگر متصل شوند، بلکه ابتدا با افزایش فاصله دنباسپارازهای آن نقطه از یکدیگر بر طول دنا در حال ساخت افزوده شده و در انتها رشته های تازه ساخته شده مختلف به یکدیگر متصل می شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) هیچگاه در طی همانندسازی، جایگزین شدن یک نوکلئوتید با نوکلئوتید دیگر، در میانه رشته در حال ساخت انجام نمی‌شود؛ بلکه این اتفاق در انتهای رشته در حال ساخت می‌تواند انجام شود.

نکته: اگرچه آنزیم دنا بسپاراز، نوکلئوتیدها را براساس رابطه مکملی مقابل هم قرار می‌دهد ولی گاهی در این مورد اشتباهی هم صورت می‌گیرد؛ بنابراین آنزیم دنا بسپاراز پس از برقراری هر پیوند فسفودی‌استر، برمی‌گردد و رابطه مکملی نوکلئوتیدها را بررسی می‌کند که رابطه آن درست است یا اشتباه؟ اگر اشتباه باشد آن را برداشته و نوکلئوتید درست را به جای آن قرار می‌دهد.

۲) هنگام اضافه شدن (نه پس از آن) هر نوکلئوتید سه فسفات به انتهای رشته پلی‌نوکلئوتید دو تا از فسفات‌های آن از مولکول جدا می‌شوند و نوکلئوتید به صورت تک‌فسفات به رشته متصل می‌شود.

۳) اگرچه هر پیوند هیدروژنی به تنهایی انرژی پیوند کمی دارد، ولی وجود هزاران یا میلیون‌ها نوکلئوتید و برقراری پیوند هیدروژنی بین آن‌ها به مولکول دنا حالت پایداری می‌دهد. در عین حال، دو رشته دنا در موقع نیاز هم می‌توانند در بعضی نقاط از هم جدا شوند، بدون اینکه پایداری آن‌ها به هم بخورد.

نکته: تحقیقات نشان داده است در محلی که قرار است همانندسازی انجام شود، دو رشته از هم باز می‌شوند. بقیه قسمت‌ها بسته هستند و به تدریج باز می‌شوند.

گروه آموزشی ماز

۲۵- از ازدواج مرد سالم دارای گروه خونی A و توانایی تولید پروتئین D با زنی که ضمن فقدان فاکتور انعقادی A، فاقد توانایی تولید پروتئین D و دارای گروه خونی B می‌باشد، تولد کدام فرزند غیرممکن است؟

- ۱) پسری با ژن‌نمود ناخالص برای همه انواع گروه‌های خونی و فاقد توانایی ساخت فاکتور انعقادی A
- ۲) دختری با توانایی ساخت یک نوع کربوهیدرات گروه خونی و پروتئین D و مبتلا به فقدان فاکتور انعقادی A
- ۳) پسری بدون توانایی ساخت کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌های تعیین‌کننده گروه‌های خونی و مبتلا به فقدان فاکتور انعقادی A
- ۴) دختری با توانایی ساخت دو نوع کربوهیدرات گروه خونی و با ژن‌نمودهای ناخالص برای ساخت فاکتور انعقادی A و پروتئین D

پاسخ: گزینه ۲ (آسان - مفهومی - ۱۲۰۳)

تعبیر:

مردی که از نظر هموفیلی سالم است، برای این بیماری ژنوتیپ  $X^{HY}$  دارد. فردی با گروه خونی A، ژنوتیپ AO یا AA دارد. همچنین چون گروه خونی فرد مثبت است و توانایی تولید پروتئین D را دارد، ژنوتیپ آن DD یا Dd است.  
زنی که از نظر هموفیلی بیمار است و فقدان فاکتور انعقادی A دارد، برای این بیماری ژنوتیپ  $X^{hX^h}$  دارد. فردی با گروه خونی B، ژنوتیپ BO یا BB دارد. همچنین چون گروه خونی فرد منفی است و توانایی تولید پروتئین D را ندارد، ژنوتیپ آن dd است.

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✓ امکان مشاهده پسری هموفیل با ژن‌نمود ناخالص برای همه گروه‌های خونی وجود دارد.
گزینه ۲	✗ به‌طور کلی امکان مشاهده دختر مبتلا به هموفیلی وجود ندارد.
گزینه ۳	✓ امکان مشاهده پسری با گروه خونی O و ژنوتیپ ناخالص برای گروه خونی Rh وجود دارد.
گزینه ۴	✓ امکان مشاهده دختری با گروه خونی AB و ناخالص برای هموفیلی و گروه خونی Rh وجود دارد.

پاسخ تشریحی:

اگر یکی از والدین دگره O و یکی از والدین دگره A یا B را به فرزند خود بدهد، فرزند حاصل، توانایی ساخت یک نوع کربوهیدرات گروه خونی را خواهد داشت. اگر پدر، دگره D را به فرزند خود بدهد، گروه خونی فرزند مثبت خواهد بود. پدر به دختر خود،  $X^H$  می‌دهد و مادر نیز  $X^h$  می‌دهد. در این حالت، دختری متولد می‌شود که ژنوتیپ  $X^HX^h$  دارد. این دختر هموفیلی ندارد و فقط ناقل این بیماری است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) اگر یکی از والدین دگره O و یکی از والدین دگره A یا B را به فرزند خود بدهد، ژنوتیپ فرزند برای گروه خونی ABO ناخالص خواهد بود. اگر پدر دگره D را به فرزند بدهد، با توجه به اینکه مادر فقط توانایی انتقال دگره d را دارد، ژنوتیپ فرزند Dd و برای گروه خونی Rh نیز ناخالص خواهد بود. اگر قرار باشد پسری متولد شود، پدر فام‌تن Y را به فرزند می‌دهد. با توجه به اینکه مادر هموفیل است و ژنوتیپ  $X^hX^h$  دارد،  $X^h$  را به فرزند خود می‌دهد و پسر حاصل، ژنوتیپ  $X^hY$  خواهد داشت که مبتلا به هموفیلی است.

۳ با توجه به ژنوتیپ‌هایی که در ابتدای پاسخ برای والدین توضیح داده شد، اگر هر دو والد برای گروه خونی ABO ناخالص باشند و هر دو والد، دگره O را به فرزند خود بدهند، فرزند ژنوتیپ OO و گروه خونی O خواهد داشت که هیچ کدام از کربوهیدرات‌های گروه خونی را نمی‌سازد. همچنین اگر پدر Dd باشد و دگره d را به فرزند خود دهد، با توجه به اینکه مادر ژنوتیپ dd دارد و دگره d را منتقل می‌کند، ژنوتیپ فرزند dd خواهد بود و نمی‌تواند پروتئین D را بسازد. اگر قرار باشد پسر متولد شود، پدر فام تن Y را به فرزند می‌دهد. با توجه به اینکه مادر هموفیل است و ژنوتیپ  $X^hX^h$  دارد،  $X^h$  را به فرزند خود می‌دهد و پسر حاصل، ژنوتیپ  $X^hY$  خواهد داشت که مبتلا به هموفیلی است.

۴ اگر پدر دگره A و مادر دگره B را منتقل کند، ژنوتیپ فرزند AB خواهد بود و هر دو نوع کربوهیدرات مربوط به گروه خونی را می‌سازد. اگر پدر دگره D را به فرزند بدهد، با توجه به اینکه مادر فقط توانایی انتقال دگره d را دارد، ژنوتیپ فرزند Dd و برای گروه خونی Rh ناخالص خواهد بود. اگر قرار باشد دختری متولد شود،  $X^H$  را از پدر و  $X^h$  را از مادر می‌گیرد، در نتیجه ژنوتیپ او  $X^HX^h$  خواهد بود.

### گروه آموزشی ماز

۲۶- کدام مقایسه میان انواع جهش‌های کوچک و ناهنجاری‌های ساختاری، صحیح است؟

- (۱) در همه جهش‌های ساختاری همانند همه جهش‌های کوچک، ممکن است پیوند اشتراکی تشکیل شود.
- (۲) در بعضی از جهش‌های ساختاری همانند همه جهش‌های کوچک، ممکن است حداقل یک پیوند شکسته شود.
- (۳) در همه جهش‌های کوچک برخلاف بعضی از جهش‌های ساختاری، ممکن است قابلیت بروز نوعی ژن از بین برود.
- (۴) در بعضی از جهش‌های کوچک برخلاف همه جهش‌های ساختاری، مقدار ماده وراثتی در هسته یاخته ثابت می‌ماند.

(متوسط - مفهومی - ۱۲۰۴)

پاسخ: گزینه ۱

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✓ در تمامی جهش‌های کوچک و بزرگ، امکان تشکیل پیوند اشتراکی وجود دارد.
گزینه ۲	✗ در همه (نه برخی) از جهش‌های ساختاری، امکان شکسته شدن حداقل یک پیوند وجود دارد.
گزینه ۳	✗ در همه جهش‌های بزرگ و کوچک امکان اختلال در بروز نوعی ژن وجود دارد.
گزینه ۴	✗ در همه جهش‌های ساختاری به جز حذف، مقدار ماده وراثتی در هسته یاخته ثابت می‌ماند.

پاسخ تشریحی:

در جهش‌های کوچک اضافه و جانشینی، پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌شود. در جهش حذف نیز اگر نوکلئوتیدی که حذف می‌شود، بین دو نوکلئوتید دیگر باشد، پس از برداشته شدن نوکلئوتید، بین نوکلئوتیدهای باقی‌مانده، پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌شود.

در جهش بزرگ حذف، اگر قطعه‌ای که حذف می‌شود، در وسط فام‌تن باشد، بین دو بخش باقی‌مانده فام‌تن، پیوند تشکیل می‌شود. در جهش‌های مضاعف‌شدگی و جابه‌جایی نیز پیوند بین قطعات فام‌تنی تشکیل می‌شود. در جهش واژگونی نیز ابتدا پیوندها شکسته شده و پس از معکوس شدن قطعه فام‌تن، پیوندها مجدداً تشکیل می‌شوند.

!! **خواست باشه که** در گزینه گفته نشده که در همه جهش‌های بزرگ و کوچک، پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌شود! گفته شده در تمامی این جهش‌ها، امکان تشکیل پیوند فسفودی‌استر وجود دارد.

۲ در جهش اضافه شدن، اگر نوکلئوتیدی بین دو نوکلئوتید دیگر اضافه شود، ابتدا پیوند بین این دو نوکلئوتید شکسته شده و سپس نوکلئوتید جدید به رشته اضافه می‌شود. در جهش حذف نیز پیوند فسفودی‌استر شکسته می‌شود تا نوکلئوتید از رشته خارج شود. در جهش جانشینی نیز در ابتدا پیوند نوکلئوتید با رشته شکسته می‌شود تا نوکلئوتید اولیه بتواند از رشته خارج شود. در **همه** جهش‌های بزرگ ساختاری، شکستی در قطعه‌ای از فام‌تن رخ می‌دهد. در جهش حذف، این قطعه حذف و در واژگونی، این قطعه معکوس می‌شود، در مضاعف‌شدگی به فام‌تن هم‌تا و در جابه‌جایی، به فام‌تنی غیرهم‌تا و یا قسمت دیگری از همان فام‌تن می‌رود و پیوند تشکیل می‌شود.

۳ همه جهش‌های کوچک ممکن است با اثر روی خود ژن یا روی راه‌انداز و دیگر توالی‌های آن، در رونویسی از ژن و بیان شدن آن اختلال ایجاد کنند. در جهش بزرگ حذف، بعضی ژن‌ها حذف می‌شوند. در سایر جهش‌های ساختاری، اگر قطعه‌ای که از فام‌تن جدا می‌شود، از وسط ژن جدا شود، باعث اختلال در بروز ژن می‌شود.

۴ در جهش جانشینی، مقدار ماده وراثتی هسته ثابت می‌ماند. اما در اضافه شدن و حذف شدن، تعداد نوکلئوتیدها تغییر می‌کند. در **همه** جهش‌های ساختاری به جز جهش حذف، مقدار ماده وراثتی موجود در هسته ثابت است اما در جهش بزرگ حذف، مقدار ماده وراثتی هسته کاهش پیدا می‌کند.



انواع جهش ها			
کوچک: یک یا چند نوکلئوتید	جانشینی: جانشینی یک نوکلئوتید به جای نوکلئوتید دیگر	ن	۱- جانشینی در یک نوکلئوتید به جانشینی در یک جفت نوکلئوتید منجر می شود.
			۲- جانشینی باعث تغییر طول ماده وراثتی نمی شود.
			تغییر رمز یک آمینواسید به رمز دیگر همان آمینواسید
			تغییر رمز یک آمینواسید به رمز آمینواسید دیگر (تغییر رمز CTT گلوتامیک اسید به CAT والین در کم خونی داسی شکل)
بزرگ (ناهنجاری کروموزومی)	تغییر تعداد کروموزوم ها	انواع	۱- ممکن است پیامد وخیمی داشته باشد.
			۲- اگر تعداد نوکلئوتیدهای حذف/اضافه شده مضرب سه نباشد، جهش تغییر چارچوب خواندن رخ می دهد.
			۳- اگر تعداد نوکلئوتیدهای حذف/اضافه شده مضرب سه باشد، جهش تغییر چارچوب خواندن رخ نمی دهد.
			۱- در اندازه وسیع رخ می دهد - تغییر ساختار یا تعداد کروموزوم
تغییر در ساختار کروموزوم	حذف	چندلادی شدن (پلی پلوئیدی شدن)	۲- زیست شناسان با مشاهده کاریوتیپ ممکن است بتوانند از وجود چنین ناهنجاری هایی آگاه شوند.
			۱- ناشی از خطا در تقسیم می باشد.
			۲- هم در تقسیم میتوز و هم میوز می تواند رخ دهد - اهمیت بیشتر خطای میوزی به دلیل دخالت مستقیم یاخته های حاصل از میوز در ایجاد نسل بعد
			۱- جدا نشدن همه کروموزوم ها در مرحله آنافاز
تغییر در ساختار کروموزوم	جابجایی	با هم ماندن کروموزوم ها	۲- عامل ایجاد گیاهان پلی پلوئیدی (مثل گندم زراعی ۶n، موز ۳n، گل مغربی ۴n)
			۳- در گونه زایی هم میهنی نقش دارد.
			جدا نشدن یک یا چند کروموزوم در مرحله آنافاز - کاهش یا افزایش کروموزوم
			مثال: نشانگان داون - دارای ۴۷ کروموزوم (یک کروموزوم ۲۱ اضافی)
تغییر در ساختار کروموزوم	مضاعف شدگی	از دست رفتن قسمتی از کروموزوم	۱- از دست رفتن قسمتی از کروموزوم
			۲- غالباً باعث مرگ می شود.
			۳- کاهش مقدار ماده وراثتی یاخته (مشابه جهش حذف کوچک)
			۴- باعث کاهش طول یک کروموزوم می شود.
تغییر در ساختار کروموزوم	واژگونی	انتقال قسمتی از کروموزوم به «کروموزوم غیرهمتا» یا «بخش دیگری از آن کروموزوم»	۱- انتقال قسمتی از کروموزوم به «کروموزوم غیرهمتا» یا «بخش دیگری از آن کروموزوم»
			۲- ممکن است اندازه یک کروموزوم کوتاه و کروموزوم دیگری زیاد شود یا اندازه هیچ کروموزومی تغییر نکند.
			۳- می تواند باعث تغییر در ساختار دو کروموزوم غیرهمتا شود.
			۱- جابه جایی (انتقال) قسمتی از یک کروموزوم به کروموزوم همتا - دیده شدن دو نسخه از آن قسمت در کروموزوم همتا
تغییر در ساختار کروموزوم	واژگونی	اندازه یک کروموزوم کوتاه تر و اندازه کروموزوم همتای آن، بلندتر می شود.	۲- اندازه یک کروموزوم کوتاه تر و اندازه کروموزوم همتای آن، بلندتر می شود.
			۳- همواره منجر به تغییر در ساختار دو کروموزوم همتا می شود.
			۱- معکوس شدن جهت قرارگیری قسمتی از یک کروموزوم در جای خود
			۲- ممکن است باعث تغییر شکل ظاهری کروموزوم نشود و در کاریوتیپ قابل تشخیص نباشد.
تغییر در ساختار کروموزوم	واژگونی	فقط باعث تغییر ساختار یک کروموزوم می شود.	۳- فقط باعث تغییر ساختار یک کروموزوم می شود.
			۴- بر طول هیچ کدام از کروموزوم های یاخته تأثیری ندارد.

### گروه آموزشی ماز

۲۷- در خصوص انواعی از آنزیم های موجود در بدن، کدام موارد زیر همواره صادق هستند؟

- الف: تغییر دما در محیط فعالیت، تأثیر جبران ناپذیری بر عملکرد صحیح آن ها دارد.
- ب: افزایش غلظت آن ها در محیط، به طور حتم موجب افزایش سرعت واکنش می گردد.
- ج: به منظور عملکرد صحیح، به وجود ترکیبات معدنی یا آلی در محیط وابسته هستند.
- د: زیر واحدهای آن ها با پیوند میان اتم های کربن و نیتروژن، به یکدیگر متصل شده اند.

(۴) «الف»، «ب»، «ج» و «د»

(۳) «ب» و «ج»

(۲) «ب»

(۱) هیچ کدام

(متوسط - مفهومی - ۱۲۰۱)

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر مورد	
الف	× کاهش دما به طور معمول تغییری جبران ناپذیر بر عملکرد مولکول ایجاد نمی کند.
ب	× ممکن است تمام پیش ماده در جایگاه فعال آنزیم ها قرار گرفته باشد و افزایش غلظت آنزیم موجب افزایش سرعت واکنش نشود.
ج	× همه آنزیم ها برای عملکرد صحیح خود نیاز به یون های فلزی یا کوآنزیم در محیط ندارند.
د	× ممکن است این آنزیم از جنس رنا بوده و در نتیجه پیوند پپتیدی در ساختار آن مشاهده نشود.

پاسخ تشریحی:

تمام موارد ذکر شده نادرست هستند.

بررسی موارد:

- الف)** آنزیم‌ها در دمای بالاتر ممکن است شکل غیرطبیعی یا برگشت‌ناپذیر پیدا کنند و غیرفعال شوند. آنزیم‌هایی که در دمای پایین غیرفعال می‌شوند با برگشت دما به حالت طبیعی، می‌توانند به حالت فعال برگردند.
- ب)** افزایش غلظت میزان آنزیم در محیط، تا حدی که تمام پیش‌ماده در جایگاه فعال آنزیم‌ها قرار نگرفته باشد، می‌تواند موجب افزایش میزان سرعت واکنش شود. پس از آن، امکان افزایش سرعت واکنش وجود ندارد.
- ج)** برخی آنزیم‌ها (نه همه) برای فعالیت خود به یون‌های فلزی مانند آهن، مس و یا مواد آلی مثل ویتامین‌ها نیاز دارند.
- د)** آنزیم‌های پروتئینی در ساختار خود پیوندهای پپتیدی (کربن - نیتروژن) دارند. در صورتی که آنزیم مفروض، از جنس رنا باشد، پیوندهای تشکیل شده در آن فسفودی‌استر می‌باشد.

### گروه آموزشی ماز

۲۸- در خصوص مراحل ساخت یک پروتئین دفاعی خاص با ۷۱ آمینواسید، کدام عبارت درست است؟

- زمانی که ششمین آمینواسید این زنجیره به جایگاه P وارد می‌شود، قطعاً هفتمین رنای ناقل در جایگاه A مستقر خواهد شد.
- زمانی که سومین پیوند پپتیدی میان آمینواسیدها در جایگاه P شکسته شده است، چهارمین رنای ناقل در جایگاه A مستقر گردیده است.
- زمانی که پنجمین کدون به جایگاه A وارد می‌شود، پیوند اشتراکی در جایگاه A برای چهارمین بار توسط آنزیم‌های ویژه‌ای تشکیل می‌شود.
- زمانی که چهارمین حرکت رناتن به جلو مشاهده می‌شود، قطعاً چهارمین رنای ناقل با تخریب پیوندهای هیدروژنی جایگاه E را ترک خواهد کرد.

(سخت - مفهومی - ۱۲۰۲)

پاسخ: گزینه ۴

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✗ ممکن است رنای ناقلی که به جایگاه A وارد می‌شود، به‌صورت اشتباه به آن وارد شده باشد و هفتمین رنا نباشد.
گزینه ۲	✗ هیچگاه در فرایند ترجمه پیوند پپتیدی تخریب نمی‌شود.
گزینه ۳	✗ در این حالت، پنجمین (نه چهارمین!) پیوند پپتیدی در جایگاه A تشکیل خواهد شد.
گزینه ۴	✓ بعد از چهارمین حرکت رناتن، رنای ناقل چهارم از جایگاه E خارج می‌شود.

پاسخ تشریحی:

زمانی که چهارمین حرکت رناتن انجام می‌شود، چهارمین پیوند پپتیدی میان آمینواسیدها تشکیل شده است. در این حالت، این زنجیره دارای ۵ آمینواسید است و تا قبل از رنای ناقل پنج، چهار رنای ناقل دیگر در رناتن حضور داشته که در نهایت با تخریب پیوندهای هیدروژنی از جایگاه E رناتن خارج شده‌اند.

**خواسته باشد که** همواره پس از تشکیل یک پیوند پپتیدی یک حرکت رناتن انجام می‌شود که در این صورت تعداد حرکت‌های رناتن با تعداد پیوندهای پپتیدی برابر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- با پنجمین حرکت رناتن، ششمین آمینواسید وارد شده به رناتن به‌صورت متصل به زنجیره پلی‌پپتیدی به جایگاه P وارد می‌شود. در این حالت هفتمین رنای ناقل در جایگاه A مستقر خواهد شد اما باید توجه داشته باشید که این رنای ناقل وارد شده به جایگاه A لزوماً هفتمین رنای ناقل وارد شده نیست و ممکن است رنای دیگری به‌صورت اشتباه وارد این جایگاه شده باشند.
- هیچگاه در فرایند ترجمه پیوند پپتیدی تخریب نمی‌شود.

**خواسته باشد که** در جایگاه P پیوند اشتراکی میان رنای ناقل و آمینواسید تخریب می‌شود که نوعی پیوند پپتیدی نیستند.

- پنجمین کدون وارد شده به جایگاه A معادل ششمین کدون رنای پیک است که در این حالت ششمین آمینواسید به جایگاه A وارد شده و پنجمین (نه چهارمین!) پیوند پپتیدی در جایگاه A تشکیل خواهد شد. در نظر داشته باشید که تعداد پیوندهای پپتیدی یک زنجیره یکی کمتر از آمینوسیرهای زنجیره است.



وقایع مراحل مختلف ترجمه			
مرحله	آغاز	طول شدن	پایان
حرکت ریبوزوم روی mRNA	✓ هدایت ریبوزوم به سمت کدون آغاز	✓	✗
جابه‌جا شدن tRNA متصل به mRNA	✗	✓ از جایگاه A به جایگاه P + از جایگاه P به جایگاه E	✗
کامل شدن ساختار ریبوزوم	✓ پس از پیوستن زیرواحد بزرگ به زیرواحد کوچک ریبوزوم	✗	✗
ورود رِنا ناقل به جایگاه A	✗	✓	✗
ورود رِنا ناقل به جایگاه P	✗	✗ (از جایگاه A می‌تواند وارد شود)	✗
خروج رِنا ناقل از جایگاه P	✗	✗ (به جایگاه E می‌تواند برود)	✓
خروج رِنا ناقل از جایگاه E	✗	✓	✗
ورود عوامل آزادکننده	✗	✗	✓ در جایگاه A
شکسته شدن پیوند بین آمینواسید و tRNA	✗	✓ در جایگاه P	✓ در جایگاه P
تشکیل پیوند پپتیدی	✗	✓ در جایگاه A	✗

### گروه آموزشی ماز

۲۹- مطابق با مطلب کتاب درسی درباره انواعی از توالی‌های نوکلئوتیدی و عوامل مؤثر در تنظیم بیان ژن‌های یوکاریوتی، کدام مورد درباره بیان ژن رمزکننده نوعی پروتئین درست است؟

- نوعی توالی نوکلئوتیدی که به تعداد بیشتری از عوامل رونویسی متصل می‌شود، با اتصال به نوعی توالی دیگر میزان سرعت رونویسی را افزایش می‌دهد.
- نوعی توالی نوکلئوتیدی که طول آن کاملاً توسط عوامل رونویسی اشغال می‌شود، نسبت به توالی نوکلئوتیدی دیگر، نوکلئوتیدهای کمتری دارد.
- با کنار هم قرار گرفتن راه‌انداز و نوعی توالی از دنا که در افزایش سرعت رونویسی مؤثر است، شناسایی راه‌انداز توسط رِناپسپاراز رخ می‌دهد.
- با اتصال پروتئین‌های فعال‌کننده به رِناپسپاراز و دو توالی نوکلئوتیدی مختلف، مقدار رونویسی از ژن افزایش می‌یابد.

(سخت - مفهومی - ۱۲۰۲)

پاسخ: گزینه ۲

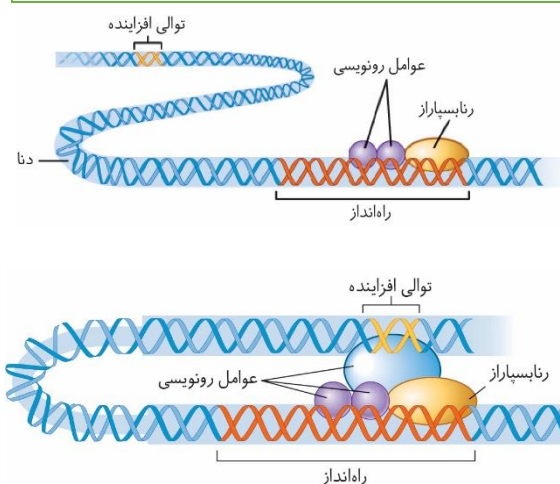
بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✗ توالی افزایشدهنده و راه‌انداز به یکدیگر متصل نمی‌شوند.
گزینه ۲	✓ افزایشدهنده نسبت به راه‌انداز طول کمتری دارد.
گزینه ۳	✗ پیش از کنار هم قرارگیری راه‌انداز و افزایشدهنده، شناسایی راه‌انداز توسط رِناپسپاراز انجام می‌شود.
گزینه ۴	✗ یاخته‌های یوکاریوتی فاقد پروتئین فعال‌کننده هستند.

پاسخ تشریحی:

مطابق شکل، تمامی طول افزایشدهنده توسط نوع ویژه‌ای از عوامل رونویسی پر می‌شود و افزایشدهنده نسبت به راه‌انداز طول کمتری دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:



۱- مطابق شکل مقابل، راه‌انداز به عوامل رونویسی بیشتری متصل می‌شود. توالی افزایشدهنده و راه‌انداز به یکدیگر متصل نمی‌شوند؛ بلکه عوامل رونویسی متصل به آن‌ها به یکدیگر متصل می‌شوند.

۳- مطابق شکل مقابل، پیش از کنار هم قرارگیری راه‌انداز و افزایشدهنده، شناسایی راه‌انداز توسط رِناپسپاراز انجام می‌شود.

۴- یاخته‌های یوکاریوتی فاقد پروتئین فعال‌کننده هستند.

### گروه آموزشی ماز

- ۳۰- انواعی از سازوکارهای خاص می توانند موجب ایجاد گونه های جدید شوند. کدام موارد ویژگی مشترک این سازوکارها را به درستی بیان می کنند؟
- الف: جهش های عددی می توانند در جهت ایجاد گونه های جدید مؤثر باشند.
- ب: تشکیل دگره (الل) جدید بر اثر چلیپایی شدن، در تسریع انجام آن نقش دارد.
- ج: به وسیله تغییر در ژنوم افراد، موجب جداسدن خزانه ژنی افراد جمعیت می شوند.
- د: در پی ایجاد جدایی تولیدمثلی، آمیزش بین برخی از افراد گونه ناممکن می شود.

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

(متوسط - مفهومی - ۱۲۰۴)

پاسخ: گزینه ۲

تعبیر صورت سؤال: گونه زایی هم میهنی و دگر میهنی

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر مورد	
الف	✓ به طور کلی در هر دو مدل از گونه زایی، امکان مشاهده جهش وجود دارد.
ب	✗ در پی کراسینگ اور، الل جدید تشکیل نمی شود.
ج	✗ در نوعی از گونه زایی هم میهنی مثل گیاهان گل مغربی، تغییری در ژنوم افراد ایجاد نمی شود.
د	✓ در هر دو گونه زایی، جدایی تولیدمثلی اتفاق می افتد.

پاسخ تشریحی:

موارد (الف) و (د) صحیح هستند. سازوکارهایی که موجب ایجاد گونه جدید می شوند، به دو گروه تقسیم می شوند: گونه زایی هم میهنی و گونه زایی دگر میهنی.

بررسی موارد:

**الف)** در هر دو گروه از گونه زایی، امکان مشاهده جهش در جهت ایجاد گونه جدید وجود دارد. جهش های عددی، نوعی از انواع مختلف جهش ها می باشند. مثال این نوع جهش، ایجاد گونه جدید از گل مغربی طی گونه زایی هم میهنی می باشد.

**ب)** در نظر داشته باشید که ایجاد الل (دگره) های جدید در پی جهش ممکن است و در طی کراسینگ اور، الل (دگره) جدید تشکیل نمی شود.

**ج)** دو جاندار متعلق به گونه های مختلف، ممکن است ژنوم یکسانی داشته باشند؛ مثلاً گل مغربی ۲n و ۴n، هم گونه نیستند ولی ژنوم مشابهی دارند.

**د)** در هر دو نوع گونه زایی، جدایی تولیدمثلی اتفاق می افتد. منظور از جدایی تولیدمثلی، عواملی است که مانع آمیزش بعضی از افراد یک گونه با بعضی دیگر از افراد همان گونه می شوند.

### گروه آموزشی ماز

۳۱- در خصوص ساختار یک زنجیره پلی پپتیدی ساخته شده در ماده زمینه ای سیتوپلاسم یک یاخته یوکاریوتی، کدام مورد به طور حتم درست است؟

- (۱) هر آمینواسیدی که از آخرین رنای ناقل وارد شده به رناتن جدا شده است، برای تشکیل پیوند پپتیدی فقط یک اتم خود را از دست می دهد.
- (۲) هر آمینواسید موجود در میانه زنجیره به کمک اتم های ویژه موجود در گروه R خود، در تشکیل ساختار اول این زنجیره شرکت می کند.
- (۳) هر آمینواسیدی که در یکی از انشعاب های زنجیره در ساختار دوم مشاهده می شود، در تشکیل بیش از یک پیوند شرکت می کند.
- (۴) هر آمینواسید متیونینی که فقط در تشکیل یک پیوند پپتیدی از آن زنجیره شرکت کرده است، قطعاً دارای آمین آزاد می باشد.

(متوسط - مفهومی - ۱۲۰۱)

پاسخ: گزینه ۱

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✓ آخرین آمینواسید تنها در یک پیوند پپتیدی شرکت کرده و تنها هیدروژن خود را از دست می دهد.
گزینه ۲	✗ گروه R آمینواسید در تشکیل پیوندهای پپتیدی و تشکیل ساختار اول این زنجیره شرکت نمی کند.
گزینه ۳	✗ زنجیره های پلی پپتیدی فاقد انشعاب هستند.
گزینه ۴	✗ ممکن است آخرین آمینواسید یک زنجیره هم متیونین باشد که در این حالت، کربوکسیل آزاد خواهد داشت.

پاسخ تشریحی:

آخرین آمینواسید یک زنجیره پلی پپتیدی در فرایند ترجمه از آخرین رنای ناقل جدا شده است. آخرین آمینواسید زنجیره تنها از طریق گروه آمین خود در تشکیل پیوند پپتیدی شرکت می کند و در این فرایند تنها اتم هیدروژن خود را برای تشکیل یک مولکول آب، آزاد می کند.

❗ **حواست باشد که** آخرین آمینواسید موجود در یک زنجیره، کربوکسیل آزاد داشته و تنها در تشکیل یک پیوند پپتیدی شرکت می کند.

بررسی سایر گزینه ها:

- ۲ گروه R آمینواسید در تشکیل پیوندهای پپتیدی و تشکیل ساختار اول این زنجیره شرکت نمی کند.
- ۳ زنجیره های پلی پپتیدی فاقد انشعاب هستند.

**نکته:** وقتی تعدادی آمینواسید با پیوند پپتیدی به هم وصل شوند، زنجیره ای از آمینواسیدها به نام پلی پپتید تشکیل می شود. پروتئین ها از یک یا چند زنجیره بلند و بدون شاخه از پلی پپتیدها ساخته شده اند.

۴ اولین آمینواسید یک زنجیره پلی پپتیدی طبیعی، دارای متیونین است و دارای آمین آزاد است اما ممکن است آخرین آمینواسید یک زنجیره هم متیونین باشد که در این حالت در تشکیل یک پیوند پپتیدی شرکت کرده و کربوکسیل آزاد خواهد داشت.

گروه آموزشی ماز

۳۲- با توجه به اطلاعات کتاب درسی، کدام مورد برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

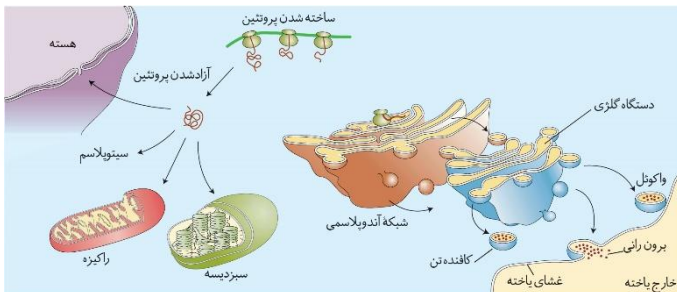
«اگر مقصد نهایی یک آنزیم پروتئینی ساخته شده در یک یاخته یوکاریوتی ..... باشد، به طور حتم .....»

- ۱) هسته - زنجیره (های) پلی پپتیدی سازنده آن همزمان با تشکیل توسط رناتن های سیتوپلاسمی، شکل گیری ساختار سوم خود را آغاز می کنند.
- ۲) ماده زمینه ای سیتوپلاسم - زنجیره های سازنده خود را بدون ورود به اندامک حاوی کیسه های غشایی جدا از هم، سازماندهی می کند.
- ۳) خارج از فضای یاخته - تنها توسط ساختارهایی از بخش های کناری کیسه های شبکه آندوپلاسمی خارج می شود.
- ۴) نوعی اندامک - باعث کاهش انرژی فعال سازی واکنش های سوخت و سازی موجود در یاخته خواهد شد.

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۲)

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✓ پروتئین های درحال ساخت توسط رناتن های آزاد، همزمان با ساخت، به تشکیل ساختارهای دوم و سوم می پردازند.
گزینه ۲	✗ لزوماً این پروتئین چند زنجیره ای نیست و ممکن است دارای یک زنجیره باشد.
گزینه ۳	✗ این ریزکیسه ها ممکن است از بخش های کناری یا حتی میانی شبکه آندوپلاسمی خارج شوند.
گزینه ۴	✗ پروتئین های ریزکیسه ممکن است به فضای خارج از یاخته ترشح شده و در فضای خارج یاخته فعالیت کنند.



پاسخ تشریحی:

مطابق شکل مقابل، اگر مقصد نهایی یک پروتئین هسته باشد، این پروتئین توسط رناتن های موجود در ماده زمینه ای سیتوپلاسم تولید شده است. مطابق شکل، همزمان با ساخت زنجیره پلی پپتیدی توسط این رناتن ها، ساختارهای دوم و سوم زنجیره شکل می گیرند و زنجیره ساختاری سه بعدی و به هم پیچیده به خود می گیرد.

بررسی سایر گزینه ها:

۲ اگر مقصد نهایی یک پروتئین، ماده زمینه ای سیتوپلاسم باشد، آن پروتئین توسط رناتن های موجود در ماده زمینه ای سیتوپلاسم تولید شده است اما لزوماً این پروتئین چند زنجیره ای نیست و ممکن است دارای یک زنجیره باشد.

۳ اگر مقصد نهایی یک آنزیم خارج از فضای یاخته باشد، این آنزیم توسط رناتن های روی شبکه آندوپلاسمی ساخته شده و سپس وارد شبکه آندوپلاسمی می شود و سپس از طریق ریزکیسه هایی به دستگاه گلژی وارد می شود. مطابق شکل بالا، این ریزکیسه ها ممکن است از بخش های کناری یا حتی میانی شبکه آندوپلاسمی خارج شوند.

**نکته:** سطحی از شبکه آندوپلاسمی که ریزکیسه هایی از آن خارج می شود، نسبت به سطح های دیگر این اندامک وسیع تر است.

۴ پروتئین های ساخته شده توسط رناتن های ماده زمینه ای سیتوپلاسم می توانند وارد اندامک هایی همچون میتوکندری و پلاست شوند. همچنین پروتئین های ساخته شده توسط رناتن های روی شبکه آندوپلاسمی، ممکن است وارد اندامک هایی همچون شبکه آندوپلاسمی، دستگاه گلژی، لیزوزوم، واکوئل و ریزکیسه ها شوند. پروتئین های ریزکیسه ممکن است به فضای خارج از یاخته ترشح شده و در فضای خارج یاخته فعالیت کنند.

پروتئین های یاخته براساس مقصد آنها			
مقصد	محل قرارگیری ژن	محل تولید	مسیر
سیتوپلاسم	هسته	ریبوزوم های ماده زمینه ای سیتوپلاسم	ریبوزوم ← سیتوپلاسم
هسته	هسته	۱- ریبوزوم های ماده زمینه ای سیتوپلاسم	ریبوزوم ← هسته
میتوکندری یا پلاست	۱- هسته ۲- میتوکندری / پلاست	۱- ریبوزوم های ماده زمینه ای سیتوپلاسم ۲- ریبوزوم های میتوکندری / پلاست	۱- ریبوزوم ← میتوکندری یا پلاست ۲- درون خود اندامک پروتئین ساخته می شود
شبکه آندوپلاسمی	هسته	ریبوزوم های سطح شبکه آندوپلاسمی زبر	ریبوزوم ← شبکه آندوپلاسمی زبر
دستگاه گلژی	هسته	ریبوزوم های سطح شبکه آندوپلاسمی زبر	ریبوزوم ← شبکه آندوپلاسمی زبر ← دستگاه گلژی
واکوئول و لیوزوم	هسته	ریبوزوم های سطح شبکه آندوپلاسمی زبر	ریبوزوم ← شبکه آندوپلاسمی زبر ← دستگاه گلژی واکوئول یا لیوزوم
پروتئین های ترشحی	هسته	ریبوزوم های سطح شبکه آندوپلاسمی زبر	ریبوزوم ← شبکه آندوپلاسمی زبر ← دستگاه گلژی غشای یاخته ← خروج از یاخته با اگزوسیتوز

### گروه آموزشی ماز

۳۳- در خصوص همه یاخته های دارای قابلیت تقسیم شدن که ماده وراثتی آنها توسط نوعی غشا احاطه شده است، کدام مورد درست می باشد؟

- ۱) در نتیجه آغاز فعالیت همزمان چندین رناتن بر روی یک رنای پیک، پلی پپتیدهایی با توالی آمینواسیدی یکسان تولید می شوند.
- ۲) با تغییر در تعداد محل های آغاز فعالیت آنزیم های هلیکاز بر روی دنا، سرعت تقسیم خود را تنظیم می کنند.
- ۳) در طی همانندسازی دنا، آن ها، آنزیم هایی با قابلیت تولید رشته هایی با دو انتهای متفاوت شرکت می کنند.
- ۴) دوراهی های همانندسازی ایجاد شده در مولکول دنا در محل های مختلفی به یکدیگر می رسند.

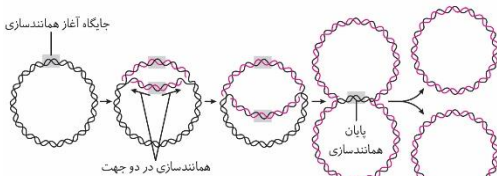
پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - ترکیبی - ۱۲۰۱)

تعبیر متن سؤال: یوکاریوت ها (توسط غشای هسته) و پروکاریوت ها (توسط غشای یاخته)

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✗ در این ساختارها، چندین رناتن نمی توانند به صورت همزمان فعالیت خود را آغاز کنند.
گزینه ۲	✗ یاخته های پروکاریوتی فاقد توانایی تغییر در تعداد جایگاه های آغاز همانندسازی دنا خود هستند.
گزینه ۳	✓ در طی همانندسازی دنا، به طور کلی آنزیم دنباسپاراز با ویژگی فوق شرکت می کند.
گزینه ۴	✗ دوراهی های همانندسازی در برخی پروکاریوت ها، تنها در یک محل به یکدیگر می پیوندند.

پاسخ تشریحی:



در یاخته های یوکاریوتی، مولکول های دنا موجود در هسته، میتوکندری و یا پلاست ها توسط غشا احاطه می شود اما در یاخته های پروکاریوتی نیز مولکول دنا توسط غشای اصلی یاخته احاطه می شود. در یاخته های یوکاریوتی به هنگام همانندسازی دنا، رشته هایی از دنا با دو انتهای متفاوت تشکیل می شود اما مطابق شکل مقابل و به هنگام همانندسازی دنا حلقوی موجود در باکتری ها یا دنا حلقوی میتوکندری و پلاست ها، ابتدا رشته های در حال تشکیل حالت خطی دارند و در انتها، دو انتهای آنها به یکدیگر متصل می شوند. در نظر داشته باشید که تولید مولکولی با دو انتهای متفاوت، در طول فرایند همانندسازی مریزگزینه می باشد، نه پس از پایان آن.

بررسی سایر گزینه ها:

۱ توجه داشته باشید که فعالیت همزمان چندین رناتن بر روی یک رنای پیک (ساختار تجمعی رناتن ها) در همه یاخته ها قابل مشاهده است اما در این ساختار، چندین رناتن نمی توانند به صورت همزمان فعالیت خود را آغاز کنند.

۲ **خواست باشد که** بین فعالیت همزمان چندین رناتن بر روی رنای پیک و آغاز همزمان، تفاوت وجود دارد. تمامی رناتن ها در حالت اول، به فاصله زمانی کم و با ترتیب زمانی، شروع به آغاز ترجمه از رنای پیک می کنند.

۳ یاخته های پروکاریوتی فاقد توانایی تغییر در تعداد جایگاه های آغاز همانندسازی دنا خود هستند.

۴ **نکته:** تعداد جایگاه های آغاز همانندسازی در یوکاریوت ها حتی می تواند بسته به مراحل رشد و نمو تنظیم شود؛ مثلاً در دوران جنینی در مراحل مورولا و بلاستولا (مرحله تشکیل بلاستوسیت) سرعت تقسیم زیاد و تعداد جایگاه های آغاز همانندسازی هم زیاد است ولی پس از تشکیل اندام ها، سرعت تقسیم و تعداد جایگاه های آغاز کم می شوند.

۴ در پروکاریوت ها، به علت حضور یک جایگاه آغاز همانندسازی، تنها دو دوراهی همانندسازی ایجاد می شود و دوراهی ها تنها در یک محل به یکدیگر می پیوندند.

تعبیرنامه ماده وراثتی یاخته های یوکاریوتی و پروکاریوتی		یاخته ای که ..... است	
تعبیر	ترجمه	تعبیر	ترجمه
دنا (DNA) ی اصلی آن متصل به غشا است.	پروکاریوت	ماده وراثتی آن در غشای هسته، محصور نشده است.	پروکاریوت
فقط دنا (DNA) ی سیتوپلاسمی دارد.	پروکاریوت	دیسک (پلازمید) دارد.	پروکاریوت + یوکاریوت
فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی دارد.	اغلب پروکاریوت ها	همانندسازی دوجهتی دارد.	پروکاریوت + یوکاریوت
همانندسازی در مقابل نقطه آغاز به پایان می رسد.	پروکاریوت	پیچیده ترین نوع همانندسازی را دارد.	یوکاریوت
فام تن (کروموزوم) اصلی آن حلقوی است.	پروکاریوت	فام تن (کروموزوم) اصلی آن خطی است.	یوکاریوت
پروتئین همراه دنا ی فام تن اصلی خود دارد.	پروکاریوت + یوکاریوت	پروتئین های هیستون همراه دنا ی خود دارد.	یوکاریوت
چند نقطه آغاز همانندسازی در هر فام تن دارد.	یوکاریوت	تعداد جایگاه های آغاز همانندسازی قابل تغییر است.	یوکاریوت

### گروه آموزشی ماز

۳۴- در ارتباط با تنظیم بیان ژن ها در باکتری اشرشیا کلاهی، کدام مورد برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«با انتقال این باکتری از نوعی محیط کشت که تنها قند آن ..... بوده است، به محیط کشتی که تنها قند آن ..... است، .....»

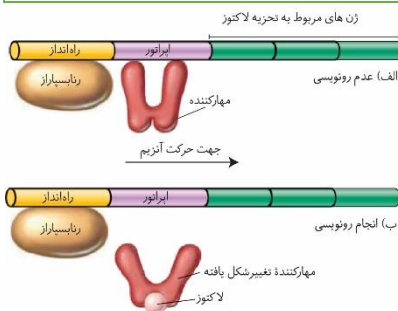
- ۱) لاکتوز - مالتوز - همانند قبل، با اتصال پروتئین های متصل شده به نوعی قند به جایگاه ویژه ای از دنا، حرکت روبه جلوی رنابسپاراز ممکن می شود.
- ۲) مالتوز - لاکتوز - همانند قبل، با قرارگیری رنابسپاراز بر روی جایگاه موجود در مجاور ژن، تولید آنزیم های تجزیه کننده نوعی دی ساکارید صورت می گیرد.
- ۳) گلوکز - لاکتوز - برخلاف قبل، با تغییر شکل نوعی پروتئین، شرایط برای تولید رنای پیک حاوی رونوشت چندین ژن فراهم می شود.
- ۴) لاکتوز - گلوکز - برخلاف قبل، در نتیجه فعالیت رنابسپارازها بیان ژن یا ژن های سازنده پروتئین مهارکننده ممکن می شود.

(سخت - مفهومی - ۱۲۰۲)

پاسخ: گزینه ۳

بررسی سریع:

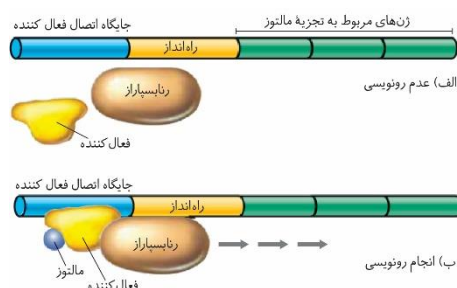
دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✗ به هنگام حضور لاکتوز، پروتئین مهارکننده با اتصال به لاکتوز از دنا جدا می شود، نه اینکه به آن متصل شود.
گزینه ۲	✗ راه انداز در مجاور ژن های دخیل در تجزیه لاکتوز قرار ندارد.
گزینه ۳	✓ توضیحات گزینه در ارتباط با فرایند تنظیم منفی رونویسی صحیح می باشد.
گزینه ۴	✗ در تمامی زمان ها و با حضور یا عدم حضور لاکتوز، همواره پروتئین مهارکننده ساخته می شود.



زمانی که تنها قند موجود در محیط کشت باکتری مالتوز باشد، با اتصال پروتئین مهارکننده، شکل پروتئین تغییر کرده و از اپراتور جدا می شود و با حرکت رنابسپاراز، یک نوع رنای پیک حاوی رونوشت سه ژن ساخته می شود. زمانی که تنها قند محیط گلوکز باشد، پروتئین مهارکننده به اپراتور متصل مانده و از رونویسی ژن های دخیل در تجزیه لاکتوز ممانعت می شود.

بررسی سایر گزینه ها:

۱ زمانی که تنها قند موجود در محیط کشت باکتری مالتوز باشد، با اتصال پروتئین فعال کننده که به مالتوز متصل شده است به توالی اتصال فعال کننده، حرکت رنابسپاراز به سمت جلو آغاز و رونویسی از ژن های دخیل در تجزیه مالتوز آغاز می شود.



اما به هنگام حضور لاکتوز، پروتئین مهارکننده با اتصال به لاکتوز از دنا جدا می شود، نه اینکه به آن متصل شود.

۲ زمانی که لاکتوز در محیط کشت باشد، رنابسپاراز به راه انداز متصل نمی شود؛ بلکه رنابسپاراز از قبل از حضور لاکتوز به راه انداز متصل شده است. همچنین راه انداز در مجاور ژن های دخیل در تجزیه لاکتوز قرار ندارد.





۴ در تمامی زمان ها و با حضور یا عدم حضور لاکتوز، همواره پروتئین مهارکننده ساخته شده و از روی ژن مربوط به آن رونویسی می شود. در زمان حضور لاکتوز نیز این پروتئین ساخته می شود اما با اتصال به لاکتوز از اپراتور جدا می شود.

مقایسه تنظیم منفی و مثبت رونویسی		
نوع تنظیم رونویسی	تنظیم منفی رونویسی	تنظیم مثبت رونویسی
مثال	ژن های مربوط به تجزیه لاکتوز	ژن های مربوط به تجزیه مالتوز
توالی های تنظیمی	اپراتور و راه انداز	راه انداز و جایگاه اتصال فعال کننده
توالی تنظیمی مجاور ژن	اپراتور	راه انداز
پروتئین تنظیم کننده بیان ژن	نوعی پروتئین به نام مهارکننده	انواعی از پروتئین به نام فعال کننده
مولکول تغییر دهنده شکل پروتئین	لاکتوز (قند شیر؛ نوعی دی ساکارید)	مالتوز (قند جوانه گندم و جو؛ نوعی دی ساکارید)
شرایط بیان ژن	عدم حضور گلوکز + حضور لاکتوز	حضور مالتوز
شرایط اتصال آنزیم به راه انداز	همواره می تواند متصل شود	فقط پس از اتصال فعال کننده به جایگاه
زمان شروع رونویسی	پس از جدا شدن مهارکننده از اپراتور	بلافاصله پس از اتصال رنابسپاراز به راه انداز
محصول رونویسی	رنا ی پیک شامل اطلاعات لازم برای ساخت ۳ پلی پپتید	رنا ی پیک شامل اطلاعات لازم برای ساخت ۳ پلی پپتید

گروه آموزشی ماز

۳۵- یکی از فام تن های موجود در هسته لنفوسیت T در فردی بالغ، به شکل زیر دیده می شود. در خصوص ناهنجاری ساختاری مسئول این اتفاق، چند مورد همواره صادق است؟



- الف: باعث افزایش تعداد دگره های یکسان در فام تن می شود.  
 ب: به دنبال رخ دادن نوعی ناهنجاری ساختاری دیگر، ایجاد می شود.  
 ج: تعدادی از ژن ها در صورت فعال بودن، در خلاف جهت طبیعی رونویسی می شوند.  
 د: نسبت به سایر ناهنجاری های ساختاری، در تعداد کمتری از یاخته های بدن قابلیت ایجاد شدن دارد.
- ۱ (۱)      ۲ (۲)      ۳ (۳)      ۴ (۴)

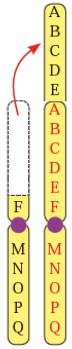
پاسخ: گزینه ۲ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۴)

**تعبیر:** در فام تن، دو دگره برای گروه خونی Rh وجود دارد، در حالی که در حالت طبیعی، هر فام تن شماره ۱ فقط یک دگره برای این صفت دارد. بنابراین جهش مضاعف شدگی رخ داده است.

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر مورد	
الف	✗ ممکن است دگره ای که به فام تن دیگر می رود، با دگره روی همان فام تن مشابه یا متفاوت باشد.
ب	✓ جهش مضاعف شدگی در پی ایجاد جهش های حذف و جابه جایی ایجاد می شود.
ج	✗ این توضیح مربوط به جهش واژگونی می باشد.
د	✓ با انجام این جهش در یاخته های دیپلوئید، در تعداد کمتری از یاخته های بدن امکان ایجاد آن وجود دارد.

مضاعف شدگی



پاسخ تشریحی

موارد (ب) و (د) درست هستند.

بررسی موارد:

**الف)** اگر قسمتی از یک فام تن به فام تن همتا جابه جا شود، آن گاه در فام تن همتا، از آن قسمت دو نسخه دیده می شود. به این جهش، مضاعف شدگی می گویند. ممکن است دگره ای که به فام تن دیگر می رود، با دگره روی همان فام تن مشابه یا متفاوت باشد. مثلاً ممکن است ژنوتیپ فرد Dd باشد و با رخ دادن مضاعف شدگی، یک فام تن دارای دو دگره D و d شود.  
**ب)** در جهش مضاعف شدگی، ابتدا جهش حذف در یک فام تن رخ می دهد و قسمتی از فام تن جدا می شود. سپس این قطعه جدا شده با جابه جایی به فام تن همتا اضافه می شود.

خواست باشه که...

اگر در گزینه ای، کلمه ای مفرد، جمع بیان شده باشد، می توان آن گزینه را رد کرد.  
 درحالی که اگر کلمات جمع، مفرد بیان شوند، ایرادی وجود ندارد!

**ج)** در جهش واژگونی، جهت قرارگیری قطعه ای از فام تن در جای خود برعکس می شود اما در مضاعف شدگی چنین اتفاقی رخ نمی دهد.  
**د)** برای انجام مضاعف شدگی، به دو فام تن همتا نیاز است. بنابراین در یاخته های جنسی فرد که فقط یک مجموعه فام تن وجود دارد، مضاعف شدگی نمی تواند رخ دهد. سایر جهش های ساختاری در هر یاخته ای ممکن است رخ دهند.

گروه آموزشی ماز

۳۶- به طور معمول، کدام دو ویژگی، در مورد یکی از فرایندهای رونویسی و ترجمه در یک یاخته یوکاریوتی، درست است؟

- (۱) شکسته شدن پیوند اشتراکی در آن مشاهده نشده و با استفاده از اطلاعات یک رشته پلی نوکلئوتیدی انجام می شود.
- (۲) همواره در محلی خاص نسبت به فرایند دیگر انجام شده و نوعی آنزیم با توانایی شکستن پیوند هیدروژنی در آن نقش دارد.
- (۳) بیش از یک نوع رنا (RNA) در طی مراحل آن مشاهده شده و مواد اولیه مصرفی آن، حاوی حداقل سه جزء متفاوت می باشند.
- (۴) به کمک توالی های نوکلئوتیدی ویژه ای در محل صحیح، شروع و خاتمه یافته و رمزه های سه نوکلئوتیدی آمینواسیدها را می سازد.

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - ترکیبی - ۱۴۰۲)

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✗ هر دو فرایند رونویسی و ترجمه با استفاده از اطلاعات یک رشته پلی نوکلئوتیدی انجام می شود.
گزینه ۲	✗ در حین تقسیم هسته ممکن است که رونویسی و ترجمه، هر دو در سیتوپلاسم مشاهده شوند.
گزینه ۳	✓ در فرایند ترجمه، بیش از یک نوع رنا مشاهده شده و آمینواسیدهای مصرفی آن، حداقل سه جزء متفاوت دارند.
گزینه ۴	✗ هر دو فرایند رونویسی و ترجمه، به کمک توالی های ویژه ای آغاز و خاتمه می یابند.

پاسخ تشریحی:

در طی فرایند ترجمه، سه نوع رنا در طی فرایندهای آن مشاهده می شود، درحالی که در رونویسی، تنها رنای پیک در محل رونویسی وجود دارد. از طرف دیگر، آمینواسیدها مواد اولیه مصرفی در ترجمه می باشند. این مواد دارای حداقل سه بخش مختلف متصل به کربن مرکزی هستند. *هالا پرا اراقل سه بخش؟ پون ممکنه گروه R تنها حاوی اتم هیدروژن باشه!*

بررسی سایر گزینه ها:

- ۱) شکسته شدن پیوند اشتراکی در هر دو فرایند مشاهده می شود. در ترجمه پیوند میان آمینواسید و رنای ناقل شکسته شده و در رونویسی پیوند میان فسفات ها در نوکلئوتید در حال اتصال به رنای در حال ساخت، شکسته می شود. از طرفی هر دوی این فرایندها با استفاده از اطلاعات یک رشته پلی نوکلئوتیدی ساخته می شوند. در رونویسی از مولکول دنا و در ترجمه از مولکول رنا استفاده می شود.
- ۲) در حین تقسیم یاخته که پوشش هسته از بین می رود، امکان رونویسی وجود دارد. در این حالت هر دو فرایند رونویسی و ترجمه در سیتوپلاسم انجام خواهند شد. تنها در فرایند رونویسی می توان آنزیمی با توانایی شکستن پیوند هیدروژنی مشاهده نمود.
- ۴) هر دو فرایند رونویسی و ترجمه، به کمک توالی های ویژه ای آغاز و خاتمه می یابند. این توالی ها در رونویسی، توالی راه انداز و پایان و در ترجمه، رمزه آغاز و پایان می باشند. از طرفی تشکیل رمزه ها تنها در فرایند رونویسی قابل مشاهده می باشد.

گروه آموزشی مار

۳۷- صفت رنگ در نوعی ذرت، صفتی با سه جایگاه ژنی است که هر کدام دو دگره (الل) دارند و برای نشان دادن ژن ها در این سه جایگاه، از حروف بزرگ و کوچک A, B و C استفاده می شود. دگره (الل) های بارز، رنگ قرمز و دگره (الل) های نهفته، رنگ سفید را در دانه ذرت به وجود می آورند. کدام دو ذرت از نظر رنگ، تفاوت بیشتری با یکدیگر دارند؟

- (۱) ذرتی که فقط یک جایگاه ژنی خالص بارز و یک جایگاه ژنی ناخالص دارد و ذرتی که یک جایگاه ژنی ناخالص و دو جایگاه ژنی نهفته دارد.
- (۲) ذرتی که دو جایگاه ژنی خالص بارز و یک جایگاه ژنی ناخالص دارد و ذرتی که یک جایگاه ژنی نهفته و دو جایگاه ژنی ناخالص دارد.
- (۳) ذرتی که یک جایگاه ژنی ناخالص و یک جایگاه ژنی نهفته دارد و ذرتی که دو جایگاه ژنی خالص بارز و یک جایگاه ژنی نهفته دارد.
- (۴) ذرتی که سه جایگاه ژنی ناخالص دارد و ذرتی که یک جایگاه ژنی خالص بارز و یک جایگاه ژنی نهفته دارد.

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط - مفهومی - ۱۴۰۳)

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✗ ذرت اول دارای ۳ الل بارز و ذرت دوم دارای ۱ الل بارز می باشد. اختلاف: ۲
گزینه ۲	✓ ذرت اول دارای ۵ الل بارز و ذرت دوم دارای ۲ الل بارز می باشد. اختلاف: ۳
گزینه ۳	✗ ذرت اول دارای ۳ الل بارز و ذرت دوم دارای ۴ الل بارز می باشد. اختلاف: ۱
گزینه ۴	✗ ذرت اول دارای ۳ الل بارز و ذرت دوم نیز دارای ۳ الل بارز می باشد. اختلاف: صفر



در ذرت اول گفته شده در گزینه ۲، به ازای دو جایگاه خالص بارز، ۴ عدد الل بارز و به ازای یک جایگاه ژنی ناخالص، ۱ عدد الل بارز وجود دارد. در نتیجه، ذرت اول دارای ۵ الل بارز می باشد. در ذرت دوم، به ازای دو جایگاه ژنی ناخالص، ۲ عدد الل بارز وجود دارد و به ازای یک جایگاه ژنی نهفته، اللی بارز وجود ندارد. در نتیجه، ذرت دوم دارای ۲ الل بارز می باشد. اختلاف تعداد الل های بارز در دو ذرت، عاملی برای مقایسه تفاوت رنگ ذرت ها می باشد. این **اختلاف** در میان ذرت های ذکر شده، ۳ عدد می باشد.

**هواست باشه که** هرچه اختلاف الل های بارز بیشتر باشد، تفاوت رنگ در ذرت ها بیشتر می باشد. (در نظر داشته باشید همین حالت برای شمارش الل های نهفته نیز وجود دارد.)



۱ در ذرت اول عنوان شده، به ازای یک جایگاه خالص بارز، ۲ عدد الل بارز و به ازای یک جایگاه ژنی ناخالص، ۱ عدد الل بارز وجود دارد. از طرفی به دلیل قید (فقط) در ابتدای جمله، جایگاه سوم قطعاً دارای الل های نهفته و خالص می باشد. در نتیجه، ذرت اول دارای ۳ الل بارز می باشد. در ذرت دوم، به ازای یک جایگاه ژنی ناخالص، ۱ عدد الل بارز وجود دارد و به ازای دو جایگاه ژنی نهفته، اللی بارز وجود ندارد. در نتیجه، ذرت دوم دارای ۱ الل بارز می باشد. **اختلاف** تعداد الل های بارز در دو ذرت، ۲ عدد می باشد.

۳ در ذرت اول عنوان شده، به ازای یک جایگاه ناخالص، ۱ عدد الل بارز و به ازای یک جایگاه ژنی نهفته، الل بارزی وجود ندارد. از طرفی جایگاه سوم قطعاً دارای الل های بارز و خالص می باشد. در نتیجه، ذرت اول دارای ۳ الل بارز می باشد. در ذرت دوم، به ازای دو جایگاه ژنی بارز خالص، ۴ عدد الل بارز وجود دارد و به ازای یک جایگاه ژنی نهفته، الل بارزی وجود ندارد. در نتیجه، ذرت دوم دارای ۴ الل بارز می باشد. **اختلاف** تعداد الل های بارز، ۱ عدد می باشد.

۴ در ذرت اول عنوان شده، به ازای سه جایگاه ناخالص، ۳ عدد الل بارز وجود دارد. در ذرت دوم، به ازای یک جایگاه ژنی بارز خالص، ۲ عدد الل بارز وجود دارد و به ازای یک جایگاه ژنی نهفته، الل بارزی وجود ندارد. جایگاه سوم نیز دارای ژنوتیپ ناخالص می باشد و یک الل بارز دارد. در نتیجه، ذرت دوم نیز دارای ۳ الل بارز می باشد. **اختلاف** تعداد الل های بارز، صفر عدد می باشد.

### گروه آموزشی ماز

۳۸- کدام مورد یا موارد، عبارت زیر را به درستی تکمیل می کند؟

«ناهنجاری های ساختاری فام تنی (کروموزومی) که ..... از نظر ..... با هم مشابهت و از نظر ..... با یکدیگر تفاوت دارند.»

الف: قطعاً دو شکست در طول فام تن ایجاد می کنند - تغییر در محل سانترومر - افزایش امکان مرگ یاخته

ب: دو فام تن را تحت تأثیر قرار می دهند - تغییر در طول هر دو فام تن - تعداد شکست ها در ساختار فام تن

ج: قطعاً یک فام تن را تحت تأثیر قرار می دهند - امکان ایجاد دو شکست در طول فام تن - تغییر طول فام تن

د: امکان یک شکست در طول فام تن وجود دارد - تعداد گامت های غیر طبیعی ایجاد شده - امکان تشخیص در کاریوتیپ

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

(سخت - مفهومی - ۱۲۰۴)

پاسخ: گزینه ۲



ناهنجاری های ساختاری فام تنی (کروموزومی) که قطعاً دو شکست در طول فام تن ایجاد می کنند: هیچ!

ناهنجاری های ساختاری فام تنی (کروموزومی) که دو فام تن را تحت تأثیر قرار می دهند: جابه جایی (حالتی که بین دو فام تن صورت گیرد) + مضاعف شدگی

ناهنجاری های ساختاری فام تنی (کروموزومی) که فقط یک فام تن را تحت تأثیر قرار می دهند: حذف + واژگونی

ناهنجاری های ساختاری فام تنی (کروموزومی) که امکان یک شکست در طول فام تن وجود دارد: مضاعف شدگی + جابه جایی (+حذف)

بررسی سریع:



دلیل درستی یا نادرستی هر مورد	
الف	× هیچ کدام از ناهنجاری های ساختاری قطعاً دو شکست در طول فام تن ایجاد نمی کنند.
ب	× تعداد شکست های ایجاد شده در طول فام تن در ناهنجاری های ساختاری جابه جایی و مضاعف شدگی، می توانند مشابه باشند.
ج	✓ هر دو ناهنجاری حذف و واژگونی، توانایی ایجاد دو شکست در طول فام تن را دارند ولی جهش حذف برخلاف واژگونی، بر طول فام تن اثرگذار است.
د	× هر دو نوع جهش مضاعف شدگی و جابه جایی، در کاریوتیپ افراد قابل تشخیص هستند.



فقط مورد (ج) درست می باشد. جهش ها به دو دسته جهش های کوچک و بزرگ تقسیم می شوند. جهش های بزرگ، شامل جهش های عددی و ساختاری هستند. جهش های ساختاری، دسته ای از ناهنجاری های بزرگ هستند که در ساختار فام تن تغییر ایجاد می کنند. این ناهنجاری ها شامل حذف، جابه جایی، واژگونی و مضاعف شدگی هستند. بررسی فاصله و مفیدی از ویژگی های هر کدام داشته باشیم:

**حذف:** از دست رفتن قسمتی از فام تن؛ امکان مشاهده ۲ شکست (حتی ۱ شکست) در طول فام تن و ایجاد پیوند فسفودی استر در نتیجه آن + کاهش طول یک فام تن + کاهش میزان ماده ژنتیکی یاخته + قابل تشخیص در کاریوتیپ فرد.

**جابه جایی:** انتقال قسمتی از فام تن به فام تن غیر همتا یا بخش دیگری از همان فام تن؛ امکان مشاهده ۱ شکست (حتی ۲ شکست) در طول فام تن و ایجاد پیوند فسفودی استر + کاهش طول یک فام تن و افزایش طول فام تن غیر همتای دیگر یا عدم تغییر در طول فام تن ها + قابل تشخیص در کاریوتیپ فرد.

**واژگونی:** معکوس شدن قسمتی از فام تن در جای خود؛ امکان مشاهده ۲ شکست (حتی ۱ شکست) در طول فام تن و ایجاد پیوند فسفودی استر + عدم تغییر طول فام تن + قابل تشخیص در کاریوتیپ فرد (در صورتی که در محل سانترومر باشد) یا عدم قابلیت تشخیص در کاریوتیپ فرد (اگر در محل سانترومر نباشد).  
**مضاعف شدگی:** انتقال قسمتی از فام تن به فام تن همتا؛ امکان مشاهده ۱ شکست (حتی ۲ شکست) در طول فام تن و ایجاد پیوند فسفودی استر + کاهش طول یک فام تن و افزایش طول فام تن همتای آن + امکان مشاهده دو الل مشابه در یک کروموزوم + قابل تشخیص در کاریوتیپ فرد.



**الف) در هیچ کدام از ناهنجاری های ساختاری، به طور حتم دو شکست در طول فام تن ایجاد نمی شود. در تمامی آن ها امکان ایجاد یک شکست در طول فام تن نیز وجود دارد.**

**!! خواست باشه که** اگر قسمت اول یک جمله (فرض) غلط باشد، بدون نیاز به بررسی قسمت دوم (حکم) می توانیم گزینه را رد کنیم!!

**ب) در ناهنجاری ساختاری جابه جایی (حالتی که انتقال قسمتی از فام تن بین دو فام تن صورت می گیرد) و مضاعف شدگی، دو فام تن تحت تأثیر قرار می گیرند. در این دو نمونه از ناهنجاری ها، به طور حتم طول هر دو فام تن تغییر می کند ولی در نظر داشته باشید که تعداد شکست ها در طول فام تن ممکن است مشابه باشد.**

**ج) در ناهنجاری های ساختاری حذف و واژگونی، تنها یک فام تن تحت تأثیر قرار می گیرد. در هر دو امکان ایجاد دو شکست در طول فام تن وجود دارد ولی تنها در ناهنجاری حذف، کاهش طول فام تن قابل مشاهده می باشد.**

**د) در نظر داشته باشید که در ناهنجاری های جابه جایی و مضاعف شدگی، قابلیت تشخیص از روی کاریوتیپ فرد وجود دارد.**

### گروه آموزشی ماز

۳۹- کدام مورد، عبارت زیر را به طور مناسب کامل می کند؟

«از ازدواج زنی با ژن نمود (ژنوتیپ)  $\frac{aBC}{abc}$  و مردی با ژن نمود (ژنوتیپ)  $\frac{ABC}{abc}$ ، در صورتی که چلیپایی شدن (کراسینگ اور) تنها بین دگره های A و B با a و b) امکان پذیر باشد و با فرض این که چلیپایی شدن (کراسینگ اور) فقط در ..... رخ دهد، تولد فرزندی با ژن نمود ..... دور از انتظار است.»

$$\frac{aBC}{ABC} \text{ زن (۴)}$$

$$\frac{aBc}{aBC} \text{ مرد (۳)}$$

$$\frac{abc}{ABC} \text{ مرد (۲)}$$

$$\frac{Abc}{abc} \text{ زن (۱)}$$

(سخت - ترکیبی - ۱۲۰۳)

پاسخ: گزینه ۱

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✓ امکان دریافت ژنوتیپ Abc از مادر به هیچ عنوان وجود ندارد.
گزینه ۲	✗ اگر از مادر ژنوتیپ abc و از پدر ژنوتیپ ABC گرفته شود، ژنوتیپ ایجاد شده قابل مشاهده است.
گزینه ۳	✗ اگر از مادر ژنوتیپ aBC و از پدر ژنوتیپ aBc گرفته شود، ژنوتیپ ایجاد شده قابل مشاهده است.
گزینه ۴	✗ اگر از مادر ژنوتیپ aBC و از پدر ژنوتیپ ABC گرفته شود، ژنوتیپ ایجاد شده قابل مشاهده است.

ژنتیک نهین!

تیپ تستی جدید کنکور سراسری که به احتمال زیاد در کنکورهای آینده تکرار خواهند شد! ترکیب کراسینگ اور و ژنتیک رو با دقت بررسی کنید...

در ابتدا تمام حالات ایجاد گامت در مرد و زن را مقایسه کنیم:

انواع گامت های قابل تولید در مرد (در صورت عدم ایجاد کراسینگ اور):  $ABC + abc$

انواع گامت های قابل تولید در مرد (در صورت ایجاد کراسینگ اور):  $ABC + abc + aBC + Abc + AbC + aBc$

انواع گامت های قابل تولید در زن (در صورت عدم ایجاد کراسینگ اور):  $aBC + abc$

انواع گامت‌های قابل تولید در زن (در صورت ایجاد کراسینگ اور):  $abc + abc + aBc$

پاسخ تشریحی:

در نتیجه در صورتی که گامت والدی  $abc$  از پدر به فرزند منتقل شود، امکان انتقال گامت والدی  $Abc$  از مادر به فرزند وجود ندارد؛ زیرا ال  $A$  در مادر یافت نمی‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ اگر از مادر ژنوتیپ  $abc$  و از پدر ژنوتیپ  $ABC$  گرفته شود، ژنوتیپ ایجاد شده قابل مشاهده است. در این حالت، گامتی از پدر در لقاح شرکت کرده که فرایند کراسینگ اور بر ترکیب ژنتیکی آن بی‌تأثیر بوده است.

۳ **خواست باشد که** در مردان در پی فرایند کراسینگ اور، حداکثر ۴ نوع گامت تولید می‌شود که ۲ گامت مشترک با حالت بدون کراسینگ اور، و دو گامت تحت اثر آن می‌باشند.

۴ اگر از مادر ژنوتیپ  $aBc$  و از پدر ژنوتیپ  $ABC$  گرفته شود، ژنوتیپ ایجاد شده قابل مشاهده است. در این حالت، فرایند کراسینگ اور در جابه‌جایی ال‌های  $B$  و  $b$  نقش دارد.

۵ اگر از مادر ژنوتیپ  $aBC$  و از پدر ژنوتیپ  $ABC$  گرفته شود، ژنوتیپ ایجاد شده قابل مشاهده است. در این حالت، گامتی از مادر در لقاح شرکت کرده که فرایند کراسینگ اور بر ترکیب ژنتیکی آن بی‌تأثیر بوده است.

۶ **خواست باشد که** در نتیجه فرایند گامت‌زایی در مردان، در صورت وقوع کراسینگ اور ۴ نوع گامت تولید می‌شود، در حالی که در زنان در هر صورت، یک نوع گامت تولید می‌شود.

### گروه آموزشی ماز

۴۰- در ارتباط با فعالیت آنزیم‌های موجود در هسته یک یاخته پوششی روده باریک، کدام مورد درست است؟

- ۱) فقط برخی از آنزیم‌هایی که توانایی شکستن پیوندهای هیدروژنی مولکول دنا را دارند، در الگوبرداری از توالی پایان رونویسی ژن‌ها نقش دارند.
- ۲) همه آنزیم‌هایی که در تشکیل پیوندهای هیدروژنی میان نوکلئوتیدها نقش دارند، در الگوبرداری از راه‌انداز ژن‌ها فاقد نقش هستند.
- ۳) فقط برخی از آنزیم‌هایی که توانایی شکستن پیوند فسفودی‌استر را دارند، قابلیت فعالیت در محل دوراهی‌های همانندسازی دارند.
- ۴) همه آنزیم‌هایی که توانایی تشکیل پیوندهای فسفودی‌استر دارند، توانایی ایجاد تغییراتی در ساختار مولکول‌های دنا را نیز دارند.

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - ترکیبی - ۱۴۰۲)

تعبیر:

آنزیم‌هایی که توانایی شکست پیوندهای هیدروژنی مولکول دنا را دارند: آنزیم‌های هلیکاز + رنابسپاراز  
 آنزیم‌هایی که در تشکیل پیوندهای هیدروژنی میان نوکلئوتیدها نقش دارند: آنزیم‌های رنابسپاراز + رنابسپاراز  
 آنزیم‌هایی که توانایی شکست پیوند فسفودی‌استر را دارند: آنزیم‌های رنابسپاراز + آنزیم‌های دخیل در فرایند پیرایش  
 آنزیم‌هایی که توانایی تشکیل پیوندهای فسفودی‌استر را دارند: آنزیم‌های رنابسپاراز + رنابسپاراز + آنزیم‌های دخیل در پیرایش

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✗ هر دو آنزیم ذکر شده در الگوبرداری از توالی پایان رونویسی در ژن‌ها نقش دارند.
گزینه ۲	✗ از میان این آنزیم‌ها رنابسپاراز در طی فرایند همانندسازی می‌تواند از راه‌انداز الگوبرداری کند.
گزینه ۳	✓ از بین این آنزیم‌ها، فقط رنابسپاراز در فرایند همانندسازی شرکت می‌کند.
گزینه ۴	✗ از میان این آنزیم‌ها، آنزیم‌های دخیل در پیرایش نقشی در تغییر ساختار دنا ندارند.

پاسخ تشریحی:

در هسته یک یاخته پوششی، آنزیم رنابسپاراز و آنزیم‌های دخیل در فرایند پیرایش، در تخریب پیوندهای فسفودی‌استر نقش دارند که از بین این آنزیم‌ها، فقط رنابسپاراز در فرایند همانندسازی شرکت می‌کند.

**نکته:** تخریب پیوندهای فسفودی‌استر و جداسازی رونوشت‌های اینترون، نیازمند آنزیم است که این آنزیم‌ها در هسته فعالیت می‌کنند؛ زیرا این فرایند در هسته انجام می‌شود.



بررسی سایر گزینه ها:

- ۱) آنزیم های هلیکاز و رنابسپاراز در تخریب پیوندهای هیدروژنی نقش دارند که هر دوی این آنزیم ها در الگوبرداری از توالی پایان رونویسی ژن ها نقش دارند. رنابسپاراز در فرایند رونویسی از توالی های پایان الگوبرداری می کند اما هلیکاز در فرایند همانندسازی در الگوبرداری از توالی پایان نقش دارد.
- ۲) آنزیم های دِنابسپاراز و رنابسپاراز با قراردادن نوکلئوتیدهای مکمل در تشکیل پیوند هیدروژنی نقش دارند. از میان این آنزیم ها دِنابسپاراز در طی فرایند همانندسازی می تواند از راه انداز الگوبرداری کند.

❗ **خواست باشه که** رنابسپاراز نمی تواند در الگوبرداری از راه انداز شرکت کند؛ زیرا راه انداز جزئی از ژن محسوب نمی شود.

- ۴) آنزیم های دِنابسپاراز، رنابسپاراز و آنزیم های دخیل در پیرایش، توانایی تشکیل پیوندهای فسفودی استر را دارند. از میان این آنزیم ها، آنزیم های دخیل در پیرایش نقشی در تغییر ساختار دنا ندارند.

🎯 **نکته:** گروهی از آنزیم های دخیل در پیرایش، در اتصال رونوشت های اگزون به یکدیگر نقش دارند.

گروه آموزشی ماز

۴۱- کدام مورد درباره عوامل برهم زننده تعادل جمعیت و ارتباط آن ها با جانداران مورد استفاده در آزمایشات گریفیت، صادق است؟

- ۱) هر عاملی که فقط روی یک گونه اثرگذار است، به طور حتم در هر فرد موجود در جمعیت قابل مشاهده می باشد.
- ۲) هر عاملی که روی هر دو گونه اثرگذار است، به طور حتم مقدار تنوع دگره های موجود در خزانه ژنی را تغییر می دهد.
- ۳) هر عاملی که فقط روی یک گونه اثرگذار است، به طور حتم نیازمند وجود رخ نمود و ژن نموده های متنوع در جمعیت است.
- ۴) هر عاملی که روی هر دو گونه اثرگذار است، به طور حتم فاقد توانایی به وجود آوردن تغییر مستقیم در افراد جمعیت است.

✅ پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۴)

💡 **تعبیر:** جانداران مورد استفاده در آزمایشات گریفیت: موش (یوکاریوت) - باکتری (پروکاریوت)

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	❌ در هر فرد موجود در جمعیت امکان مشاهده آمیزش غیرتصادفی وجود ندارد.
گزینه ۲	❌ در اثر عمل عوامل مختلف خارج کننده جمعیت از تعادل، ممکن است تنوع دگره ها تغییر نکند.
گزینه ۳	✅ آمیزش غیرتصادفی نیاز دارد تا رخ نمود و ژن نموده های متنوعی در جمعیت وجود داشته باشد.
گزینه ۴	❌ از میان عوامل ذکر شده، تنها جهش می تواند مستقیماً باعث تغییر در افراد شود.

پاسخ تشریحی:

اگر آمیزش ها به رخ نمود یا ژن نمود بستگی داشته باشد دیگر تصادفی نیست و فراوانی نسبی ژن نموده ها را تغییر می دهد. این توضیح مربوط به آمیزش غیرتصادفی است؛ بنابراین آمیزش غیرتصادفی نیاز دارد تا رخ نمود و ژن نموده های متنوعی در جمعیت وجود داشته باشد.

❗ **خواست باشه که** از بین عوامل برهم زننده تعادل جمعیت، همه عوامل به جز آمیزش غیرتصادفی، می توانند در هر دو جمعیت باکتری ها و موش ها تأثیر بگذارند. چون تولیدمثل در باکتری ها با آمیزش نیست، این عامل نمی تواند روی تعادل جمعیت باکتری ها تأثیر بگذارد.

بررسی سایر گزینه ها:

- ۱) در نظر داشته باشید که به طور کلی فرایند آمیزش در تمامی افراد یک جمعیت صورت نمی گیرد؛ زیرا بخشی از افراد یک جمعیت ممکن است نازا بوده یا به سن تولیدمثل نرسیده باشند.
- ۲) در اثر برهم خوردن تعادل جمعیت، تنوع دگره ها لزوماً تغییر نمی کند؛ مثلاً ممکن است در رانش ژن، تعداد نوعی دگره کاهش پیدا کند اما به صفر نرسد و همچنان برای آن صفت، همان انواع مختلف دگره ها در خزانه ژن وجود داشته باشند.
- ۴) از بین عوامل برهم زننده تعادل جمعیت، جهش تنها عاملی است که می تواند مستقیماً باعث تغییر در افراد شود.

عوامل خارج شدن جمعیت از حال تعادل ژنی	
<p>۱- ثابت ماندن فراوانی نسبی الی ها یا ژنوتیپ ها از نسلی به نسل دیگر: تعادل ژنی جمعیت ← تغییر در جمعیت قابل انتظار نیست.</p> <p>۲- عوامل زیر باعث می شوند جمعیت از تعادل خارج شود ← خارج شدن جمعیت از تعادل ← جمعیت روند تغییر را در پیش گرفته است.</p>	
جهش	<p>۱- <b>تعریف:</b> تغییر ماندگار در نوکلئوتیدهای ماده وراثتی</p> <p>۲- افزودن الی های جدید ← غنی تر کردن خزانه ژن + افزایش گوناگونی ← فراهم کردن زمینه وقوع انتخاب طبیعی + افزایش توان بقای جمعیت</p> <p>۳- <b>تأثیر بر فنوتیپ:</b> بسیاری از جهش ها تأثیر فوری بر فنوتیپ ندارند ← ممکن است تشخیص داده نشوند.</p> <p>۴- جهش هایی که تأثیر فوری بر فنوتیپ ندارند، با تغییر شرایط محیط، ممکن است باعث سازگاری بیشتر فرد شوند.</p> <p>۵- جهش با ایجاد الی های جدید، فراوانی نسبی الی ها را تغییر می دهد که باعث تغییر فراوانی نسبی ژنوتیپ ها و فنوتیپ ها نیز می شود.</p>
رانش الی (دگرایی)	<p>۱- در رانش ژن، اگر افرادی که می میرند زاده ای نداشته باشند، شانس انتقال ژن های خود را به نسل بعد از دست داده اند.</p> <p>۲- رانش ژن باعث تغییر فراوانی نسبی الی ها بر اثر رویدادهای تصادفی می شود.</p> <p>۳- رانش ژن باعث تغییر فراوانی الی ها می شود ← این تغییر در فراوانی ارتباطی به سازگاری الی ها با محیط و انتخاب طبیعی ندارد ← رانش ژن برخلاف انتخاب طبیعی به سازش نمی انجامد.</p> <p>۴- <b>مثال رانش ژن:</b> ۱- مردن بخش عمده جمعیت در حوادثی نظیر سیل، زلزله، آتش سوزی و نظایر آن ← فقط بخشی از الی های جمعیت بزرگ اولیه به جمعیت کوچک باقی مانده می رسد (شکل ۲). ۲- در اثر پدیده های زمین شناختی (مانند کوه زایی) یا مهاجرت افراد به زیستگاه جدید و تشکیل جمعیتی جدید، یک جمعیت جدید و مستقل تشکیل شود (مربوط به گونه زایی دگرمیانی).</p> <p>۵- میزان اثرگذاری رانش ژن: اثر رانش ژن بر جمعیت بستگی به اندازه جمعیت دارد و با آن رابطه معکوس دارد؛ هرچه اندازه جمعیت کوچک تر باشد، رانش الی اثر بیشتری دارد ← برای حفظ تعادل در جمعیت، باید جمعیت اندازه بزرگی داشته باشد.</p>
شارش ژن	<p>۱- مهاجرت افراد یک جمعیت (مبدأ) به جمعیت دیگر (مقصد) ← وارد کردن الی های جمعیت مبدأ به جمعیت مقصد</p> <p>۲- شارش ژن می تواند فراوانی نسبی الی ها در دو جمعیت را تغییر دهد (برخلاف سایر عوامل برهم زننده تعادل).</p> <p>۳- شارش ژن می تواند باعث افزایش شباهت خزانه ژن دو جمعیت شود، به دو شرط ← ۱- شارش ژن پیوسته باشد و ۲- شارش ژن دوسویه باشد.</p>
آمیزش غیرتصادفی	<p>۱- در آمیزش غیرتصادفی، احتمال آمیزش یک فرد با افراد جنس دیگر، به فنوتیپ یا ژنوتیپ بستگی دارد.</p> <p>۲- آمیزش غیرتصادفی فقط در جمعیت های دارای تولیدمثل جنسی وجود دارد (برخلاف سایر عوامل برهم زننده تعادل).</p> <p>۳- مثال: جانوران جفت خود را بر اساس ویژگی های ظاهری و رفتاری انتخاب می کنند.</p> <p><b>ترکیب [فصل ۸ دوازدهم: گفتار ۲]:</b> داشتن بیشترین تعداد زاده های سالم، معیاری برای موفقیت زادآوری در جانوران است. جانوران برای دستیابی به موفقیت در زادآوری (تولیدمثل)، رفتارهای زادآوری انجام می دهند. انتخاب جفت یکی از این رفتارهاست. در رفتار انتخاب جفت، جانور ابتدا ویژگی های جفت را بررسی می کند و بعد تصمیم می گیرد با آن جفت گیری کند یا نه. در جانوران، ماده ها بیشتر از نرها رفتار انتخاب جفت را انجام می دهند و این انتخاب بیشتر بر اساس ویژگی های ظاهری (فنوتیپ افراد) است.</p>
انتخاب طبیعی	<p>۱- <b>تعریف:</b> فرایندی که در آن افراد سازگارتر با محیط انتخاب می شوند؛ یعنی آن هایی که شانس بیشتری برای زنده ماندن و تولیدمثل دارند.</p> <p>۲- سازگاری یک صفت وابسته به شرایط محیطی است و این محیط است که تعیین می کند کدام صفت سازگارتر است و با فراوانی بیشتری به نسل بعد منتقل می شود ← یک صفت همیشه سازگار نیست و ممکن است در شرایط محیطی جدیدی، دیگر سازگار نباشد.</p> <p>۳- برای انجام شدن انتخاب طبیعی، وجود گوناگونی در جمعیت لازم است و انتخاب طبیعی بر اساس فنوتیپ (نه ژنوتیپ) عمل می کند.</p> <p>۴- انتخاب طبیعی افراد سازگارتر با محیط را برمیگزیند و از فراوانی افراد دیگر می کاهد ← خزانه ژنی نسل آینده دستخوش تغییر می شود.</p> <p>۵- انتخاب طبیعی باعث تغییر «جمعیت» می شود نه تغییر «فرد» ← انتخاب طبیعی باعث تغییر یا ایجاد الی، ژنوتیپ یا فنوتیپ افراد نمی شود.</p> <p>۶- نتیجه انتخاب طبیعی: سازگاری بیشتر جمعیت با محیط ← کاهش تفاوت های فردی و گوناگونی در جمعیت ← کاهش توان بقای جمعیت در شرایط محیطی جدید (همانند رانش ژن)</p> <p>۷- مثال: سازش بعضی از باکتری ها نسبت به تغییر شرایط (حضور آنتی بیوتیک ها) در نتیجه انتخاب طبیعی ← از بین رفتن همه باکتری های غیرمقاوم ← تغییر جمعیت از غیرمقاوم به مقاوم</p>

### گروه آموزشی ماز

۴۲- در ارتباط با عملکرد آزمون های مختلف مطرح شده در کتاب درسی، چند مورد زیر نادرست است؟

- الف: هر پیش ماده ای که تحت تأثیر یک آزمون دچار تغییراتی می شود، ظاهر مشابهی نسبت به جایگاه فعال آن دارد.
- ب: هر آزمون که کاربردی مشخص و مهم در صنعت دارد، عملکرد خود را با تأثیر بر مولکول های زیستی انجام می دهد.
- ج: هر ماده سمی که در جایگاه فعال آزمون قرار می گیرد، با اشغال آن جایگاه در کاهش سرعت واکنش ها نقش دارد.
- د: هر کوآزمون که با قرار گرفتن در جایگاه فعال آزمون سبب افزایش فعالیت آن می شود، دارای کربن در ساختار خود است.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

(متوسط - ترکیبی - ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۳

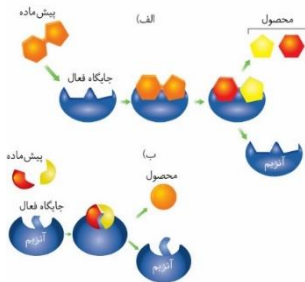
بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر مورد	
الف	✗ ظاهر پیش ماده و جایگاه فعال آنزیم نسبت به هم مکمل هستند، نه مشابه!
ب	✓ آنزیم های مورد استفاده در صنعت، بر روی مولکول های زیستی عملکرد خود را اعمال می کنند.
ج	✗ ممکن است یک ماده سمی به عنوان پیش ماده در جایگاه فعال آنزیم قرار گیرد.
د	✗ کوآنزیم ها قطعاً در جایگاه فعال آنزیم قرار نمی گیرند.

پاسخ تشریحی:

تنها مورد (ب) صحیح می باشد.

بررسی موارد:



**الف)** جایگاه فعال بخشی اختصاصی در آنزیم است که پیش ماده در آن قرار می گیرد. مطابق شکل مقابل، پیش ماده مکمل (نه مشابه) جایگاه فعال آنزیم است و شکل متفاوتی نسبت به آن دارد.

**ب)** آنزیم های کاربردی در صنعت مانند سلولاز، مایه پنیئر، پروتئازها، لیپازها و آمیلازها، با فعالیت بر روی مولکول های زیستی مختلف، عملکرد خود را اعمال می کنند.

آنزیم های مورد استفاده در صنایع مختلف			
آنزیم	سلولاز	مایه پنیئر	آمیلاز
کاربرد در صنایع	کاغذسازی + تولید سوخت زیستی	تولید پنیر	افزایش قدرت شویندگی + صنایع غذایی و نساجی
عملکرد	تجزیه سلولز به گلوکز	از طریق دلمه کردن پروتئین شیر	تجزیه نشاسته به مولکول های کوچک
منبع	میکروارگانیزم ها	سنتی: معدۀ نوزادان (شیرخواران) امروزی: گیاهان و میکروارگانیزم ها	میکروارگانیزم ها
قابلیت تولید توسط انسان	✗	—	✓

**ج)** وجود بعضی از مواد سمی در محیط مثل سیانید و آرسنیک می تواند با قرار گرفتن در جایگاه فعال آنزیم، مانع فعالیت آن شود اما لزوماً قرارگیری هر ماده سمی در جایگاه فعال نمی تواند سبب ایجاد اختلال در فعالیت آن آنزیم شود. به عنوان مثال زمانی که یک ماده سمی مانند آمونیاک در جایگاه فعال آنزیم اوره ساز قرار می گیرد نه تنها فعالیت آنزیم مختل نمی شود؛ بلکه می تواند سبب افزایش فعالیت آن آنزیم شود.

**د)** به مواد آلی که به آنزیم کمک می کنند، کوآنزیم می گویند. کربن اساس مواد آلی است اما کوآنزیم ها قطعاً در جایگاه فعال آنزیم قرار نمی گیرند.

نقش پروتئین ها	
نقش پروتئین	مثال ها
آنزیم	پمپ سدیم - پتاسیم، آمیلاز، لیزوزیم، پیپسینوژن (پروتئاز)، آنزیم های گوارشی یاخته های روده باریک، آنزیم های پانکراس (نظیر پروتئاز و آمیلاز)، آنزیم های گوارشی لیزوزوم، سلولاز، کریک انیدراز، آنزیم تجزیه کننده ناقل عصبی، آنزیم القاننده مرگ یاخته ای، آنزیم های هیدرولیزکننده آکروزوم، آنزیم های هضم کننده تروفوبلاست، آنزیم های گوارشی لایه گلوته دار آندوسپرم، آنزیم های تجزیه کننده قاعده دمبرگ، آنزیم اضافه کننده کربوهیدرات A یا B به غشای گویچه قرمز، آنزیم دنباسپاراز (DNA پلی مراز)، آنزیم هلیکاز، آنزیم بازکننده پیچ و تاب کروماتین، آنزیم رنابسپاراز، مجموعه پروتئینی آنزیم ATP ساز در غشای داخلی میتوکندری و غشای تیلوکوئید، آنزیم تجزیه کننده آب در سطح داخلی فتوسیستم ۲، آنزیم روبیسکو، پلاسمین، آنزیم برش دهنده (نظیر EcoR <sup>۱</sup> در اشرشیا کلائی)، لیگاز
گیرنده	گیرنده ناقل عصبی، گیرنده پیک شیمیایی، گیرنده آنتی ژنی مثل گیرنده آنتی ژن میکروب و گیرنده برای شناسایی یاخته های سرطانی
دفاعی	لیزوزیم، گلوبولین ها (یادتن ها)، پرفورین، آنزیم القاننده مرگ یاخته ای (ترشح شده از یاخته کشنده طبیعی و لنفوسیت T کشنده)، پروتئین مکمل، اینترفرون (نوع I و نوع II)، پروتئین سمی در باکتری خاکی، آنزیم برش دهنده (نظیر EcoR <sup>۱</sup> در اشرشیا کلائی)
انتقالی	پمپ سدیم - پتاسیم، هموگلوبین، آلبومین، گلوبولین، کانال انتقال دهنده آب، کانال نشتی، کانال دریچه دار سدیم، کانال دریچه دار پتاسیم، گیرنده ناقل عصبی
انعقادی	فیبرینوژن، پروترومبیناز، پروترومبین، ترومبین، فیبرین، عامل انعقادی شماره ۸
ساختاری	رشته های کلاژن، رشته های کشسان (ارتجاعی)، موسین، هیستون، ریزلوله های دوک تقسیم، پروتئین اتصالی سانترومر
ذخیره ای	گلوته (در گندم و جو)
انقباضی	اکتین و میوزین
هورمون	انسولین، اکسی توسین
تنظیم بیان ژن	مهارکننده، فعال کننده، عوامل رونویسی

گروه آموزشی ماز

۴۳- در پروانه مونارک برخلاف انسان، دو فام تن جنسی همتا در فرد نر و دو فام تن جنسی غیرهمتا در فرد ماده یافت می شود. در صورت آمیزش پروانه های بال مشکی و شاخک کوتاه نر با پروانه های بال نارنجی و شاخک بلند ماده، در نسل اول همه زاده های نر، بال خالدار و شاخک کوتاه و نیز همه زاده های ماده، بال سیاه و شاخک کوتاه دارند. کدام مورد در رابطه با نسل دوم این پروانه ها صادق نیست؟

- ۱) همه پروانه های دارای بال خالدار، دو فام تن جنسی همتا خواهند داشت.
- ۲) نیمی از پروانه های شاخک بلند ماده، بال هایی با رنگ مشکی خواهند داشت.
- ۳) هر یک از پروانه های نر شاخک کوتاه، بال هایی با رنگ نارنجی خواهند داشت.
- ۴) نیمی از پروانه های دارای شاخک کوتاه، دو فام تن جنسی غیرهمتا خواهند داشت.

پاسخ: گزینه ۳ (سخت - مفهومی - ۱۲۰۳)

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✓ همه پروانه های خالدار، نر بوده و دارای دو فام تن همتهای جنسی هستند.
گزینه ۲	✓ نیمی از پروانه های دارای شاخک بلند، رنگ بال مشکی با ژنوتیپ ( $X^MY$ ) دارند.
گزینه ۳	✗ در بین پروانه های نر نسل دوم، امکان مشاهده بال های نارنجی وجود ندارد.
گزینه ۴	✓ نیمی از پروانه های شاخک کوتاه، نر (دو فام تن جنسی همتا) و نیمی دیگر، ماده (دو فام تن جنسی غیرهمتا) هستند.

این سؤال با وجود سطح بالا و سختی زیاد، با توجه به مطالب مطرح شده در کتاب درسی و مبحث ژنتیک، امکان طرح در کنکور را دارد. به همین علت، یک سؤال از این دسته تست ها در آزمون شما قرار گرفته است.

پاسخ تشریحی:

مرحله اول:

در ابتدا بایستی که ژنوتیپ نسل اول را بررسی و نسبت های ژنتیکی ال ها را پیدا کنیم. در پروانه های مونارک، جنس نر دارای دو کروموزوم جنسی همتا ( $XX$ ) هستند. در پروانه های مونارک ماده، دو کروموزوم جنسی غیرهمتا ( $XY$ ) دیده می شود. ال رنگ بال مشکی، ( $M$ ) و ال رنگ نارنجی، ( $N$ ) هستند. در صورت حضور هر دو ال، بال به شکل خالدار مشاهده می شود.

مرحله دوم:

تمام زاده های نر نسل اول، دارای بال خالدار هستند. در نتیجه، میان دو ال رنگ بال، رابطه هم توانی وجود دارد. این رابطه هم توانی، موجب ایجاد ژنوتیپ ( $X^MX^N$ ) می شود. تمام زاده های ماده نیز دارای ژنوتیپ ( $X^MY$ ) با بال مشکی هستند. در نتیجه در نسل صفر، پروانه های نر بال مشکی دارای ژنوتیپ ( $X^MX^M$ ) بر روی کروموزوم های همتهای جنسی خود هستند و پروانه های ماده بال نارنجی نیز دارای ژنوتیپ ( $X^NY$ ) هستند.

مرحله سوم:

از حالت موجود در زاده های نسل اول می توان برداشت کرد که صفت طول شاخک، دارای ال های غیرجنسی می باشد و به شکل بارز نهفته هستند. به این شکل که ال بارز ( $K$ )، موجب شاخک کوتاه و ال نهفته ( $k$ )، موجب شاخک بلند می گردد. اگر تمام پروانه های نر و ماده، دارای شاخک کوتاه باشند، پس در نسل صفر، ژنوتیپ های ( $KK$ ) در پروانه ماده و ( $kk$ ) در پروانه های نر مشاهده می شوند.

مرحله چهارم:

پس حالا به ژنوتیپ ( $X^MX^N Kk$ ) مربوط به پروانه های نر نسل اول و ژنوتیپ ( $X^MY Kk$ ) مربوط به پروانه های ماده نسل اول می رسیم. حال با رسیدن به ژنوتیپ های نسل اول، به بررسی گزینه ها می پردازیم.

بررسی گزینه ها:

- ۱) در نسل دوم، تمام پروانه های خالدار، بایستی دارای دو فام تن همتا برای ایجاد حالت هم توانی و خالدار بودن وجود داشته باشد. در نتیجه همه پروانه های خالدار، نر بوده و دارای دو فام تن همتهای جنسی هستند.
- ۲) پروانه های ماده تشکیل شده می توانند دارای ژنوتیپ ( $X^MY$ ) یا ( $X^NY$ ) باشند. کوتاه و بلند بودن طول شاخک در تمامی پروانه ها ممکن است. در نتیجه، نیمی از پروانه های دارای شاخک بلند، رنگ بال مشکی با ژنوتیپ ( $X^MY$ ) دارند.
- ۳) در نسل دوم، امکان مشاهده ژنوتیپ های ( $X^MX^M$ ) یا ( $X^MX^N$ ) در افراد نر وجود دارد که امکان مشاهده رنگ نارنجی در آن نیست.
- ۴) در نسل دوم این گروه از پروانه ها، امکان مشاهده طول شاخک کوتاه و بلند به یک میزان وجود دارد. در نتیجه نیمی از آن ها نر (دو فام تن جنسی همتا) و نیمی دیگر ماده (دو فام تن جنسی غیرهمتا) هستند.

گروه آموزشی ماز

۴۴ - مطابق با مطلب کتاب درسی، کدام عبارت درست است؟

- ۱) هر جهش کوچکی که باعث کاهش طول رشته پلی پپتیدی می شود، جهشی جانشینی از نوع بی معنا است.
- ۲) ساختارهایی که برخلاف طرح ساختاری متفاوت و کار یکسانی دارند، برای تشخیص گونه های خویشاوند استفاده می شوند.
- ۳) زیست شناسان از ساختارهای وستیجیال همانند مطالعه سنگواره ها، به منظور انجام تشریح مقایسه ای استفاده می کنند.
- ۴) هر فردی که می تواند از طریق کراسینگ اور (چلیپایی شدن) باعث افزایش تنوع شود، برای آن جایگاه ژنی ناخالص است.

(متوسط - مفهومی - ۱۲۰۴)

پاسخ: گزینه ۴

بررسی سریع:

دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه	
گزینه ۱	✗ جهش کوچک حذف و اضافه نیز می توانند موجب کاهش طول رشته پلی پپتیدی شوند.
گزینه ۲	✗ زیست شناسان از ساختارهای همتا (نه آنالوگ) برای تشخیص گونه های خویشاوند استفاده می کنند.
گزینه ۳	✗ مطالعه سنگواره ها بر عهده دیرینه شناسان است و به منظور تشریح مقایسه ای انجام نمی شود.
گزینه ۴	✓ فرد باید برای صفتی که الل های آن دچار کراسینگ اور می شود، ناخالص باشد.

پاسخ تشریحی:

رخ دادن کراسینگ اور (چلیپایی شدن) در صورتی باعث افزایش تنوع می شود که قطعات مبادله شده بین کروماتیدها، حاوی دگره های متفاوتی باشند. در واقع فرد باید برای صفتی که دگره های آن دچار کراسینگ اور می شوند، ناخالص باشد؛ در غیر این صورت، کراسینگ اور حتی اگر رخ دهد، باعث ایجاد ترکیب جدیدی از دگره ها نمی شود.

بررسی سایر گزینه ها:

- ۱ جهش حذف و اضافه هم ممکن است باعث ایجاد کدون پایان شوند و طول رشته پلی پپتیدی کاهش یابد.
- ۲ ساختارهایی را که کار یکسان اما طرح ساختاری متفاوت دارند، ساختارهای آنالوگ می نامند. زیست شناسان از ساختارهای همتا برای رده بندی جانداران استفاده می کنند و جانداران خویشاوند را در یک گروه قرار می دهند.
- ۳ زیست شناسان از ساختارهای وستیجیال، آنالوگ و همتا به منظور انجام تشریح مقایسه ای استفاده می کنند. مطالعه سنگواره ها بر عهده دیرینه شناسان است و جزئی از تشریح مقایسه ای نمی باشد.

ساختارهای مورد مطالعه در تشریح مقایسه ای			
نوع ساختار	همتا	آنالوگ	وستیجیال
طرح ساختاری	مشابه	متفاوت	کوچک یا ساده شده
کارکرد	متفاوت یا مشابه	مشابه	ضعیف شده یا فاقد کار خاص
سازش متفاوت به یک نیاز یکسان	✗	✓	✗
ردپای تغییر گونه ها	✗	✗	✓ مار از تغییر سوسمار پدید آمده است.
شاهد تغییر گونه ها	✓	—	✓
مثال	اندام حرکتی جلویی مهره داران	بال کبوتر و بال پروانه	بقایای پا در لگن مار پیتون

گروه آموزشی ماز

۴۵ - چند مورد، به منظور تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«به طور معمول، ..... از عوامل خارج کننده جمعیت از حال تعادل که .....»

- الف: فقط بعضی - توان بقای جمعیت را در شرایط متغیر محیط افزایش می دهند، بر جمعیت های کوچک اثر بیشتری دارند.
- ب: هر یک - اندازه جمعیت را مستقیماً یا به تدریج کاهش می دهند، به سازش بیشتر جمعیت باقی مانده با محیط می انجامند.
- ج: فقط بعضی - به ژن نمود افراد جمعیت بستگی ندارند، اثری مشابه با نوترکیبی در برابر شرایط محیطی ایجاد می کنند.
- د: هر یک - اثر خود را تنها در نسل آینده جمعیت به نمایش می گذارند، فراوانی دگره ای را در خزانه ژنی تغییر می دهند.

۱ (۴)

۲ (۳)

۳ (۲)

۴ (۱)

(متوسط - مفهومی - ۱۲۰۴)

پاسخ: گزینه ۳

تعبیر:

عوامل خارج کننده جمعیت از حال تعادل که توان بقای جمعیت را در شرایط متغیر محیط افزایش می دهند: جهش + شارش ژن (در جمعیت مقصد)  
عوامل خارج کننده جمعیت از حال تعادل که اندازه جمعیت را مستقیماً یا تدریجاً کاهش می دهند: رانش دگره ای + انتخاب طبیعی + شارش ژن (در جمعیت مبدأ)  
عوامل خارج کننده جمعیت از حال تعادل که به ژن نمود افراد جمعیت بستگی ندارند: رانش دگره ای + شارش ژن



عوامل خارج کننده جمعیت از حال تعادل که اثر خود را تنها در نسل آینده جمعیت به نمایش می گذارند: آمیزش غیر تصادفی + انتخاب طبیعی

بررسی سریع:



دلیل درستی یا نادرستی هر مورد	
الف	× رانش ژن عاملی است که بر جمعیت های کوچک اثر بیشتری دارد.
ب	× رانش دگرهای موجب سازش بیشتر جمعیت باقی مانده با محیط نمی شود.
ج	✓ فرایند شارش در محل مقصد، اثری مشابه با نوترکیبی در برابر شرایط محیطی ایجاد می کند.
د	✓ هر دو عامل انتخاب طبیعی و آمیزش غیر تصادفی، فراوانی دگرهای را در خزانه ژنی تغییر می دهند.

پاسخ تشریحی:

موارد (ج) و (د) درست می باشند. عوامل خارج کننده جمعیت از حال تعادل، شامل جهش، رانش دگرهای، شارش ژن، آمیزش غیر تصادفی و انتخاب طبیعی هستند. این عوامل توانایی تغییر فراوانی نسبی دگرها و ژنوتیپ ها را دارند.

بررسی موارد:

**الف) جهش،** با ایجاد الل های جدید به جمعیت و شارش در محل مقصد، با اضافه کردن الل های جدید به خزانه ژنی جمعیت مقصد، در افزایش توان بقای جمعیت در شرایط متغیر محیط مؤثر هستند.

**ب) رانش دگرهای،** به طور مستقیم موجب کاهش اندازه جمعیت به شکل تصادفی می شود. شارش ژن در جمعیت مبدأ نیز می تواند به طور مستقیم موجب کاهش افراد جمعیت اولیه شود. در این بین، انتخاب طبیعی بر اساس تغییرات محیط می تواند به تدریج موجب کاهش اندازه جمعیتی خاص گردد.

**ج) رانش دگرهای و شارش ژن،** ارتباطی با ژن نمود اعضای جمعیت ندارند. در بین این دو عامل، تنها شارش ژن در جمعیت مقصد می تواند اثری مشابه با نوترکیبی در جمعیت مقصد داشته باشد. *مواست باشد که جهش هم با ژنوتیپ افراد در ارتباطه چون باعث تغییر در اون میتونه بشه...*

**د) آمیزش غیر تصادفی و انتخاب طبیعی،** اثر خود را بر جمعیت نسل آینده اعمال می کنند. هر دوی این عوامل، به دلیل خارج کردن جمعیت از تعادل، بایستی فراوانی دگرهای را در خزانه ژنی جمعیت تغییر دهند.

با کدام شروط، یک جمعیت در حال تعادل خواهد بود؟

اگر فراوانی نسبی دگرها یا ژن نموده از نسلی به نسل دیگر ثابت باشد.

در نتیجه برای خارج شدن جمعیت از حالت تعادل بایستی هر دو عامل فراوانی نسبی دگرها و فراوانی نسبی ژن نموده تغییر کنند.

گروه آموزشی ماز

۴۶ - معادله مکان - زمان دو متحرک A و B که همزمان باهم بر روی محور x حرکت می کنند، در SI به ترتیب به صورت  $x = vt - 70$  و  $x = (v + 10)t - 120$  است. اگر در ابتدای ۲ ثانیه سوم پس از شروع حرکت، متحرک A از مکان  $x = +10\text{m}$  بگذرد، چند ثانیه پس از اینکه دو متحرک به یکدیگر می رسند، فاصله دو متحرک از یکدیگر برابر ۴۰ متر می شود؟

۹ (۴)

۸ (۳)

۵ (۲)

۴ (۱)

(متوسط - محاسباتی - ۱۲۰۱)

پاسخ: گزینه ۱

یادآوری

معادله مکان - زمان در حرکت با سرعت ثابت به صورت زیر است:

$$x = vt + x_0 \begin{cases} x_0: \text{مکان اولیه} \\ v: \text{سرعت ثابت جسم} \end{cases}$$

گام اول:

به دست آوردن معادله مکان - زمان هر دو متحرک A و B:

۲ ثانیه سوم حرکت، یعنی بازه زمانی  $t_1 = 6\text{s}$  تا  $t_2 = 6\text{s}$  پس ابتدای ۲ ثانیه سوم پس از شروع حرکت، یعنی لحظه  $t_1 = 4\text{s}$ ، در نتیجه متحرک A در لحظه  $t = 4\text{s}$  از مکان  $x = +10\text{m}$  می گذرد. با جایگذاری در معادله مکان - زمان داده شده داریم:

$$x = vt - 70 \xrightarrow[t=4\text{s}]{x=+10\text{m}} 10 = 4v - 70 \rightarrow 80 = 4v \rightarrow v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

با توجه به اینکه فرم کلی معادله مکان - زمان در حرکت با سرعت ثابت به صورت  $x = vt + x_0$  است، پس از مقایسه این فرم کلی با معادله مکان - زمان داده شده در صورت سؤال نتیجه می گیریم که سرعت متحرک A،  $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  و سرعت متحرک B،  $30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  است.

در نهایت معادله مکان - زمان دو متحرک A و B به صورت زیر است:

$$x_A = 20t - 70 \quad \text{معادله مکان - زمان متحرک A}$$

$$x_B = 30t - 120 \quad \text{معادله مکان - زمان متحرک B}$$

گام دوم:

به دست آوردن لحظه رسیدن دو متحرک به یکدیگر:

برای به دست آوردن لحظه رسیدن دو متحرک به یکدیگر، مکان دو متحرک در معادله مکان - زمان را مساوی یکدیگر قرار می دهیم:

$$\begin{cases} x_A = 20t - 70 \\ x_B = 30t - 120 \end{cases} \rightarrow x_A = x_B \rightarrow 20t - 70 = 30t - 120 \rightarrow 10t - 50 = 0 \rightarrow t = 5\text{s}$$

گام سوم:

به دست آوردن لحظه ای که برای دومین بار فاصله دو متحرک از یکدیگر برابر ۴۰ متر می شود:

$$|x_B - x_A| = 40 \rightarrow |30t - 120 - (20t - 70)| = 40 \rightarrow |10t - 50| = 40 \rightarrow \begin{cases} 10t - 50 = 40 \rightarrow t_1 = 9\text{s} \\ 10t - 50 = -40 \rightarrow t_2 = 1\text{s} \end{cases}$$

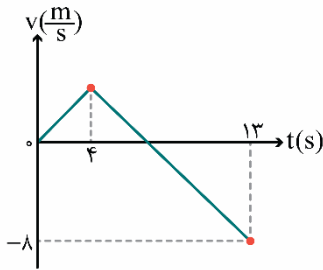
پس در دو لحظه  $t_1 = 1\text{s}$  و  $t_2 = 9\text{s}$  فاصله دو متحرک از یکدیگر برابر ۴۰ متر می شود و چون ما لحظه ای که پس از رسیدن دو متحرک به یکدیگر است را، می خواهیم، پس  $t = 9\text{s}$  مدنظر است، بنابراین ۴ ثانیه پس از به هم رسیدن دو متحرک، فاصله آنها از یکدیگر برای دومین بار  $40\text{m}$  می شود.

روش تستی:

با توجه به معادله مکان - زمان داده شده، سرعت B،  $30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  بیشتر از A است، یعنی پس از به هم رسیدن دو متحرک، در هر ثانیه، فاصله دو متحرک  $10\text{m}$  زیاد می شود و پس از ۴ ثانیه، این فاصله به  $40\text{m}$  می رسد. با توجه به این توضیحات، این سؤال بسیار ساده است و نیازی به محاسبه  $v$  و لحظه به هم رسیدن دو متحرک نیست.

گروه آموزشی ماز

۴۷- نمودار سرعت - زمان متحرکی که بر مسیر مستقیم حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. اگر شتاب متوسط متحرک در ۴ ثانیه اول حرکت برابر  $\frac{2}{5} \frac{m}{s^2}$  باشد، تندی متوسط آن در ۱۳ ثانیه اول حرکت چند متر بر ثانیه است؟

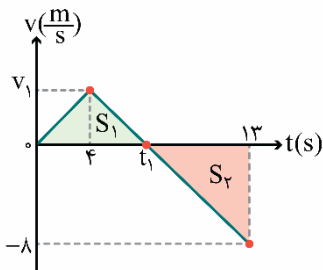


- (۱)  $\frac{61}{13}$   
(۲)  $\frac{63}{13}$   
(۳)  $\frac{29}{13}$   
(۴)  $\frac{49}{13}$

(متوسط - نموداری - ۱۲۰۱)

پاسخ: گزینه ۱

گام اول:



با توجه به شتاب متوسط در ۴ ثانیه اول، سرعت  $v_1$  را روی نمودار به دست می آوریم.

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow 2/5 = \frac{v_1 - 0}{4} \rightarrow v_1 = 10 \frac{m}{s}$$

گام دوم:

با توجه به تشابه مثلث ها، لحظه  $t_1$  را به دست می آوریم.

می دانیم مجموع قدر مطلق مساحت های محصور بین نمودار  $v.t$  و محور برابر با مسافت طی شده توسط متحرک در آن بازه زمانی است، بنابراین:

$$\frac{13 - t_1}{t_1 - 4} = \frac{8}{v_1} \quad v_1 = 10 \frac{m}{s} \rightarrow 130 - 10t_1 = 8t_1 - 32 \rightarrow 18t_1 = 162 \rightarrow t_1 = 9s$$

گام سوم:

مسافت طی شده در مدت زمان ۱۳s برابر است با:

$$\ell = |S_1| + |S_2| \rightarrow \ell = \frac{10 \times 9}{2} + \frac{4 \times 8}{2} = 61m$$

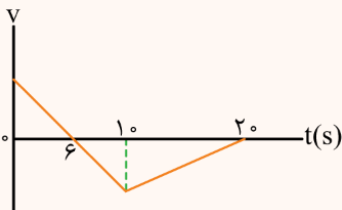
گام چهارم:

تندی متوسط برابر است با:

$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{61m}{13s}$$

کنکور سراسری تجربی داخل تیر ۱۴۰۲

نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. اگر کل مسافت طی شده توسط متحرک ۱۳۸m باشد، بزرگی شتاب متوسط در بازه زمانی  $t_1 = 2s$  تا  $t_2 = 12s$  چند متر بر مربع ثانیه است؟

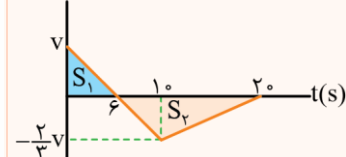


- (۱)  $2/16$   
(۲)  $4/28$   
(۳)  $2/4$   
(۴)  $4/6$

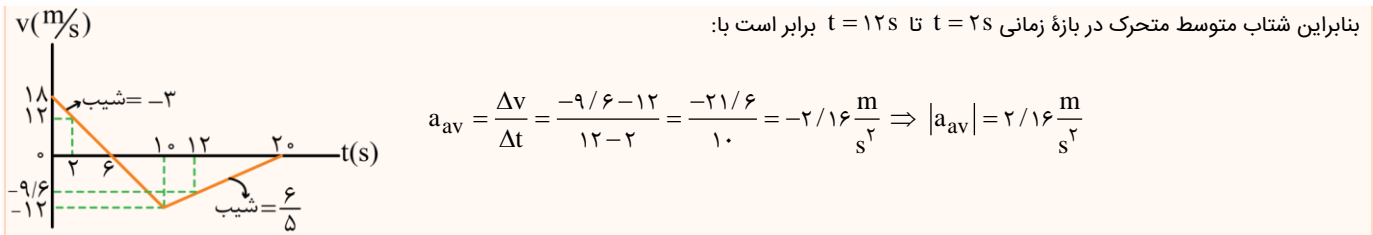
پاسخ: گزینه ۱

با توجه به این که شیب نمودار در ۱۰ ثانیه اول، ثابت است و با استفاده از تشابه مثلث ها می توان نتیجه گرفت که اگر سرعت در لحظه  $t = 0$  برابر v باشد، سرعت در

لحظه  $t = 10s$  برابر  $-\frac{2}{3}v$  می باشد، بنابراین مسافت طی شده در کل حرکت برابر است با:

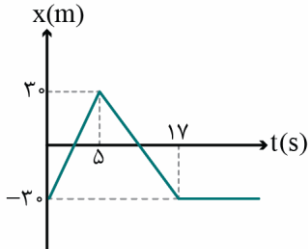


$$l = S_1 + S_2 = \frac{6v}{2} + \frac{14 \times \frac{2}{3}v}{2} = \frac{23}{3}v \quad l = 138m \rightarrow 138 = \frac{23}{3}v \Rightarrow v = 18 \frac{m}{s}$$



گروه آموزشی ماز

۴۸- شکل زیر، نمودار  $x-t$  متحرکی که روی خط راست حرکت می کند را نشان می دهد. شتاب متوسط متحرک در بازه زمانی  $t_1 = 3s$  تا  $t_2 = 9s$  برابر چند متر بر مربع ثانیه است؟



- (۱) -۶  
(۲) -۹  
(۳)  $-\frac{17}{3}$   
(۴)  $-\frac{17}{6}$

(آسان - نموداری - ۱۲۰۱)

پاسخ: گزینه ۴



یادآوری

- ۱- شیب نمودار مکان - زمان در هر لحظه برابر سرعت متحرک است.
- ۲- شتاب متوسط از رابطه زیر به دست می آید:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

گام اول:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_9 - v_3}{9 - 3} = \frac{v_9 - v_3}{6}$$

شتاب متوسط در بازه زمانی  $t_1 = 3s$  تا  $t_2 = 9s$  برابر است با:

گام دوم:

برای به دست آوردن شتاب متوسط، باید سرعت متحرک را در لحظه های  $t = 3s$  تا  $t = 9s$  به دست آوریم. با توجه به اینکه نمودار  $(x-t)$  در بازه زمانی  $t = 0s$  تا  $t = 5s$  و همچنین  $t = 5s$  تا  $t = 17s$  به صورت خط راست می باشد، پس در این دو بازه، حرکت متحرک با سرعت ثابت می باشد (سرعت لحظه ای با سرعت متوسط برابر است)، در نتیجه سرعت در لحظه های  $t = 3s$  و  $t = 9s$  به ترتیب برابر با سرعت متوسط در بازه  $0$  تا  $5$  ثانیه و سرعت متوسط در بازه  $5$  تا  $17$  ثانیه است.

$$v_3 = \text{شیب خط} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{30 - (-30)}{5 - 0} = \frac{60}{5} = 12 \frac{m}{s}$$

$$v_9 = \text{شیب خط} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-30 - (30)}{17 - 5} = \frac{-60}{12} = -5 \frac{m}{s}$$

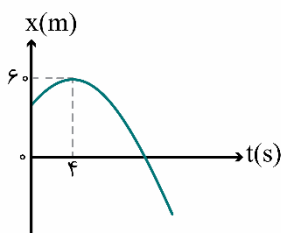
گام سوم:

$$a_{av} = \frac{v_9 - v_3}{6} = \frac{-5 - (12)}{6} = -\frac{17}{6} \frac{m}{s^2}$$

پاسخ نهایی را به دست می آوریم:

گروه آموزشی ماز

۴۹- نمودار مکان - زمان متحرکی به جرم  $2kg$  که بر روی محور  $x$  ها حرکت می کند، مطابق سهمی شکل زیر است. اگر در بازه زمانی  $t = 2s$  تا  $t = 8s$ ، مسافت طی شده توسط متحرک برابر با  $40m$  باشد، تغییرات تکانه این متحرک در این بازه زمانی چند واحد SI است؟



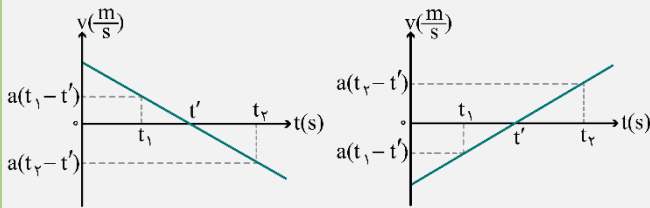
- (۱) ۳۶  
(۲) ۴۸  
(۳) -۴۸  
(۴) -۳۶

(متوسط - نموداری و ترکیبی - ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۳

نکته:

اگر در هر لحظه یک خط مماس بر نمودار  $x-t$  رسم کنیم، شیب آن خط برابر با سرعت لحظه‌ای است. اگر خط مماس، افقی باشد، یعنی سرعت در آن لحظه صفر است. برای رسم نمودار  $v-t$  از لحظه‌ای که سرعت صفر باشد، می‌توان کمک گرفت.



$$v = at + v_0 \xrightarrow[\text{برابر } v=0 \text{ باشد}]{\text{اگر سرعت در لحظه } t' \text{ برابر}} at' + v_0 = 0 \rightarrow v = a(t - t')$$

پاسخ تشریحی:

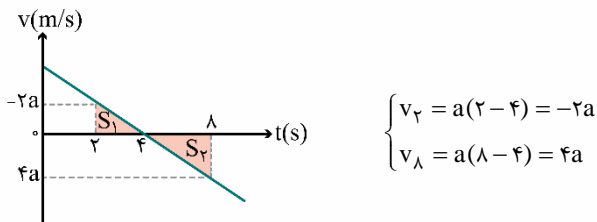
$$v = at + v_0 \xrightarrow[v=0]{t=4s} a(4) + v_0 = 0 \rightarrow v_0 = -4a$$

از نمودار مکان - زمان مشخص است که در لحظه  $t = 4s$  سرعت متحرک برابر صفر است.

$$v = at - 4a = a(t - 4)$$

بنابراین خواهیم داشت:

حالا با رسم نمودار سرعت - زمان و تعیین سرعت در لحظات  $t = 2s$  و  $t = 8s$  داریم:



مسافت طی شده در بازه زمانی  $t = 2s$  تا  $t = 8s$  برابر با  $|S_1| + |S_2|$  است. بنابراین:

$$\ell = |S_1| + |S_2| \rightarrow 40 = \left| \frac{1}{2} \times 4 \times (4a) \right| + \left| \frac{1}{2} \times 4 \times (-4a) \right| = 10|a| \Rightarrow |a| = 4 \frac{m}{s^2} \Rightarrow a = -4 \frac{m}{s^2}$$

$$\begin{cases} v_2 = -2a = 8 \frac{m}{s} \\ v_8 = 4a = -16 \frac{m}{s} \end{cases}$$

پس سرعت در لحظات  $t = 2s$  و  $t = 8s$  برابر است با:

$$\Delta p = m\Delta v = 2 \times (-16 - 8) = -48 \frac{kg \cdot m}{s}$$

پس تغییرات تکانه برابر است با:

اگر...

کل کار انجام شده روی جسم را در بازه زمانی  $t = 2s$  تا  $t = 8s$  می‌خواستیم، پاسخ چه بود؟  
پاسخ: با استفاده از قضیه کار - انرژی جنبشی می‌توان نوشت:

$$W_t = \frac{1}{2} m(v_8^2 - v_2^2) = \frac{1}{2} \times 2 \times (16^2 - 8^2) = 192J$$

گروه آموزشی ماز

۵۰- معادله مکان - زمان متحرکی که بر روی محور  $x$  حرکت می‌کند، در SI به صورت  $x = 2t^2 - 12t + 18$  است. مسافت طی شده توسط این متحرک در ۴

ثانیه اول حرکت، چند متر است؟

۲۴ (۴)

۲۰ (۳)

۱۸ (۲)

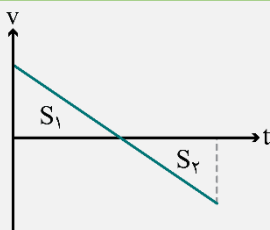
۱۶ (۱)

(متوسط - محاسباتی - ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۳

نکته:

برای محاسبه مسافت طی شده، معمولاً بهترین راه رسم نمودار سرعت - زمان و استفاده از مساحت زیر آن است.

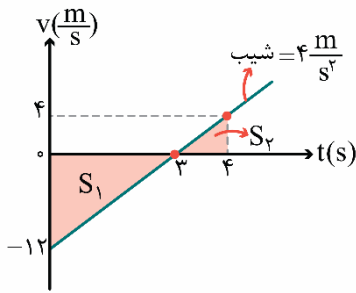


$$\ell = |S_1| + |S_2| \text{ : مسافت}$$



گام اول:

نمودار سرعت - زمان را رسم می کنیم.



$$\begin{cases} x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \\ x = 2t^2 - 12t + 18 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} a = 4 \frac{m}{s^2} \\ v_0 = -12 \frac{m}{s} \end{cases} \rightarrow v = 4t - 12$$

گام دوم:

مسافت طی شده برابر است با:

$$\ell = |S_1| + |S_2| \rightarrow \ell = \frac{3 \times 12}{2} + \frac{1 \times 4}{2} = 20 \text{ m}$$

گروه آموزشی ماز

- ۵۱- متحرک A با شتاب ثابت a از حال سکون، در جهت محور x شروع به حرکت می کند. ۳ ثانیه بعد و از همان نقطه، متحرک B با شتاب ثابت  $(a+2) \frac{m}{s^2}$  از حال سکون شروع به حرکت می کند. اگر در کل حرکت، به مدت ۲s فاصله دو متحرک در حال کاهش باشد، فاصله دو متحرک از یکدیگر در لحظه  $t = 4s$  چند متر است؟

۸ (۴)

۴ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

(سخت - محاسباتی - ۱۲۰۱)

پاسخ: گزینه ۳

نکته:

معادله مکان - زمان حرکت با شتاب ثابت به صورت زیر است:

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$$

در رابطه بالا، a شتاب حرکت،  $v_0$  سرعت اولیه و  $x_0$  مکان اولیه است.

نکته ۲:

اگر متحرک B نسبت به متحرک A با  $t_0$  ثانیه تأخیر شروع به حرکت کند، می توانیم زمان حرکت A را برابر  $t$  و زمان حرکت B را برابر  $t - t_0$  در نظر بگیریم و معادله مکان - زمان آن ها را بنویسیم.

مثال: متحرک A با شتاب  $2 \frac{m}{s^2}$  از حال سکون از مبدأ مختصات شروع به حرکت میکند و متحرک B، ۳ ثانیه بعد، از همان نقطه با سرعت اولیه  $4 \frac{m}{s}$  و شتاب  $6 \frac{m}{s^2}$  حرکت میکند. معادله مکان - زمان دو متحرک را می توان به صورت زیر نوشت:

$$x_A = \frac{1}{2}a_A t^2 \Rightarrow x_A = \frac{1}{2} \times 2 \times t^2 \Rightarrow x_A = t^2$$

$$x_B = \frac{1}{2}a_B (t - 3)^2 + v_{0B} (t - 3) \Rightarrow x_B = 3(t - 3)^2 + 4(t - 3)$$

تأخیر                      تأخیر

نکته ۳:

اگر بخواهیم معادله فاصله دو متحرک را برحسب زمان بنویسیم، می توانیم قدر مطلق اختلاف معادله مکان آن ها را به دست آوریم.

$$d = |x_A - x_B| \text{ : فاصله دو متحرک A و B}$$

گام اول:

$$x_A = \frac{1}{2}a_A t^2 \rightarrow x_A = \frac{1}{2}at^2$$

معادله مکان - زمان دو متحرک را می نویسیم:

$$x_B = \frac{1}{2}a_B (t - 3)^2 \rightarrow x_B = \frac{1}{2}(a + 2)(t - 3)^2 = \frac{1}{2}at^2 - 3at + \frac{9}{2}a + t^2 - 6t + 9$$

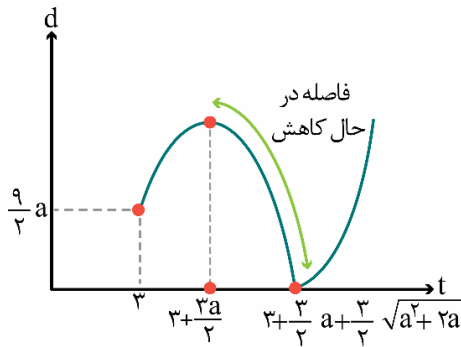
$$\rightarrow x_B = \frac{1}{2}at^2 + (t^2 - (3a + 6)t + (\frac{9}{2}a + 9))$$

گام دوم:

$$d = |x_B - x_A| = \left| t^2 - (3a + 6)t + (\frac{9}{2}a + 9) \right|$$

فاصله دو متحرک برابر است با:

بنابراین نمودار فاصله دو متحرک بر حسب زمان به شکل زیر است:



$$t_{\text{رأس}} = \frac{3a+6}{2} = 3 + \frac{3}{2}a$$

$$\text{ریشه ها: } t = \frac{3a+6 \pm \sqrt{(3a+6)^2 - (18a+36)}}{2}$$

$$\rightarrow \begin{cases} t_1 = 3 + \frac{3}{2}a - \frac{3}{2}\sqrt{a^2 + 2a} \\ t_2 = 3 + \frac{3}{2}a + \frac{3}{2}\sqrt{a^2 + 2a} \end{cases}$$

دقت کنید که نمودار را از لحظه  $t = 3s$  به بعد رسم کردیم که متحرک B هم راه افتاده باشد. مطابق نمودار، مدت زمان کاهش فاصله برابر  $\frac{3}{2}\sqrt{a^2 + 2a}$  است.

$$\frac{3}{2}\sqrt{a^2 + 2a} = 2 \rightarrow a^2 + 2a = \frac{16}{9} \rightarrow \begin{cases} a = \frac{2}{3} \frac{m}{s^2} \quad \checkmark \\ a = \frac{-8}{3} \frac{m}{s^2} \quad \times \end{cases}$$

بنابراین معادله فاصله دو متحرک برابر می شود با: آزمون وی ای پی

$$d = \left| t^2 - (3a+6)t + \left(\frac{9}{2}a+9\right) \right|$$

$$\xrightarrow{a = \frac{2}{3} \frac{m}{s^2}} d = \left| t^2 - 8t + 12 \right|$$

$$\xrightarrow{t=4s} d = \left| 4^2 - 8 \times 4 + 12 \right| = 4m$$

### کنکور سراسری ریاضی داخل تیر ۱۴۰۲

در یک مسیر مستقیم و از یک نقطه، متحرک A در مبدأ زمان با شتاب ثابت a از حال سکون به حرکت درمی آید و در لحظه  $t = 2s$ ، متحرک B از همان نقطه و در همان مسیر با شتاب ثابت  $a + 0.5 \frac{m}{s^2}$  از حال سکون به حرکت درمی آید. اگر در لحظه  $t = 6s$  دو متحرک به هم برسند، فاصله آن‌ها در لحظه  $t = 10s$  چند متر است؟

۱) ۴/۴ (۲) ۸/۸ (۳) ۱۲/۴ (۴) ۲۴/۸

پاسخ: گزینه ۲

جابه جایی متحرک A در ۶ ثانیه، با جابه جایی متحرک B در مدت ۴ ثانیه ( $2s < t < 6s$ ) برابر است، بنابراین می توان گفت:

$$\text{در } 0 < t < 6s \text{ جابه جایی A: } \Delta x_A = \frac{1}{2} a_A t^2 = \frac{1}{2} a \times 6^2 = 18a$$

$$\text{در } 2s < t < 6s \text{ جابه جایی B: } \Delta x_B = \frac{1}{2} a_B t^2 = \frac{1}{2} (a + 0.5) \times 4^2 = 8a + 4$$

$$\xrightarrow{\Delta x_A = \Delta x_B} 18a = 8a + 4 \Rightarrow a = 0.5 \frac{m}{s^2}$$

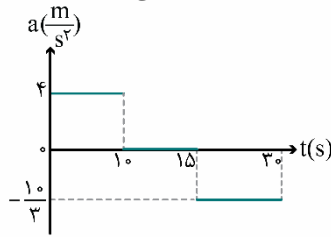
در ادامه جابه جایی دو متحرک را تا لحظه  $t = 10s$  پیدا می کنیم. دقت کنید که تا لحظه  $t = 10s$ ، متحرک A به مدت ۱۰s و متحرک B به مدت ۸s حرکت کرده اند و داریم:

$$\Delta x_A = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 10^2 = 25m$$

$$\Delta x_B = \frac{1}{2} (a + 0.5) t^2 = \frac{1}{2} \times 1 \times 8^2 = 32m$$

بنابراین فاصله دو متحرک برابر  $32 - 25 = 7m$  است.

۵۲- نمودار شتاب - زمان متحرکی که بر روی محور  $x$  در حال حرکت است، مطابق شکل زیر می باشد. اگر در مبدأ زمان، بردار سرعت متحرک برابر  $\vec{v} = (-20 \frac{m}{s}) \vec{i}$  و بردار مکان متحرک برابر  $\vec{r} = (-20m) \vec{i}$  باشد، پس از عبور متحرک از مکان  $\vec{r} = (+125m) \vec{i}$ ، چند ثانیه طول می کشد تا دوباره متحرک از همان مکان بگذرد؟



- (۱) ۴  
(۲) ۸  
(۳) ۶  
(۴) ۳

(سخت - نموداری - ۱۲۰۱)

پاسخ: گزینه ۳

گام اول:

رسم نمودار سرعت - زمان از روی نمودار شتاب - زمان داده شده:

با توجه به اینکه سطح محصور بین نمودار شتاب - زمان و محور زمان برابر تغییرات سرعت ( $\Delta v$ ) است، در سه بازه زمانی ۰ تا ۱۰s، ۱۰s تا ۱۵s و ۱۵s تا ۳۰s، سطح محصور بین نمودار شتاب - زمان و محور زمان را به صورت جداگانه محاسبه می کنیم:

$$\Delta v_1 = \text{مساحت مستطیل} = 4 \times 10 = 40 \frac{m}{s} \quad \text{بازه زمانی ۰ تا ۱۰s}$$

$$\Delta v_2 = 0 \quad \text{بازه زمانی ۱۰s تا ۱۵s}$$

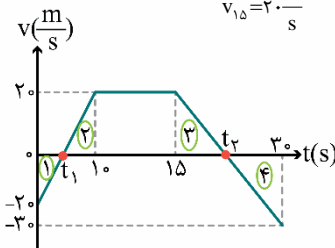
$$\Delta v_3 = \text{مساحت مستطیل} = -\frac{10}{3} \times (30 - 15) = -50 \frac{m}{s} \quad \text{بازه زمانی ۱۵s تا ۳۰s}$$

حال سرعت در لحظه های ۱۰s، ۱۵s و ۳۰s را محاسبه می کنیم:

$$\Delta v_1 = v_{10} - v_0 \quad \frac{\Delta v_1 = 40 \frac{m}{s}}{v_0 = -20 \frac{m}{s}} \rightarrow 40 = v_{10} - (-20) \rightarrow v_{10} = 20 \frac{m}{s}$$

$$\Delta v_2 = v_{15} - v_{10} \quad \frac{\Delta v_2 = 0}{v_{10} = 20 \frac{m}{s}} \rightarrow 0 = v_{15} - 20 \rightarrow v_{15} = 20 \frac{m}{s}$$

$$\Delta v_3 = v_{30} - v_{15} \quad \frac{\Delta v_3 = -50 \frac{m}{s}}{v_{15} = 20 \frac{m}{s}} \rightarrow -50 = v_{30} - 20 \rightarrow v_{30} = -30 \frac{m}{s}$$



و حالا نوبت رسم نمودار سرعت - زمان است:

با استفاده از تشابه مثلث های (۱) و (۲)، لحظه  $t_1$  را پیدا می کنیم:

$$\frac{20}{20} = \frac{10 - t_1}{t_1} \rightarrow 10 - t_1 = t_1 \rightarrow 2t_1 = 10 \rightarrow t_1 = 5s$$

با استفاده از تشابه مثلث های (۳) و (۴)، لحظه  $t_2$  را پیدا می کنیم:

$$\frac{30}{20} = \frac{30 - t_2}{t_2 - 15} \rightarrow 3t_2 - 45 = 60 - 2t_2 \rightarrow 5t_2 = 105 \rightarrow t_2 = 21s$$

گام دوم:

رسم مسیر حرکت متحرک بر روی محور  $x$  به کمک سطح محصور بین نمودار سرعت - زمان و محور زمان:

با توجه به اینکه سطح محصور بین نمودار سرعت - زمان و محور زمان برابر جابه جایی ( $\Delta x$ ) است، در سه بازه زمانی ۰ تا ۵s، ۵s تا ۲۱s و ۲۱s تا ۳۰s، سطح محصور بین نمودار سرعت - زمان و محور زمان را به صورت جداگانه محاسبه می کنیم:

$$\Delta x_1 = \text{مساحت مثلث (۱)} = \frac{-20 \times 5}{2} = -50m \quad \text{بازه زمانی ۰ تا ۵s}$$

$$\Delta x_2 = \text{مساحت دوزنقه} = \frac{(5 + 16) \times 20}{2} = 210m \quad \text{بازه زمانی ۵s تا ۲۱s}$$

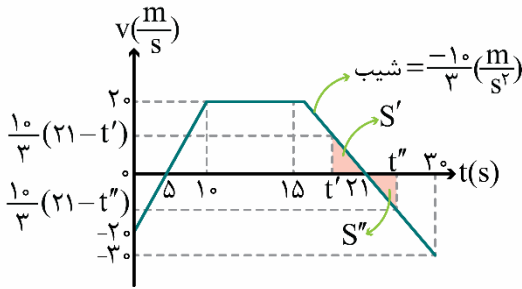
$$\Delta x_3 = \text{مساحت مثلث (۴)} = \frac{-30 \times 9}{2} = -135m \quad \text{بازه زمانی ۲۱s تا ۳۰s}$$



و حالا رسم مسیر حرکت متحرک بر روی محور X:



بنابراین متحرک یک بار قبل از لحظه  $t_2 = 21s$  و یک بار پس از آن از مکان  $x = 125m$  می‌گذرد. باتوجه به این که مکان متحرک در لحظه  $t_2 = 21s$  برابر  $x = 140m$  است، برای یافتن لحظات عبور از مکان  $x = 125m$ ، کافی است در نمودار زیر، لحظات  $t'$  و  $t''$  را به گونه‌ای پیدا کنیم که مساحت‌های  $S'$  و  $S''$  برابر  $15m$  شوند.



$$S' = 15m \Rightarrow \frac{1}{2} \times \frac{10}{3} (21 - t') (21 - t') = 15$$

$$\Rightarrow (21 - t')^2 = 9 \xrightarrow{t' < 21s} 21 - t' = 3 \Rightarrow t' = 18s$$

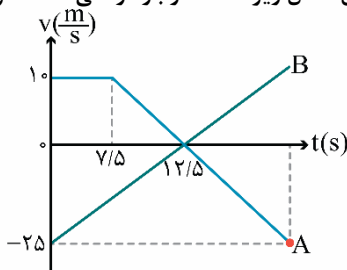
$$|S''| = 15m \Rightarrow \frac{1}{2} \times \frac{10}{3} (21 - t'')^2 = 15$$

$$\Rightarrow (21 - t'')^2 = 9 \xrightarrow{t'' > 21s} 21 - t'' = -3 \Rightarrow t'' = 24s$$

پس فاصله زمانی بین دو عبور از مکان  $x = 125m$  برابر  $t'' - t' = 6s$  است.

## گروه آموزشی ماز

۵۳- نمودار سرعت - زمان دو متحرک A و B که به طور همزمان در لحظه  $t = 0$  از مکان  $x = 0$  می‌گذرند، مطابق شکل زیر است. در بازه زمانی که متحرک A در حال نزدیک شدن به مبدأ مکان است، فاصله دو متحرک از یکدیگر چگونه تغییر می‌کند؟



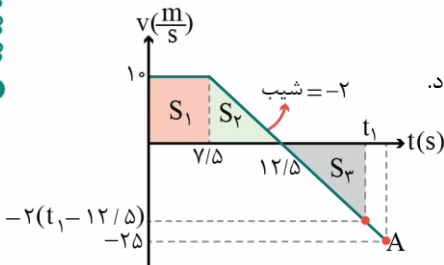
- (۱) ۲۰۰ متر کاهش می‌یابد.
- (۲) ۲۰۰ متر افزایش می‌یابد.
- (۳) ۱۵۶/۲۵ متر کاهش می‌یابد.
- (۴) ۱۵۶/۲۵ متر افزایش می‌یابد.

(متوسط - نموداری - ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۱



گام اول:



ابتدا حرکت متحرک A را بررسی می‌کنیم تا ببینیم در چه بازه‌ای، این متحرک به مبدأ مکان نزدیک می‌شود.

متحرک A ابتدا به اندازه  $S_1 + S_2$  در جهت محور X حرکت می‌کند و سپس سرعت آن منفی می‌شود و به سمت مبدأ مکان باز می‌گردد. اگر  $S_1 + S_2 = |S_3|$  شود، آن‌گاه متحرک دوباره به مبدأ مکان رسیده است و مکان آن پس از لحظه  $t_1$  منفی خواهد شد.

$$S_1 + S_2 = |S_3| \rightarrow 75 + 25 = (t_1 - 12.5)^2$$

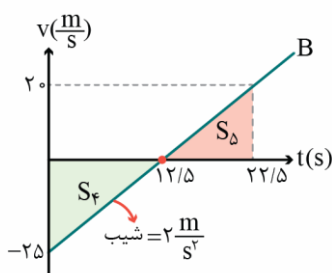
$$\rightarrow (t_1 - 12.5)^2 = 100 \rightarrow t_1 = 22.5s$$

بنابراین مسیر حرکت متحرک A مطابق شکل زیر است:

پس در بازه زمانی  $t = 12.5$  تا  $t = 22.5$ ، متحرک A در حال نزدیک شدن به مبدأ مکان است.

گام دوم:

حال حرکت متحرک B را بررسی می‌کنیم:



$$|S_4| = \frac{25 \times 12.5}{2} = 156.25m$$

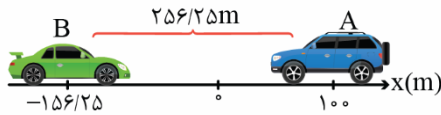
$$|S_5| = \frac{10 \times 20}{2} = 100m$$



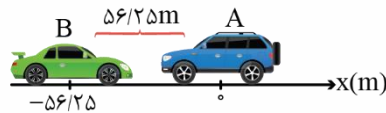
بنابراین مسیر حرکت متحرک B به شکل زیر است:

گام سوم:

اگر نتایج قسمت‌های قبل را در کنار هم قرار دهیم، به شکل‌های زیر می‌رسیم.  
در لحظه  $t = ۱۲/۵$  s:



در لحظه  $t = ۲۲/۵$  s:



بنابراین فاصله دو متحرک ۲۰ m کاهش یافته است.

### گروه آموزشی ماز

۵۴- معادله مکان جسمی که با شتاب ثابت بر روی محور X حرکت می‌کند بر حسب سرعت آن در SI به صورت  $x = ۰/۲v^۲ - ۲۰$  است. اگر جسم در لحظه  $t = ۰$ ، در خلاف جهت محور X از مبدأ مکان عبور کند، در چه لحظه‌ای بر حسب ثانیه در فاصله ۶۰ متری مبدأ مکان خواهد بود؟

۱۲ (۴)

۴ (۳)

۸ (۲)

۱۶ (۱)

(متوسط - مفهومی و محاسباتی - ۱۳۰۱)

پاسخ: گزینه ۴

نکته

در حرکت با شتاب ثابت روی خط راست، رابطه بین سرعت و مکان به صورت زیر قابل بیان است:

$$v^۲ - v_۰^۲ = ۲a(x - x_۰)$$

$$\Rightarrow x = \frac{v^۲}{۲a} - \frac{v_۰^۲}{۲a} + x_۰$$

بنابراین نمودار مکان - سرعت در حرکت با شتاب ثابت به شکل سهمی خواهد بود.

پاسخ تشریحی:

از معادله سرعت - جابه‌جایی داریم:

$$v^۲ - v_۰^۲ = ۲a\Delta x \xrightarrow{t=۰, x_۰=۰} x = \frac{v^۲}{۲a} - \frac{v_۰^۲}{۲a}$$

از مساوی قرار دادن این رابطه با معادله مکان - سرعت داده‌شده در صورت سؤال، داریم:

$$\frac{۱}{۲a} = ۰/۲ \rightarrow a = ۲/۵ \frac{m}{s^۲}$$

$$۲۰ = \frac{v^۲}{۲a} = \frac{v^۲}{۲(۲/۵)} \rightarrow |v| = ۱۰ \frac{m}{s} \rightarrow v_۰ = -۱۰ \frac{m}{s}$$

علامت منفی به خاطر این است که جهت حرکت اولیه در خلاف جهت محور X است.

چون می‌خواهیم مکان جسم در فاصله ۶۰ متری از مبدأ مکان باشد، پس مکان جسم می‌تواند  $x = -۶۰$  m یا  $x = +۶۰$  m باشد.

اگر  $x = -۶۰$  m باشد، داریم:

$$x = ۰/۲v^۲ - ۲۰ = -۶۰ \rightarrow ۰/۲v^۲ = -۴۰ \rightarrow v^۲ = -۲۰۰$$

این نتیجه به این معنی است که مکان جسم نمی‌تواند  $-۶۰$  m باشد.

اگر  $x = +۶۰$  m باشد، می‌توان نوشت:

$$x = ۰/۲v^۲ - ۲۰ \Rightarrow ۶۰ = ۰/۲v^۲ - ۲۰ \Rightarrow v^۲ = ۴۰۰ \Rightarrow v = \pm ۲۰ \frac{m}{s}$$

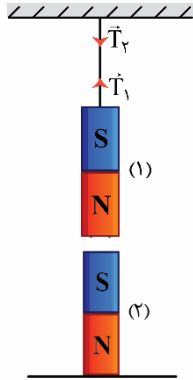
$$v = at + v_۰ \xrightarrow{a = \frac{\Delta m}{2s^۲}, v_۰ = -۱۰ \frac{m}{s}} v = \frac{\Delta}{۲} t - ۱۰$$

باتوجه به معادله سرعت - زمان در حرکت با شتاب ثابت داریم:

$$\xrightarrow{v = \pm ۲۰ \frac{m}{s}} \pm ۲۰ = \frac{\Delta}{۲} t - ۱۰ \Rightarrow \begin{cases} t_۱ = ۱۲s & (\checkmark) \\ t_۲ = -۴s & (x) \end{cases}$$



۵۵- آهنربایی توسط یک نخ، آویزان است و یک آهنربای دیگر زیر آن بر روی سطح افقی قرار دارد و مجموعه در حال تعادل است. کدام گزینه زیر نادرست است؟ (از وزن نخ صرف نظر شود).



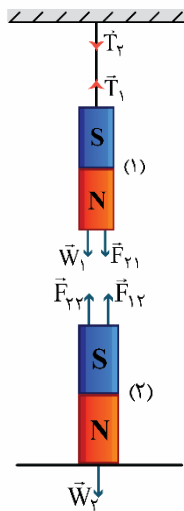
- (۱) اندازه نیروی  $T_2$  بزرگتر از وزن آهنربای (۱) است.
- (۲) نیروی عمودی سطح وارد بر آهنربای (۲) کوچکتر از وزن آن است.
- (۳) واکنش نیروی  $T_1$  به نخ وارد می شود.
- (۴) واکنش نیروی  $T_2$  به آهنربای (۱) وارد می شود.

(آسان - مفهومی - ۱۲۰۲)

پاسخ: گزینه ۴

پاسخ تشریحی:

قطب های ناهم نام دو آهنربا در نزدیکی هم قرار گرفته اند، بنابراین آهنرباها با نیروی مغناطیسی یکدیگر را جذب می کنند. با توجه به تعادل آهنربا می توان نوشت:



$$T_1 = W_1 + F_{r1} \rightarrow T_1 > W_1$$

$$F_{N2} + F_{r2} = W_2 \rightarrow F_{N2} < W_2$$

بنابراین گزینه های (۱) و (۲) صحیح هستند.

نیروی  $T_1$ ، نیرویی است که نخ به آهنربای (۱) وارد می کند و واکنش آن به خود نخ وارد می شود. نیروی  $T_2$  نیرویی است که نخ به سقف وارد می کند، بنابراین واکنش آن به خود نخ وارد می شود.

با توجه به توضیحات فوق، گزینه (۴) نادرست است.

### گروه آموزشی ماز

۵۶- جسمی با تندی  $20 \frac{m}{s}$  بر روی سطح افقی با ضریب اصطکاک جنبشی  $0.2$  پرتاب می شود. جسم پس از طی مسافت چند متر متوقف می شود؟

$$(g = 10 \frac{N}{kg})$$

(۴) ۲۰۰

(۳) ۵۰

(۲) ۱۵۰

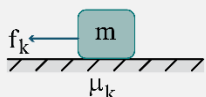
(۱) ۱۰۰

(آسان - محاسباتی و ترکیبی - ۱۲۰۲)

پاسخ: گزینه ۱

نکته:

هنگامی که یک جسم را روی سطح با سرعت افقی پرتاب می کنیم تا فقط تحت تأثیر اصطکاک متوقف شود، شتاب حرکت برابر است با:



$$F_{net} = ma \Rightarrow -f_k = ma$$

$$\Rightarrow -\mu_k mg = ma \Rightarrow a = -\mu_k g$$

نکته ۲:

زمان توقف جسم برابر است با:

$$t_{\text{توقف}} = \frac{v_0}{|a|} = \frac{v_0}{\mu_k g}$$

نکته ۳:

مسافتی که جسم طی میکند تا متوقف شود برابر است با:

$$l_{\text{توقف}} = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{v_0^2}{2\mu_k g}$$

نکته ۴:

شتاب حرکت، زمان توقف و مسافت طی شده، هیچ کدام به جرم جسم ربطی ندارند.

گام اول:

$$F_{\text{net}} = ma \rightarrow -f_k = ma \rightarrow -\mu_k mg = ma$$

شتاب حرکت جسم برابر است با:

$$\rightarrow a = -\mu_k g = -0.2 \times 10 = -2 \frac{m}{s^2}$$

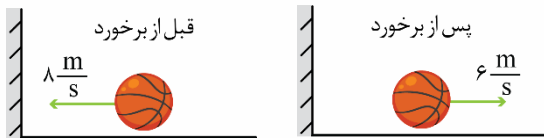
گام دوم:

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \xrightarrow{v=0} -v_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow \Delta x_{\text{توقف}} = \frac{-v_0^2}{2a} = \frac{-(20)^2}{2 \times (-2)} = 100 \text{ m}$$

مسافت توقف برابر است با:

گروه آموزشی ماز

۵۷- مطابق شکل زیر، توپی به جرم  $1 \text{ kg}$  با تندی  $8 \frac{m}{s}$  به دیواری برخورد می کند و با تندی  $6 \frac{m}{s}$  برمی گردد. اگر مدت زمان تماس توپ با دیوار  $0.14 \text{ s}$  بوده باشد، بزرگی نیروی خالص متوسط وارد بر توپ در این مدت چند نیوتون است؟



$$\frac{100}{7} \quad (2)$$

$$100 \quad (1)$$

$$\frac{200}{7} \quad (4)$$

$$200 \quad (3)$$

(آسان - مفهومی و محاسباتی - ۱۲۰۲)

پاسخ: گزینه ۱

یادآوری:

نیروی خالص متوسط وارد بر یک جسم در یک بازه زمانی، برابر آهنگ تغییرات تکانه جسم در آن بازه زمانی است.

پاسخ ششمرنگی:

$$\Delta p = m\Delta v = 1 \times (6 - (-8)) = 14 \frac{\text{kg.m}}{\text{s}}$$

بزرگی تغییرات تکانه توپ برابر است با:

$$F_{\text{av}} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{14}{0.14} = 100 \text{ N}$$

بنابراین اندازه نیروی خالص متوسط برابر است با:

گروه آموزشی ماز

۵۸- کلمات داده شده در کدام گزینه به ترتیب جاهای خالی متن زیر را به درستی کامل می کنند؟

«چتربازی از ارتفاع بسیار بلندی می پرد و پس از مدتی، چتر خود را باز می کند تا به تدریج تندی حرکتش کاهش یابد. پس از باز کردن چتر، نیروی مقاومت هوای وارد بر چتر باز به تدریج ..... می یابد، شتاب حرکت او به تدریج ..... می یابد و پس از رسیدن تندی حرکت چتر باز به تندی حدی، نیروی مقاومت هوا ..... نیروی وزن آن است.»

(۲) افزایش - افزایش - کوچک تر از

(۱) کاهش - کاهش - هم اندازه

(۴) افزایش - کاهش - کوچک تر از

(۳) کاهش - افزایش - هم اندازه

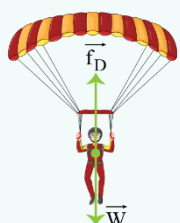
(آسان - مفهومی - ۱۲۰۲)

پاسخ: گزینه ۱

بررسی حرکت چتر باز در دو حالت

حالت اول:

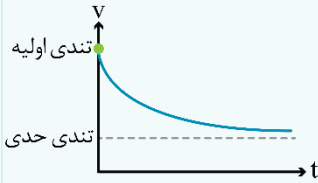
فرض کنید که چتربازی پس از مدتی سقوط در هوا، چتر خود را باز می کند و پس از باز کردن چتر، نیروی مقاومت هوا بزرگتر از وزن او باشد.



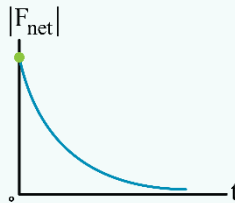
در این حالت نکات زیر دارای اهمیت است:

۱- چون در ابتدا  $f_D > W$  است، نیروی خالص وارد بر چتر باز به سمت بالاست و در نتیجه طبق قانون دوم نیوتون، شتاب حرکت او هم به سمت بالاست.

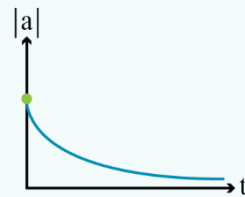
۲- جهت حرکت چتر باز به سمت پایین است، در حالی که شتاب به سمت بالاست، بنابراین حرکت چتر باز، کندشونده است و تندی حرکت او به تدریج کاهش می یابد تا به تندی حدی برسد.



۳- با کاهش تندی حرکت چتر باز، اندازه نیروی مقاومت هوا کاهش می یابد تا در نهایت در هنگامی که چتر باز به تندی حدی رسید، مقاومت هوا هم اندازه وزن او می شود، بنابراین می توان نتیجه گرفت که اندازه نیروی خالص وارد بر چتر باز به تدریج کاهش می یابد تا در نهایت به صفر برسد.

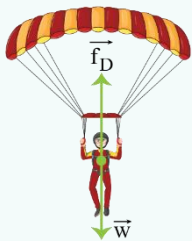


۴- طبق قانون دوم نیوتون، رفتار شتاب هم دقیقاً شبیه به رفتار نیروی خالص است، پس اندازه شتاب حرکت چتر باز به تدریج کم می شود تا به صفر برسد.



#### حالت دوم:

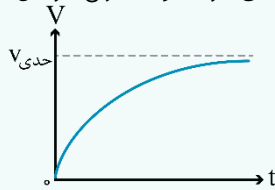
در ادامه حالتی را در نظر بگیرید که چتر باز از همان ابتدا با چتری که باز شده، از حال سکون شروع به سقوط کرده است. این حالت با حالت قبلی که تا این جا بررسی کردیم، فرق زیادی دارد. در این حالت در ابتدای حرکت که سرعت چتر باز، کم است، نیروی مقاومت هوا هم کوچک است و در نتیجه این بار در ابتدای حرکت  $f_D < W$  است.



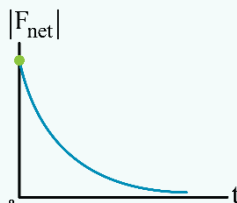
در این حالت به نکات زیر توجه کنید:

۱- چون در ابتدا  $W > f_D$  است، نیروی خالص وارد بر چتر باز به سمت پایین و در نتیجه طبق قانون دوم نیوتون، شتاب حرکت او هم به سمت پایین می باشد.

۲- جهت حرکت چتر باز به سمت پایین است و شتاب هم به سمت پایین می باشد، بنابراین حرکت چتر باز، تندشونده است و تندی حرکت او به تدریج افزایش می یابد تا به تندی حدی برسد.

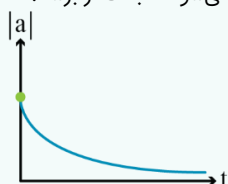


۳- با افزایش تندی حرکت چتر باز، اندازه مقاومت هوا هم افزایش می یابد تا در نهایت در هنگامی که چتر باز به تندی حدی رسید، مقاومت هوا هم اندازه وزن او می شود. بنابراین می توان نتیجه گرفت که اندازه نیروی خالص وارد بر چتر باز به تدریج کاهش می یابد تا در نهایت به صفر برسد.



دقت کنید در این حالت نیروی خالص به سمت پایین است ولی در حالت قبلی نیروی خالص به سمت بالا بود.

۴- طبق قانون دوم نیوتون، رفتار شتاب هم دقیقاً شبیه به رفتار نیروی خالص است، پس شتاب حرکت چتر باز هم به تدریج کم می شود تا به صفر برسد.



باز هم حتماً توجه کنید که در این حالت شتاب حرکت به سمت پایین است، در حالی که در حالت قبلی، شتاب حرکت چتر باز به سمت بالا بود.

با توجه به نکات فوق، گزینه (۱) صحیح است.

گروه آموزشی ماز

۵۹- کارگری یک سطل محتوی مصالح به جرم  $15\text{ kg}$  را با طناب سبکی از حال سکون با شتاب ثابت به طرف بالا می کشد. اگر سرعت متوسط سطل در  $10$  ثانیه

اول حرکت برابر  $\frac{6}{5}\text{ m/s}$  باشد، اندازه نیروی کشش طناب چند نیوتون است؟ (از نیروی مقاومت هوای وارد بر سطل صرف نظر شود و  $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ )

(۱) ۱۶۸

(۲) ۳۳۶

(۳) ۱۴۲

(۴) ۸۴



(متوسط - محاسباتی و ترکیبی - ۱۲۰۲)

پاسخ: گزینه ۱

گام اول:

محاسبه شتاب ثابت سطل:

با توجه به اینکه سطل با شتاب ثابت از حال سکون شروع به حرکت می کند، برای محاسبه شتاب سطل می توان از روابط شتاب ثابت در فصل اول فیزیک دوازدهم استفاده کرد:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \xrightarrow{v_{av} = \frac{6}{5} \frac{\text{m}}{\text{s}}, \Delta t = 10 \cdot \text{s}} \frac{\Delta x}{10} = \frac{6}{5} \rightarrow \Delta x = 6 \cdot \text{m}$$

$$\Delta x = \frac{1}{2} a t^2 \xrightarrow{\Delta x = 6 \cdot \text{m}, t = 10 \cdot \text{s}} 6 = \frac{1}{2} a \times (10)^2 \rightarrow a = \frac{6}{5} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

گام دوم:

رسم نیروهای وارد بر سطل و نوشتن قانون دوم نیوتون برای سطل:

به سطل دو نیروی کشش طناب ( $\vec{T}$  رو به بالا) و نیروی وزن ( $\vec{W} = mg$  رو به پایین) وارد می شوند.

فرم کلی نوشتن قانون دوم نیوتون برای حل مسائل از جمله تست بالا به صورت زیر است:

$$\pm ma = \underbrace{\text{نیروهای در خلاف جهت حرکت جسم} - \text{نیروهای در جهت حرکت جسم}}_{F_{net}} \Rightarrow \begin{cases} F_{net} = +ma : \text{حرکت جسم تندشونده باشد} \\ F_{net} = -ma : \text{حرکت جسم کندشونده باشد} \end{cases}$$

با توجه به اینکه این سطل رو به بالا حرکت می کند، پس نیروی کشش طناب ( $\vec{T}$ ) در جهت حرکت سطل و نیروی وزن ( $\vec{W} = mg$ ) در خلاف جهت حرکت سطل می باشد و چون سطل از حال سکون با شتاب ثابت شروع به حرکت کرده است، پس نوع حرکت سطل، تندشونده خواهد بود:

$$T - W = +ma \rightarrow T - mg = ma \rightarrow T = ma + mg \rightarrow T = m(g + a)$$

$$\xrightarrow{\substack{m=15\text{ kg} \\ g=10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}, a=\frac{6}{5} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} T = 15 \times (10 + \frac{6}{5}) \rightarrow T = 15 \times (\frac{56}{5}) \rightarrow T = 3 \times 56 = 168 \text{ N} \rightarrow T = 168 \text{ N}$$

گروه آموزشی ماز

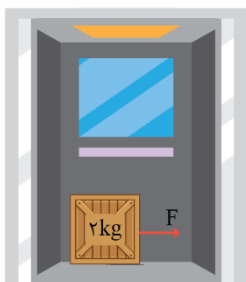
۶۰- مطابق شکل مقابل، جسمی به جرم  $2\text{ kg}$  در کف آسانسور به صورت ساکن قرار دارد و نیروی افقی و ثابت  $F$  به آن وارد می شود و جسم روی سطح افقی حرکت نمی کند. اگر آسانسور از حال سکون با شتاب ثابت به سمت بالا شروع به حرکت کند، کدام گزینه صحیح است؟

(۱) جسم روی سطح افقی حرکت نخواهد کرد.

(۲) ممکن است جسم روی سطح افقی حرکت کند.

(۳) جسم روی سطح افقی حرکت خواهد کرد.

(۴) بسته به اندازه شتاب حرکت آسانسور، هر سه گزینه می توانند صحیح باشند.



(متوسط - مفهومی - ۱۲۰۲)

پاسخ: گزینه ۱

پاسخ شریعی:

در ابتدا اندازه نیروی افقی  $\vec{F}$  کوچک تر یا مساوی اندازه  $\vec{f}_{s,max}$  است و در نتیجه جسم روی سطح افقی حرکت نمی کند. هنگامی که با شتاب ثابت به سمت بالا شروع به حرکت می کند، نیروی عمودی سطح افزایش می یابد (چرا؟)، بنابراین طبق رابطه  $\vec{f}_{s,max} = \mu_s F_N$ ، بیشینه اصطکاک ایستایی هم زیاد می شود و جسم قطعاً حرکت نخواهد کرد.

### گروه آموزشی ماز

۶۱- در فاصله  $4R_e$  از سطح زمین، شتاب گرانش چند درصد کوچک تر از سطح زمین است؟ ( $R_e$  شعاع زمین است).

۸۰ (۴)

۹۶ (۳)

۲۰ (۲)

۴ (۱)

(آسان - محاسباتی - ۱۲۰۲)

پاسخ: گزینه ۳

یادآوری:

برای مقایسه شتاب گرانش در ارتفاع  $h$  از سطح زمین با شتاب گرانش در سطح زمین، از رابطه زیر استفاده می کنیم:

$$g = G \frac{M_e}{(R_e + h)^2} \Rightarrow \frac{g}{g_0} = \left( \frac{R_e}{R_e + h} \right)^2$$

پاسخ شریعی:

برای مقایسه شتاب گرانش به صورت زیر عمل می کنیم:

$$G \frac{M_e}{r^2} \Rightarrow \frac{g}{g_0} = \left( \frac{R_e}{R_e + h} \right)^2 \rightarrow \frac{g}{g_0} = \left( \frac{R_e}{R_e + 4R_e} \right)^2 = \frac{1}{25} = \frac{4}{100}$$

بنابراین شتاب گرانش، در فاصله  $4R_e$  از سطح زمین، ۴ درصد شتاب گرانش در سطح زمین است، یعنی ۹۶ درصد کاهش یافته است.

### گروه آموزشی ماز

۶۲- توپی را در راستای قائم از سطح زمین به سمت بالا پرتاب می کنیم. اگر نیروی مقاومت هوا در طول مسیر، ثابت و برابر  $\frac{1}{5}$  نیروی وزن باشد، مدت زمان رسیدن توپ از سطح زمین به بالاترین ارتفاع از سطح زمین، چند برابر مدت زمان حرکت توپ از بالاترین ارتفاع تا رسیدن به سطح زمین است؟

$\frac{3}{2}$  (۴)

$\frac{2}{3}$  (۳)

$\sqrt{\frac{2}{3}}$  (۲)

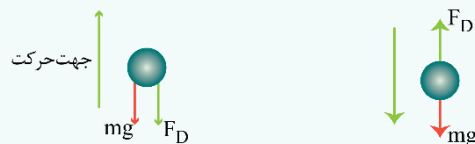
$\sqrt{\frac{3}{2}}$  (۱)

(سخت - محاسباتی و ترکیبی - ۱۲۰۲)

پاسخ: گزینه ۲

نیروی مقاومت شاره

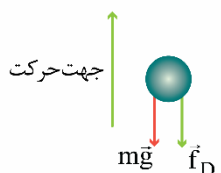
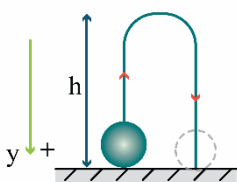
به نیرویی که به جسم در حال حرکت در شاره در خلاف جهت حرکت وارد می شود، نیروی مقاومت شاره ( $\vec{f}_D$ ) می گویند که به اندازه جسم و تندی جسم بستگی دارد. وقتی جسمی رو به بالا یا پایین حرکت می کند، نیروی وزن و مقاومت شاره به صورت زیر خواهند بود:



پاسخ شریعی:

باید دو حالت را بررسی کنیم:

۱- وقتی توپ به سمت بالا می رود، با توجه به قانون دوم نیوتون داریم:



$$F_{net} = ma \rightarrow mg + f_D = mg + \frac{1}{5}mg = ma \rightarrow a = \frac{6}{5}g$$



این شتاب جسم است که رو به پایین می باشد. اگر مدت زمان بالا رفتن توپ را  $t$  فرض کنیم، خواهیم داشت:

$$v = at + v_0 \xrightarrow{v=0 \text{ بالاترین نقطه}} 0 = at + v_0 \rightarrow v_0 = -at$$

$$-h = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t = \frac{1}{2}at^2 + (-at)t = -\frac{1}{2}at^2 \rightarrow h = \frac{1}{2}at^2 \quad (1)$$

۲- وقتی توپ به سمت پایین می آید، با توجه به قانون دوم نیوتون داریم:

$$mg - f_D = ma' \rightarrow mg - \frac{1}{5}mg = ma' \rightarrow a' = \frac{4}{5}g$$

جهت حرکت

این شتاب جسم است که رو به پایین می باشد، اگر مدت زمان لازم برای پایین آمدن توپ را  $t'$  فرض کنیم، خواهیم داشت:

$$h = \frac{1}{2}a't'^2 \quad (2)$$

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

$$\frac{h}{h} = \frac{\frac{1}{2}a't'^2}{\frac{1}{2}at^2} \rightarrow \frac{t'^2}{t^2} = \frac{a'}{a}$$

$$\rightarrow \frac{t}{t'} = \sqrt{\frac{a'}{a}} = \sqrt{\frac{\frac{4}{5}g}{g}} = \sqrt{\frac{4}{5}}$$

### گروه آموزشی ماز

۶۳- مطابق شکل (۱)، به فنری وزنه‌ای به جرم  $100g$  را آویزان کرده و با شتاب  $\frac{2}{3} \frac{m}{s^2}$  رو به بالا آن را به حرکت درمی آوریم و طول فنر به اندازه  $x'$  نسبت به

طول عادی آن افزایش می یابد. اگر مطابق شکل (۲)، از همین فنر برای کشیدن جسمی به جرم  $5kg$  روی سطح افقی با ضریب اصطکاک جنبشی  $\frac{1}{5}$

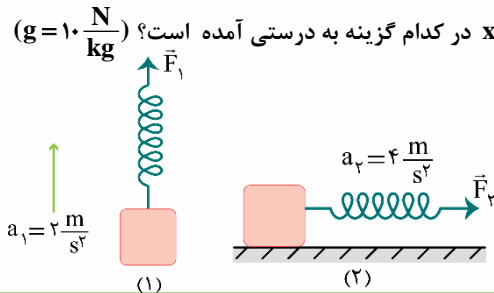
استفاده شود، طول فنر نسبت به حالت عادی آن به اندازه  $x$  افزایش می یابد. نسبت  $x'$  به  $x$  در کدام گزینه به درستی آمده است؟ ( $g = 10 \frac{N}{kg}$ )

(۱)  $0/4$

(۲)  $0/2$

(۳)  $2/5$

(۴)  $0/8$



(متوسط - مفهومی و محاسباتی - ۱۳۰۲)

پاسخ: گزینه ۱

#### نیروی کشسانی فنر

$$F = kx$$

نیروی که یک فنر کشیده یا فشرده وارد می کند برابر است با:

که  $k$  ثابت فنر است که به جنس فنر بستگی دارد و  $x$  تغییرات طول فنر نسبت به حالت تعادل است.

نمودار اندازه نیروی کشسانی فنر بر حسب تغییر طول فنر به صورت زیر است:



پاسخ سریعی:

برای شکل (۱) داریم:

$$F_{net1} = ma \rightarrow kx' - m_1g = m_1a_1$$

$$\rightarrow kx' = m_1(g + a_1) = 0/1 \times (10 + 2) = 1/2 N \quad (1)$$

برای شکل (۲) داریم:

$$F_{\text{net}_y} = m_y a_y \rightarrow kx - \mu_k m_y g = m_y a_y$$

$$\rightarrow kx = m_y (\mu_k g + a_y) = 0.5 \times \left( \frac{1}{5} \times 10 + 4 \right) = 3 \text{ N} \quad (2)$$

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

$$\frac{kx'}{kx} = \frac{x'}{x} = \frac{1/2}{3} = 0.4$$

### کنکور سراسری تجربی داخل تیر ۱۴۰۲

وزنه‌ای به جرم  $m$  را به انتهای فنری که از سقف آویزان است، می‌بندیم و طول فنر  $10 \text{ cm}$  افزایش می‌یابد. اگر به همین فنر وزنه‌ای به جرم  $M$  را ببندیم و آن را روی سطح افقی که ضریب اصطکاک جنبشی آن  $0.2$  است، با تندی ثابت بکشیم، افزایش طول فنر  $2 \text{ cm}$  می‌شود.  $\frac{M}{m}$  کدام است؟

- (۱) ۵ (۲)  $\frac{1}{5}$  (۳) ۱ (۴)  $\frac{1}{2}$

پاسخ: گزینه ۳

بررسی حالت اول:

$$F_e = mg \quad \text{تعادل}$$

قائم

$$\Rightarrow k \Delta L = mg \Rightarrow k \times 10 = mg$$

$$\Rightarrow m = \frac{10 \cdot k}{g} \quad (1)$$

$$F_{\text{net}} = ma$$

$$\Rightarrow F_e - f_k = 0$$

$$\Rightarrow k \Delta L' - 0.2 Mg = 0$$

$$\Rightarrow k \times 2 = 0.2 Mg$$

$$\Rightarrow M = \frac{10 \cdot k}{g} \quad (2)$$

$$\Rightarrow M = m \Rightarrow \frac{M}{m} = 1$$

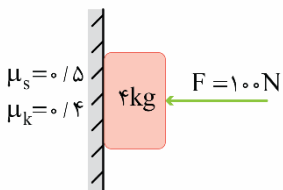
$$f_k = \mu_k Mg = 0.2 Mg$$

بررسی حالت دوم:

با توجه به روابط (۱) و (۲) داریم:

### گروه آموزشی ماز

۶۴- مطابق شکل زیر، جسم ساکنی به جرم  $4 \text{ kg}$  با نیروی افقی  $\vec{F}$  به دیواری قائم فشرده شده است. کدام یک از عبارات‌های زیر صحیح هستند؟ ( $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ )



الف: جسم، ساکن می‌ماند.

ب: جسم با شتاب ثابت سقوط می‌کند.

ج: بزرگی نیروی اصطکاک وارد بر جسم برابر با  $50 \text{ N}$  است.

د: بزرگی نیروی اصطکاک وارد بر جسم برابر با  $40 \text{ N}$  است.

(الف) و (د)

(ب) و (د)

(الف) و (ج)

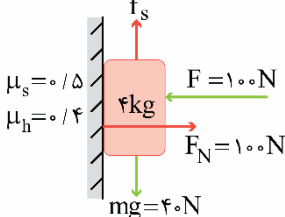
(ب) و (ج)

(متوسط - مفهومی و محاسباتی - ۱۴۰۲)

پاسخ: گزینه ۲

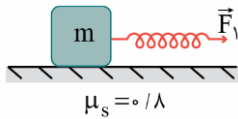
پاسخ تشریحی:

با توجه به این که نیروی محرک  $mg = 40 \text{ N}$  از اندازه بیشینه اصطکاک ایستایی  $f_{s, \text{max}} = \mu_s F = 0.5 \times 100 = 50 \text{ N}$  کوچک‌تر است، جسم، ساکن باقی می‌ماند. در این حالت نیروی اصطکاک برابر است با:



$$\text{توازن قائم: } f_s = mg \rightarrow f_s = 4 \times 10 = 40 \text{ N}$$

۶۵- مطابق شکل زیر، فنری به طول عادی ۱۲cm و ثابت فنر  $400 \frac{N}{m}$  تحت تأثیر نیروی افقی  $\vec{F}_1$  قرار گرفته و طول آن به ۱۴cm می‌رسد و در این لحظه جسم در آستانه حرکت قرار می‌گیرد. اگر نیروی  $F_2 = 2N$  به صورت قائم و رو به بالا به جسم وارد شود، جسم با شتاب ثابت روی سطح افقی شروع به حرکت می‌کند و زاویه‌ای که نیروی سطح وارد بر جسم با راستای افقی می‌سازد،  $53^\circ$  درجه می‌شود. پس از جابه‌جایی ۱۶m از نقطه شروع حرکت، تندی جسم چند متر بر ثانیه خواهد شد؟ ( $\sin 53^\circ = 0.8$  ,  $g = 10 \frac{N}{kg}$ )



$$\begin{aligned} & 10 \cdot 2 \\ & 4\sqrt{10} \cdot 4 \end{aligned}$$

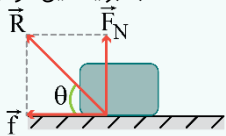
$$\begin{aligned} & 2\sqrt{10} \cdot 1 \\ & 8 \cdot 3 \end{aligned}$$

(سخت - محاسباتی و ترکیبی - ۱۴۰۲)

پاسخ: گزینه ۳

نیروی سطح

سطح یا تکیه‌گاهی که جسم روی آن ساکن یا در حال حرکت است، دو نیرو به جسم وارد می‌کند: نیروی عمودی سطح  $\vec{F}_N$  و نیروی اصطکاک  $\vec{f}$ ، به برابند این دو نیرو، نیروی سطح یا تکیه‌گاه می‌گویند و آن را با نماد  $R$  نشان می‌دهند؛ چون این دو نیرو همواره برهم عمودند، داریم:



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

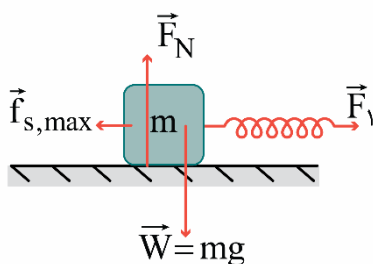
گاهی علاوه بر اندازه نیروی سطح، زاویه این بردار را با سطح هم می‌خواهند. برای محاسبه این زاویه می‌توان نوشت:

$$\tan \theta = \frac{\text{مقابل}}{\text{مجاور}} \rightarrow \tan \theta = \frac{F_N}{f}$$

اصطکاک:  $f$

گام اول:

قبل از اینکه نیروی  $\vec{F}_2$  به جسم وارد شود، جسم در آستانه حرکت قرار دارد، بنابراین بزرگی نیروی  $\vec{F}_1$  با بزرگی نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه ( $f_{s,max}$ ) برابر است و در ضمن جسم در راستای قائم نیز ساکن است و در حال تعادل قرار دارد، بنابراین بزرگی نیروی عمودی سطح با بزرگی نیروی وزن وارد بر جسم برابر است:



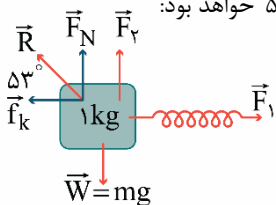
$$F_N = mg \xrightarrow{g=10 \frac{N}{kg}} F_N = 10m$$

$$F_1 = f_{s,max} \rightarrow k\Delta L = \mu_s F_N \xrightarrow{k=400 \frac{N}{m}, \Delta L=L_r-L_i=14-12=2cm=\frac{2}{100}m, \mu_s=0.8, F_N=10m} 400 \times \frac{2}{100} = \frac{8}{100} \times 10m \rightarrow 8 = 8m \rightarrow m = 1kg$$

$$400 \times \frac{2}{100} = \frac{8}{100} \times 10m \rightarrow 8 = 8m \rightarrow m = 1kg$$

گام دوم:

زمانی که نیروی  $\vec{F}_2$  به جسم وارد می‌شود، جسم با شتاب ثابت شروع به حرکت می‌کند، پس چون جسم در راستای افقی حرکت می‌کند، نیروی اصطکاک جنبشی ( $\vec{f}_k$ ) به جسم وارد می‌شود. می‌دانیم نیروی سطح ( $\vec{R}$ ) از دو مؤلفه عمودی و افقی تشکیل شده است، مؤلفه عمودی آن، نیروی عمودی سطح ( $\vec{F}_N$ ) است و مؤلفه افقی آن در حالت کلی، نیروی اصطکاک است که در این سؤال، نیروی اصطکاک جنبشی ( $\vec{f}_k$ ) است. پس زمانی که در صورت سؤال گفته شده نیروی سطح با راستای افقی، زاویه  $53^\circ$  می‌سازد، یعنی زاویه بین نیروی سطح ( $R$ ) با نیروی اصطکاک جنبشی  $53^\circ$  خواهد بود:



جسم در راستای قائم، ساکن است و در حال تعادل قرار دارد:

$$F_N + F_r = W \rightarrow F_N + F_r = mg \xrightarrow{F_r=2N, m=1kg, g=10 \frac{N}{kg}} F_N + 2 = 1 \times 10 \rightarrow F_N = 8N$$

در ادامه اندازه نیروی اصطکاک جنبشی ( $f_k$ ) را محاسبه می‌کنیم:

$$\tan 53^\circ = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{ضلع مجاور}} = \frac{\sin 53^\circ}{\cos 53^\circ} = \frac{F_N}{f_k} \rightarrow \frac{0.8}{0.6} = \frac{8}{f_k} \rightarrow f_k = 6N$$

گام سوم:

شتاب حرکت جسم برابر می شود با:

$$F_{\text{net}} = ma \rightarrow F_1 - f_k = ma \rightarrow k\Delta L - f_k = ma$$

$$\rightarrow 400 \times \frac{2}{100} - 6 = 1 \times a \rightarrow a = \frac{2}{5} \frac{m}{s^2}$$

گام چهارم:

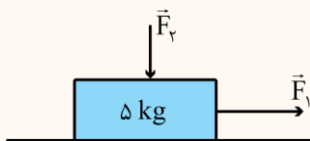
تندی جسم پس از جابه جایی ۱۶ متری برابر است با:

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \rightarrow v^2 - 0 = 2 \times \frac{2}{5} \times 16 \rightarrow v = 8 \frac{m}{s}$$

کنکور سراسری تجربی داخل تیر ۱۴۰۲:

مطابق شکل، به جسم ساکنی روی سطح افقی نیروی افقی  $F_1 = 65 \text{ N}$  و نیروی عمودی  $F_2 = 20 \text{ N}$  وارد می شود و جسم شروع به حرکت می کند. اگر پس از طی

مسافت ۱۲ متر، تندی جسم به  $\frac{12}{5} \frac{m}{s}$  برسد، نیرویی که سطح به جسم وارد می کند، چند نیوتون است؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )



- (۱) ۶۰  
(۲) ۷۰  
(۳)  $30\sqrt{5}$   
(۴)  $35\sqrt{5}$

پاسخ: گزینه ۴

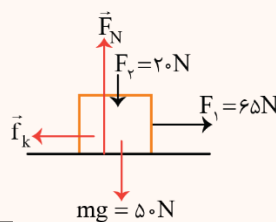
با کمک معادله مستقل از زمان، شتاب حرکت را به دست می آوریم:

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow \left(\frac{12}{5}\right)^2 - 0 = 2a \times 12 \Rightarrow a = \frac{6}{5} \frac{m}{s^2}$$

توازن قائم:  $F_N = mg + F_2 = 50 + 20 = 70 \text{ N}$

حرکت افقی:  $F_{\text{net}} = ma \Rightarrow F_1 - f_k = ma$

$$\Rightarrow 65 - f_k = 5 \times \frac{6}{5} \Rightarrow f_k = 35 \text{ N}$$



برای محاسبه نیروی اصطکاک وارد بر جسم می توان نوشت:

بنابراین اندازه نیروی سطح برابر است با:

$$\text{نیروی سطح } R = \sqrt{f_k^2 + F_N^2} = \sqrt{35^2 + 70^2} = 78.26 \text{ N}$$

گروه آموزشی ماز

۶۶- معادله مکان - زمان یک نوسانگر هماهنگ ساده در SI به صورت  $x = 0.04 \cos(100\pi t)$  است. چه تعداد از عبارتهای زیر صحیح است؟ ( $\pi^2 = 10$ )

الف: طول پاره خط نوسان برابر با  $0.4 \text{ cm}$  است.

ب: در هر ثانیه، ۵۰ نوسان کامل انجام می شود.

ج: مسافت طی شده در هر دقیقه، برابر ۴۸ متر است.

د: اندازه بیشینه شتاب برابر با  $400 \frac{m}{s^2}$  است.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

(متوسط - مفهومی و محاسباتی - ۱۲۰۳)

پاسخ: گزینه ۴

پاسخ تشریحی:

با مقایسه معادله داده شده با فرم کلی معادله مکان - زمان در نوسان هماهنگ ساده داریم:

$$\begin{cases} x = 0.04 \cos(100\pi t) \\ x = A \cos(\omega t) \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \omega = 100\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \rightarrow f = 50 \text{ Hz} \\ A = 0.04 \text{ m} = 4 \text{ cm} \end{cases}$$

بررسی موارد:

الف: طول پاره خط نوسان برابر با  $A = 0.4 \text{ cm}$  است. (✓)

ب: تعداد نوسان ها در هر ثانیه، همان بسامد است که برابر با  $50 \text{ Hz}$  می باشد. (✓)

ج: تعداد نوسان ها در هر دقیقه، برابر است با:

$$f = \frac{n}{t} \rightarrow 50 = \frac{n}{60} \rightarrow n = 3000$$

در هر نوسان کامل، مسافت  $4A$  طی می شود، بنابراین داریم:

$$\ell = 3000 \times 4A = 3000 \times 4 \times 0.004 = 48m \quad (\checkmark)$$

د: بیشینه شتاب نوسانگر برابر است با:

$$a_{\max} = A\omega^2 = 0.004 \times (100\pi)^2 = 400\pi^2 = 400 \cdot \frac{m}{s^2} \quad (\checkmark)$$

هر چهار عبارت صحیح هستند.

### گروه آموزشی ماز

۶۷- یک آونگ ساده به طول  $36cm$ ، در هر دقیقه روی سطح کره زمین چند نوسان کامل انجام می دهد؟ ( $\pi^2 = 10$ ،  $g = 10 \frac{N}{kg}$ )

۵۰ (۴)

۲۵ (۳)

۶۰ (۲)

۳۰ (۱)

(آسان - مفهومی و محاسباتی - ۱۲۰۳)

پاسخ: گزینه ۴

گام اول:

دوره تناوب آهنگ ساده برابر است با:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} = 2\sqrt{10} \times \sqrt{\frac{0.36}{10}} = 1.2s$$

گام دوم:

محاسبه تعداد نوسانات کامل در هر دقیقه:

$$n = \frac{t}{T} \rightarrow n = \frac{60}{1.2} = 50$$

### گروه آموزشی ماز

۶۸- نمودار مکان - زمان یک نوسانگر هماهنگ ساده، مطابق شکل زیر است. در بین لحظات  $t_1$ ،  $t_2$ ،  $t_3$  و  $t_4$ ، به ترتیب از راست به چپ، در کدام لحظه

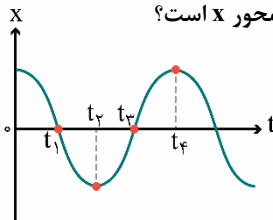
بزرگی سرعت جسم بیشینه و در جهت محور  $x$  است و در کدام لحظه، بزرگی شتاب جسم بیشینه و در خلاف جهت محور  $x$  است؟

$t_2$ ،  $t_1$  (۱)

$t_4$ ،  $t_1$  (۲)

$t_2$ ،  $t_3$  (۳)

$t_4$ ،  $t_3$  (۴)



(آسان - نموداری - ۱۲۰۳)

پاسخ: گزینه ۴

پاسخ تشریحی:

برای پاسخ دادن به این سؤال به نکات زیر توجه کنید:

۱- در لحظات  $t_1$  و  $t_3$ ، نوسانگر از نقطه تعادل می گذرد و بزرگی سرعت آن بیشینه است. با توجه به این که شیب نمودار مکان - زمان در لحظه  $t_3$  مثبت است، در این لحظه جهت حرکت متحرک در جهت محور  $x$  است.

۲- در لحظات  $t_2$  و  $t_4$ ، متحرک در نقاط بازگشتی قرار دارد و اندازه شتاب آن بیشینه است. در لحظه  $t_4$ ، مکان نوسانگر، مثبت است و در نتیجه شتاب بیشینه، منفی خواهد بود.

### گروه آموزشی ماز

۶۹- فنر قائمی با طول عادی  $10cm$  از سقف یک آسانسور آویخته شده و وزنه ای به جرم  $m$  به آن متصل است. آسانسور با شتاب ثابت  $\frac{4}{3} \frac{m}{s^2}$  از حال سکون شروع به حرکت به سمت بالا می کند و طول فنر در حال تعادل به  $11 \frac{1}{4}cm$  می رسد. اگر همین وزنه را به این فنر متصل کنیم تا در اتافک ساکن آسانسور

با دامنه  $2cm$  حرکت هماهنگ ساده انجام دهد، مسافت طی شده توسط نوسانگر در مدت  $3.0s$  چند سانتی متر خواهد بود؟ ( $\pi = \sqrt{10}$ ،  $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )

۶ (۴)

۸ (۳)

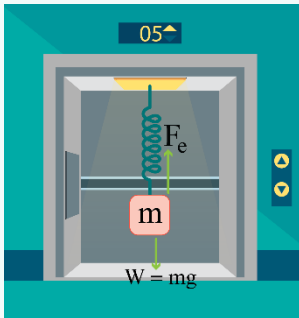
۱۰ (۲)

۱۲ (۱)





۱ - شکل زیر نیروهای وارد بر جسمی که از یک فنر درون آسانسور آویخته شده است را نشان می‌دهد.



۲ - هنگامی که شتاب حرکت آسانسور به سمت بالا است، داریم:

$$F_{\text{net}} = ma \rightarrow F_e - mg = ma \rightarrow F_e = m(g + a) \rightarrow k\Delta L = m(g + a)$$

۳ - هنگامی که شتاب حرکت آسانسور به سمت پایین است، داریم:

$$F_{\text{net}} = ma \rightarrow mg - F_e = ma \rightarrow F_e = m(g - a) \rightarrow k\Delta L = m(g - a)$$

۴ - بنابراین به طور خلاصه نیروی فنر برابر است با:

$$F_e = m(g \pm a)$$

۵ - دقت کنید که در محاسبه نیروی فنر، جهت شتاب آسانسور اهمیت دارد و جهت حرکت آسانسور مهم نیست.

۶ - دوره متناوب و بسامد نوسانگر وزنه - فنر به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$$

گام اول:

مطابق نکته فوق می‌توان نوشت:

$$k\Delta L = m(g + a) \Rightarrow k \times (0.114 - 0.1) = m(10 + 4)$$

$$\Rightarrow k \times 0.014 = 14m \Rightarrow \frac{k}{m} = \frac{14}{0.014} = 1000 \rightarrow \frac{m}{k} = \frac{1}{1000}$$

گام دوم:

با داشتن نسبت  $\frac{m}{k}$ ، دوره نوسان به دست می‌آید.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\sqrt{10} \times \sqrt{\frac{1}{1000}} = 0.2s$$

دقت کنید که  $m$  و  $k$  را نمی‌توانیم جداگانه محاسبه کنیم و فقط نسبت آن‌ها را به دست آوردیم که برای حل سؤال کافی بود.

گام سوم:

$$n = \frac{t}{T} = \frac{30}{0.2} = 150$$

تعداد نوسان‌های کامل در مدت ۳۰ ثانیه برابر است با:

گام چهارم:

$$\ell = n \times 4A = 150 \times 4 \times 0.02 = 12m$$

مسافت طی شده برابر است با:

### گروه آموزشی ماز

۷۰ - نمودار تغییرات انرژی پتانسیل بر حسب انرژی جنبشی یک نوسانگر هماهنگ ساده به جرم ۵۰ گرم مطابق شکل زیر است. در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل

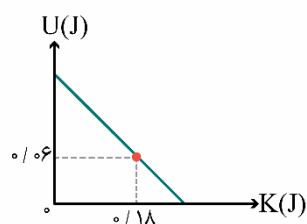
نوسانگر ۰/۱۴ J است، اندازه تکانه آن چند واحد SI است؟ (از اتلاف انرژی صرف نظر کنید.)

(۱) ۰/۱

(۲) ۰/۰۵

(۳) ۰/۰۴√۱۵

(۴) ۰/۰۲√۱۵



(متوسط - نموداری - ۱۳۰۳)

پاسخ: گزینه ۱

پاسخ تشریحی:

$$E = K + U = 0.18 + 0.06 = 0.24 \text{ J}$$

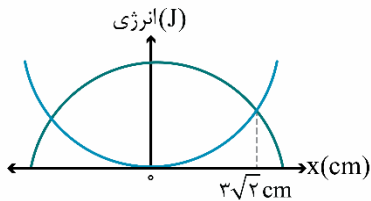
با توجه به نمودار داده شده، انرژی مکانیکی نوسانگر برابر است با:

در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل برابر  $U = 0.14 \text{ J}$  باشد، انرژی جنبشی برابر  $K = E - U = 0.24 - 0.14 = 0.1 \text{ J}$  است و بزرگی تکانه در این لحظه برابر است با:

$$K = \frac{p^2}{2m} \rightarrow 0.1 = \frac{p^2}{2 \times 50 \times 10^{-3}} \rightarrow p^2 = 0.1 \rightarrow p = 0.1 \frac{\text{kg.m}}{\text{s}}$$

### گروه آموزشی ماز

۷۱- جسمی به جرم  $200 \text{ g}$  گرم را به فنری با ثابت  $200 \frac{\text{N}}{\text{m}}$  می‌بندیم تا حرکت هماهنگ ساده انجام دهد. اگر نمودار انرژی های پتانسیل و جنبشی این سامانه مطابق شکل زیر باشد، حداکثر تکانه جسم در SI کدام است؟



- (۱)  $0.24\sqrt{10}$
- (۲)  $0.18\sqrt{10}$
- (۳)  $0.12\sqrt{10}$
- (۴)  $0.32$

(متوسط - نموداری - ۱۳۰۳)

پاسخ: گزینه ۳

گام اول:

در نقاط  $\pm \frac{\sqrt{2}}{2} A$  انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی، برابر است، بنابراین:

$$3\sqrt{2} \text{ cm} = \frac{\sqrt{2}}{2} A \rightarrow A = 6 \text{ cm}$$

گام دوم:

بسامد زاویه‌ای این نوسانگر را از رابطه زیر به دست می‌آوریم:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{200}{0.2}} = \sqrt{1000} = 10\sqrt{10} \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

گام سوم:

حداکثر تکانه را از رابطه زیر به دست می‌آوریم:

$$p_{\max} = mv_{\max} = mA\omega = 0.2 \times 0.06 \times 10\sqrt{10} = 0.12\sqrt{10} \frac{\text{kg.m}}{\text{s}}$$

### گروه آموزشی ماز

۷۲- در نوسان هماهنگ ساده یک دستگاه جرم - فنر که روی پاره‌خطی به طول  $4 \text{ cm}$  نوسان می‌کند، حداقل  $125$  میلی ثانیه طول می‌کشد تا انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در فنر از بیشینه مقدار ممکن به کمینه مقدار ممکن برسد. اگر جرم جسم  $250 \text{ g}$  گرم باشد، اندازه بیشینه نیروی کشسانی وارد بر

آن چند نیوتون است؟ ( $\pi^2 = 10$ )

(۴)  $1/6$

(۳)  $0.16$

(۲)  $0.8$

(۱)  $0.08$

(متوسط - مفهومی و محاسباتی - ۱۳۰۳)

پاسخ: گزینه ۲

پاسخ تشریحی:

برای آن که نوسانگر از نقطه‌ای با بیشینه انرژی پتانسیل (نقاط بازگشتی) به نقطه‌ای با کمینه انرژی پتانسیل (نقطه تعادل) برسد، حداقل به  $\frac{T}{4}$  زمان نیاز است،

بنابراین داریم:

$$\frac{T}{4} = 125 \text{ ms} \rightarrow T = 500 \text{ ms} = 0.5 \text{ s}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 4\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

بسامد زاویه‌ای این نوسانگر برابر است با:

اندازه بیشینه نیرو برابر است با:

$$F_{\max} = mA\omega^2 \rightarrow F_{\max} = 0.25 \times 0.2 \times (4\pi)^2 = 0.8 \text{ N}$$

دقت کنید که دامنه نوسان نصف طول پاره خط نوسان است.

### گروه آموزشی ماز

۷۳- جسمی به جرم ۹۰۰ گرم را از فنری به جرم ناچیز و با ثابت  $100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$  در راستای قائم آویزان کرده و از طول عادی رها می کنیم. پس از گذشت  $1/0.5$  ثانیه،

مسافت طی شده توسط جسم و اندازه جابه جایی آن چند سانتی متر با هم اختلاف دارند؟  $(\pi = \sqrt{10}, g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$

۳۶ (۴)

۶۳ (۳)

۵۴ (۲)

۴۵ (۱)

(سخت - مفهومی و محاسباتی - ۱۲۰۳)

پاسخ: گزینه ۲

گام اول:

در حالت تعادل، نیروی فنر برابر نیروی وزن جسم است، بنابراین داریم:

$$F_e = mg \rightarrow k\Delta L = mg \rightarrow 100 \Delta L = 0.9 \times 10 \rightarrow \Delta L = \frac{9}{100} \text{ m} = 9 \text{ cm}$$

بنابراین نقطه تعادل ۹ cm پایین تر از طول عادی فنر است و هنگامی که نوسانگر را از طول عادی رها می کنیم، با دامنه  $A = 9 \text{ cm}$  نوسان می کند.

گام دوم:

دوره نوسان برابر است با:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\sqrt{10} \times \sqrt{\frac{0.9}{100}} = 2 \times 0.3 = 0.6 \text{ s}$$

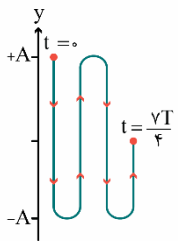
گام سوم:

مدت زمان  $\Delta t = 1/0.5 \text{ s}$  برابر  $\frac{1}{4}T$  است. در این مدت جابه جایی و مسافت طی شده برابر هستند با:

$$\text{مسافت: } \ell = 7A = 63 \text{ cm}$$

$$\text{جابه جایی: } \Delta y = -A = -9 \text{ cm}$$

$$\rightarrow \ell - |\Delta y| = 63 - 9 = 54 \text{ cm}$$



### گروه آموزشی ماز

۷۴- نوسانگر هماهنگ ساده ای با دوره تناوب T نوسان می کند. اختلاف حداکثر مسافتی که نوسانگر در مدت  $\frac{T}{4}$  می تواند طی کند با حداقل مسافتی که در

مدت  $\frac{T}{4}$  می تواند طی کند، چند برابر طول پاره خط نوسان است؟  $(\sqrt{3} \approx 1/7, \sqrt{2} \approx 1/4)$

۳/۲ (۴)

۰/۵۵ (۳)

۲/۲ (۲)

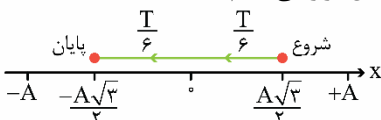
۱/۱ (۱)

(متوسط - مفهومی و محاسباتی - ۱۲۰۳)

پاسخ: گزینه ۳

برای اینکه در مدت  $\frac{T}{4}$  ثانیه نوسانگر بیشترین مسافت را طی کند این نوسانگر باید در این مدت حداکثر سرعت ممکن را داشته باشد و می دانیم که حداکثر

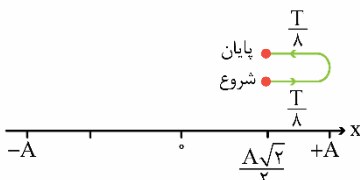
سرعت ممکن در حول نقطه تعادل رخ می دهد، بنابراین در این راستا بازه زمانی  $\frac{T}{4}$  را نصف و در طرفین نقطه تعادل قرار می دهیم:



$$\ell_1 = 2\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)A = \sqrt{3}A \approx 1.7A$$

برای اینکه در مدت  $\frac{T}{4}$  ثانیه نوسانگر کمترین مسافت را طی کند این نوسانگر باید در این مدت حداقل سرعت ممکن را داشته باشد و می دانیم که حداقل

سرعت ممکن در حول نقاط بازگشتی رخ می دهد، بنابراین در این راستا بازه زمانی  $\frac{T}{4}$  را نصف و در طرفین یکی از نقاط بازگشتی قرار می دهیم:



$$\ell_2 = 2\left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right)A \rightarrow \ell_2 = (2 - \sqrt{2})A \approx 0.6A$$

$$\Delta \ell = |\ell_2 - \ell_1| = 1/1 A$$

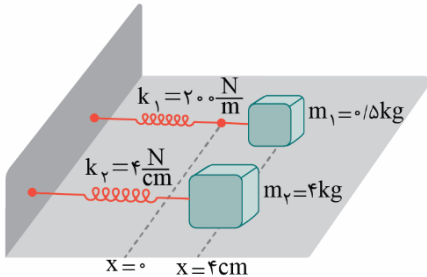
بنابراین:

حال می‌دانیم که دامنه حرکت برابر  $A$  و طول پاره خط نوسان، ۲ برابر دامنه، یعنی برابر  $2A$  می‌باشد، بنابراین نسبت خواسته شده برابر است با:

$$\frac{1/1 A}{2A} = 0.55$$

### گروه آموزشی ماز

۷۵- مطابق شکل، در لحظه  $t=0$ ، دو نوسانگر وزنه - فنر روی سطح افقی بدون اصطکاکی در کنار یکدیگر حول مبدأ محور  $x$  شروع به نوسان می‌کنند. در لحظه‌ای که فنر (۱) کمترین طول را دارد، انرژی جنبشی جسم (۲) چند ژول است؟



(۱) صفر

(۲) ۰/۱۶

(۳) ۰/۳۲

(۴)  $0.16\sqrt{2}$

(متوسط - مفهومی و محاسباتی - ۱۲۰۳)

پاسخ: گزینه ۳



پاسخ تشریحی:

دوره هر نوسانگر را محاسبه می‌کنیم:

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m_1}{k_1}} = 2\pi \sqrt{\frac{0.5}{200}} = \frac{\pi}{10} s$$

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{m_2}{k_2}} = 2\pi \sqrt{\frac{4}{400}} = \frac{2\pi}{10} s$$

پس از شروع حرکت، در مدت  $\frac{T_1}{2} = \frac{\pi}{20} s$ ، نوسانگر (۱) به مکان  $x = -A$  می‌رود و فنر دارای کمترین طول می‌شود. اگر دقت کنید این زمان برابر  $\frac{T_2}{4}$  است، یعنی در این مدت، نوسانگر (۲) از مکان  $x = +A$  به نقطه تعادل می‌رسد. انرژی جنبشی جسم (۲) در نقطه تعادل برابر با انرژی مکانیکی آن است و می‌توان نوشت:

$$E_2 = \frac{1}{2} k_2 A^2 = \frac{1}{2} \times 400 \times \left(\frac{4}{100}\right)^2 = 0.32 J$$

### گروه آموزشی ماز

خب حالا بریم که تو صفحات بعدی کل مباحث این آزمون رو به صورت نمودار درختی مرور کنیم.

جمع بندی آزمون:





مفاهیم حرکت

بردار مکان ( $\vec{r}$ ) ← برداری که مبدأ مختصات را به مکان جسم وصل می‌کند ← در حرکت یک‌بعدی معمولاً آن را با  $x$  نمایش می‌دهیم.

$x > 0$  : بردار مکان در جهت محور  $x$

$x < 0$  : بردار مکان در خلاف جهت محور  $x$

بردار جابه‌جایی ( $\vec{d}$ ) ← برداری که نقطه ابتدایی حرکت را به نقطه انتهایی آن وصل می‌کند ← در حرکت یک‌بعدی معمولاً آن را با  $\Delta x$  نمایش می‌دهیم.

$\Delta x > 0$  : جابه‌جایی در جهت محور  $x$

$\Delta x < 0$  : جابه‌جایی در خلاف جهت محور  $x$

مسافت ( $\ell$ ) ← طول مسیر طی شده توسط متحرک است که کمیتی نرده‌ای است.

بردار سرعت متوسط ( $\vec{v}_{av}$ ) ← جابه‌جایی در واحد زمان برابر سرعت متوسط است ← در حرکت یک‌بعدی:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

بردار سرعت لحظه‌ای ( $\vec{v}$ ) ← اگر بازه زمانی در محاسبه سرعت متوسط را بسیار کوچک در نظر بگیریم، سرعت لحظه‌ای به دست می‌آید.

$v > 0$  : جسم در جهت محور  $x$  حرکت می‌کند.

$v < 0$  : جسم در خلاف جهت محور  $x$  حرکت می‌کند.

تغییر علامت  $v$  به معنی تغییر جهت حرکت است.

تندی متوسط ( $s_{av}$ ) ← مسافت طی شده در واحد زمان برابر تندی متوسط است ←  $s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t}$  ← تندی متوسط همواره بزرگ‌تر یا مساوی اندازه سرعت متوسط است.

بردار شتاب متوسط ( $\vec{a}_{av}$ ) ← تغییرات سرعت در واحد زمان برابر شتاب متوسط است.  $\vec{a}_{av} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$  ← بردارهای شتاب متوسط و تغییرات سرعت همواره هم‌جهت هستند.

حرکت تندشونده ← تندی جسم در حال افزایش است ←  $a$  و  $v$  هم‌علامت هستند.

حرکت کندشونده ← تندی جسم در حال کاهش است ←  $a$  و  $v$  علامت مخالف هم دارند.





حرکت با سرعت ثابت

متحرک بر مسیر مستقیم بدون تغییر جهت با تندی ثابت حرکت می کند. ← اندازه و جهت بردار سرعت ثابت می ماند ← شتاب حرکت صفر است.

معادله مکان - زمان ←  $X = vt + X_0$  ← نمودار مکان - زمان به شکل خطی با شیب  $v$  و عرض از مبدأ  $X_0$  است.

مسافت و جابه جایی هم اندازه اند ← سرعت متوسط و تندی متوسط نیز هم اندازه هستند.

بردار شتاب ثابت است.

سرعت متحرک با آهنگ ثابت تغییر می کند ←  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  ثابت ← در هر ثانیه، سرعت به اندازه  $a$  تغییر می کند.

$av > 0$ : تغییر جهت نمی دهد.

$av < 0$ : یک بار تغییر جهت می دهد.

متحرک حداکثر یک بار تغییر جهت می دهد.

حرکت با شتاب ثابت بر مسیر مستقیم

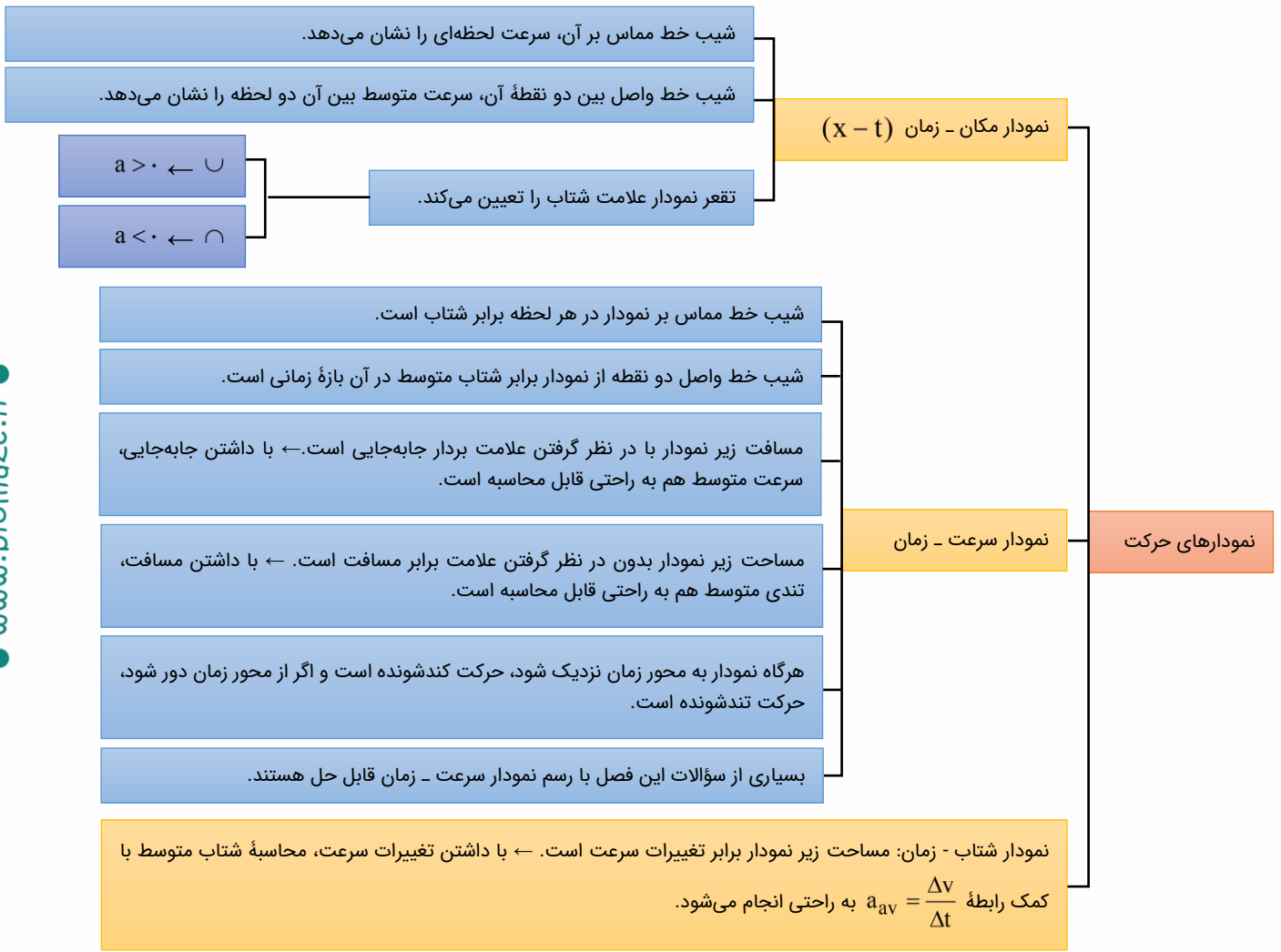
معادله مکان - زمان ←  $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$  ← نمودار مکان - زمان به شکل سهمی است.

معادله سرعت - زمان ←  $v = at + v_0$  ← نمودار سرعت - زمان به شکل خطی با شیب ثابت  $a$  و عرض از مبدأ  $v_0$  است.

معادله مستقل از زمان ←  $v_2^2 - v_1^2 = 2a\Delta x$  ← در مسائل ترمز و توقف، می توان با کمک این معادله مسافت ترمز را به دست آورد.

معادله مستقل از شتاب ←  $\Delta x = \frac{v_1 + v_2}{2} \Delta t$  ← به عبارت دیگر، سرعت متوسط در هر بازه

زمانی برابر میانگین سرعت در ابتدا و انتهای آن بازه است ←  $v_{av} = \frac{v_1 + v_2}{2}$



**قانون اول نیوتون:** اگر نیروی خالصی به جسم وارد نشه (یعنی برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر بشه)، اون جسم حالت اولیه‌اش را حفظ می‌کنه، یعنی اگر جسم ساکن بوده باشه، ساکن می‌مونه و اگر در حال حرکت باشه، به حرکت یکنواخت خودش بر مسیری مستقیم و با تندی ثابت ادامه می‌ده.

**قانون دوم نیوتون:** اگر نیروی خالص  $F_{net}$  به جرم  $m$  اثر کنه (یعنی چی؟ یعنی برآیند نیروهای وارد بر جسمی به جرم  $m$ ،  $F_{net}$  باشه) جسم شتابی می‌گیره که می‌تونیم ازش رابطه زیر رو نتیجه بگیریم:  
 $F_{net} = ma$

**قانون سوم نیوتون:** نیروهایی که دو جسم به یکدیگر وارد می‌کنن، همیشه هم‌اندازه و در خلاف جهت همدیگه هستن. به این دو نیرو «کنش یا عمل» و «واکنش یا عکس‌العمل» میگن. مثلاً هنگام پیاده شدن از قایق به عقب حرکت می‌کنه.

**نیروی وزن:** این نیرو، نیروی ربایشی است که از طرف مرکز کره زمین، به اجسام وارد می‌شود و آن‌ها را به طرف زمین می‌کشد.  
 $W = mg$

**نیروی مقاومت شاره:** وقتی جسمی در یک شاره (مایع یا گاز) قرار دارد و نسبت به آن حرکت می‌کند از طرف شاره نیرویی در خلاف جهت حرکت جسم، به آن وارد می‌شود که به آن نیروی مقاومت شاره می‌گویند.

هرگاه جسمی را روی یک سطح قرار دهید، از طرف سطح، نیرویی عمود بر سطح و رو به بالا به جسم وارد می‌شود که با  $F_N$  نشان می‌دهیم و آن را نیروی عمودی تکیه‌گاه یا نیروی عمودی سطح می‌نامیم.  
 $F_N = mg$

اگر آسانسور با شتاب ثابت  $a$  به صورت تندشونده رو به بالا یا کندشونده رو به پایین حرکت کنه  
 $F_N = m(g + |a|)$

اگر آسانسور با شتاب ثابت  $a$  به صورت تندشونده رو به پایین یا کندشونده رو به بالا حرکت کنه  
 $F_N = m(g - |a|)$

**نیروی اصطکاک:** وقتی جسمی روی یک سطح حرکت می‌کند، از طرف سطح، نیرویی موازی سطح و در خلاف جهت حرکت، به جسم وارد می‌شود این نیرو را اصطکاک می‌نامیم. چون جسم در حال حرکت است، گاهی به این نیرو، نیروی اصطکاک جنبشی یا لغزشی هم می‌گویند.

نیروی اصطکاک جنبشی:  $f_k = \mu_k F_N$

نیروی اصطکاک ایستایی:  $f_{s \max} = \mu_s F_N$

**نیروی کشسانی فنر:** فنر را چه از دو طرف بکشید و چه بفشارید، به دستان شما نیرو اثر می‌دهد. نیرویی که هدفش برگرداندن فنر به حالت عادی‌اش است. هر چه فنر کشیده‌تر یا فشرده‌تر شود، این نیرو هم بزرگ‌تر می‌شود یعنی اندازه نیروی فنر با میزان تغییر طول آن رابطه مستقیم دارد.  $F_e = kx$

**نیروی کشش طناب:** برای محاسبه نیروی کشش طناب به روش زیر عمل می‌کنیم: ۱- ابتدا وضعیت کل دستگاه را مشخص کنید که در حال تعادل است یا شتاب دارد؟ ۲- نقطه‌ای را که نیروی کشش در آن‌جا خواسته شده است را به طور فرضی برش دهید. ۳- به دلخواه از محل برش یک طرف دستگاه (طرف خلوت) را نگه دارید و طرف دیگر را نادیده بگیرید. ۴- نیروی کشش را در بخش باقی‌مانده، در جهتی اثر دهید که طناب کش بیاید و سپس وضعیت کل دستگاه را برای این قسمت اعمال کنید.

قوانین نیوتون

دینامیک

معرفی برخی از نیروهای خاص

نیروی عمودی تکیه‌گاه



تکانه: حاصل ضرب جرم جسم ( $m$ ) در سرعت جسم ( $\vec{v}$ )، تکانه جسم نامیده می شود و با  $\vec{p}$  نشان داده می شود:

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

قانون دوم نیوتون برحسب تکانه برای نیروی خالص ثابت: یعنی نیروی خالص وارد بر جسم برابر با تغییر تکانه آن جسم تقسیم بر مدت زمان تغییر است.

$$\vec{F}_{\text{net}} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

هر دو ذره دلخواه به جرم های  $m_1$  و  $m_2$  که به فاصله معین ( $r$ ) از هم قرار گرفته اند، به یکدیگر نیروی ربایشی وارد می کنند. این نیرو در راستای خطی است که آن دو ذره را به هم وصل می کنند و با حاصل ضرب جرم آن ها و نیز با مربع فاصله آن ها، متناسب است. به این قانون، قانون گرانش عمومی می گویند.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

گفتیم که وزن یک جسم، ناشی از نیروی گرانشی ای است که مرکز کره زمین به جسم وارد می کند:

$$W = G \frac{M_e m}{R_e^2}$$

تکانه و قانون دوم نیوتون

نیروی گرانشی

دینامیک



نوسان دوره‌ای نوسان‌هایی را که هر دور آن دقیقاً در دوره‌های بعدی تکرار می‌شود (مانند ضربان قلب انسان در یک مدت معین، نوسان‌های دوره‌ای می‌نامیم که به هر دور آن چرخه (سیکل) گفته می‌شود. پس به نقشی که به طور منظم تکرار می‌شود، چرخه (سیکل) گفته می‌شود و به نوسان‌هایی که در آن یک چرخه عیناً تکرار می‌شود، نوسان دوره‌ای می‌گوییم.

معادله مکان - زمان:  $x = A \cos(\omega t)$

بسامد زاویه‌ای:  $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \left(\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right)$

معادله حرکت هماهنگ ساده را می‌توان به صورت سینوسی یا کسینوسی نوشت اگر در لحظه  $t = 0$  نوسانگر در مکان  $x = +A$  باشد، معادله حرکت آن به صورت مقابل است:

حرکت هماهنگ ساده

سامانه جرم - فنر - بسامد زاویه‌ای:  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

انرژی مکانیکی سامانه جرم - فنر:  $E = \frac{1}{2} k A^2$

انرژی مکانیکی نوسانگر هماهنگ ساده:  $E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \xrightarrow{\omega=2\pi f} E = \frac{1}{2} m A^2 f^2$

انرژی در حرکت هماهنگ ساده

دوره تناوب:  $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

بسامد زاویه‌ای:  $\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$

آونگ ساده

نوسان

**بسامد طبیعی:** اگر جسمی را که می‌تواند نوسان کند از نقطه تعادل خارج و رها سازیم، این جسم شروع به نوسان در دو طرف نقطه تعادل می‌کند. بسامد نوسان جسم در این حالت را بسامد طبیعی می‌نامیم.

**نوسان میرا:** می‌دانیم که در دنیای واقعی نیروهای تلف‌کننده مثل اصطکاک و مقاومت هوا وجود دارند و به همین دلیل وقتی یک سامانه را برای نوسان آزاد می‌گذاریم، به دلیل نیروهای تلفاتی، انرژی مکانیکی پایسته نبوده و کاهش می‌یابد و دامنه نوسان رفته‌رفته کاهش می‌یابد و سرانجام نوسانگر می‌ایستد و می‌گوییم نوسان میرا می‌شود.

تشدید

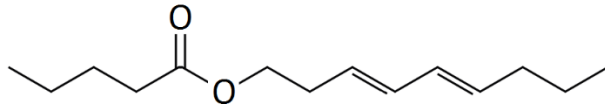
**نوسان واداشته:** حالا که نیروهای اتلافی دامنه نوسان را کاهش می‌دهند پس ما هم سامانه را برای نوسان آزاد نگذاریم و به آن یک نیروی دوره‌ای وارد کنیم. در این حال، نوسانگر با بسامدی غیر از بسامد طبیعی‌اش وادار به نوسان می‌شود. نوسان را در این حالت، نوسان واداشته می‌نامیم.

**تشدید رزونانس:** اگر بسامد ناشی از نیروی دوره‌ای با بسامد طبیعی نوسانگر برابر باشد، انرژی‌ای که توسط آن نیرو به نوسانگر داده می‌شود سبب جبران اتلاف انرژی ناشی از اصطکاک می‌شود.



۷۶- مقدار ۱۶۶/۸ گرم از یک صابون جامد سیر شده که تعداد اتم‌های کربن در آن برابر با تعداد اتم‌های هیدروژن در الکل حاصل از آبکافت استر زیر است را در محلول حاوی ۹/۱۲ گرم مخلوط یون‌های  $Ca^{2+}$  و  $Mg^{2+}$  حل می‌کنیم. اگر تمام صابون در واکنش با کل یون‌های  $Ca^{2+}$  و  $Mg^{2+}$  مصرف شود، غلظت اولیه یون  $Ca^{2+}$  در محلول چند  $mol.L^{-1}$  بوده و درصد جرمی یون منیزیم در مخلوط دو یون تقریباً چقدر است؟ (حجم محلول برابر ۳ لیتر است.)

( $Ca = 40$  و  $Mg = 24$  و  $O = 16$  و  $C = 12$  و  $H = 1 : g.mol^{-1}$ )



۴۷/۴ - ۰/۰۴ (۱)

۳۱/۶ - ۰/۰۶ (۲)

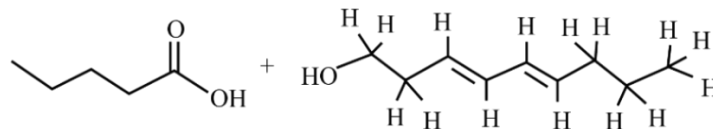
۵۲/۷ - ۰/۰۴ (۳)

۷۸/۹ - ۰/۰۶ (۴)

پاسخ: گزینه ۱ (سخت - مساله - ۱۳۰۱)

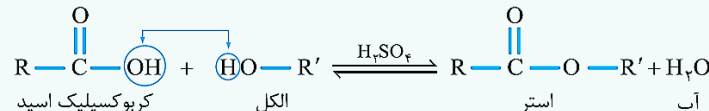
پاسخ تشریحی:

استرها در شرایط مناسب با آب واکنش داده و با شرکت در فرایند آبکافت، به اسید و الکل سازنده خود تجزیه می‌شوند. بر اثر آبکافت استر داده شده در شرایط مناسب، اسید و الکل زیر تولید می‌شوند:

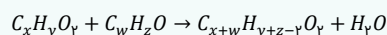


استری شدن:

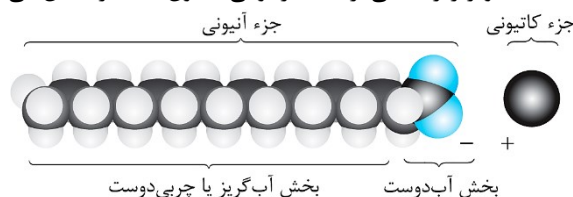
استرها را می‌توان از واکنش میان الکل‌ها ( $R' - OH$ ) و کربوکسیلیک اسیدها ( $R - COOH$ ) بدست آورد. فرایند انجام شده به صورت زیر است:



این واکنش، اصطلاحاً استری شدن نام دارد. با توجه به معادله نشان داده شده، کاتالیزگر واکنش مورد نظر سولفوریک اسید ( $H_2SO_4$ ) است. استرها طی یک واکنش برگشت‌پذیر تولید شده و در شرایط مناسب می‌توانند به اسید و الکل سازنده خود تجزیه شوند. به واکنش استرها با مولکول‌های آب که منجر به تجزیه این مواد به الکل و اسید سازنده آن‌ها می‌شود، اصطلاحاً واکنش آبکافت گفته می‌شود. معادله کلی تولید یک ترکیب استری از یک اسید با فرمول شیمیایی  $C_xH_yO_2$  و یک الکل با فرمول شیمیایی  $C_wH_zO$  به صورت زیر است:



با توجه به فرایند انجام شده، در ساختار ترکیب الکلی حاصل از این فرایند ۱۶ اتم هیدروژن وجود دارد. صابون جامد، نمک سدیم اسیدهای چرب و صابون مایع، نمک پتاسیم یا آمونیوم اسیدهای چرب است. تصویر زیر، نمایی از ساختار نوعی صابون جامد را نشان می‌دهد:



بر این اساس، داریم:

صابون مدنظر:  $C_{16}H_{31}O_2Na \rightarrow$  جرم مولی =  $278 g.mol^{-1}$

در قدم بعد، شمار مول‌های صابون در نمونه داده شده را محاسبه می‌کنیم. توجه داریم که هر مول از کاتیون‌های منیزیم و کلسیم، با ۲ مول صابون واکنش می‌دهند. بر این اساس، داریم:

$$\text{جرم صابون} = \frac{166/8}{278} = 0/6 \text{ mol} \rightarrow \text{مجموع مول کاتیون‌ها در محلول} = \frac{0/6}{2} = 0/3 \text{ mol}$$

آب سخت:

به آب‌هایی مانند آب دریا که حاوی مقادیر زیادی از یون‌های کلسیم و منیزیم هستند، آب سخت گفته می‌شود. صابون‌های جامد و مایع هر دو با این یون‌ها تشکیل رسوب می‌دهند که به صورت لکه‌های سفید پس از شستن لباس با صابون روی آن‌ها باقی می‌ماند. توجه داریم که آب دریا، برخلاف یک نمونه از آب چشمه، نوعی آب سخت به شمار می‌رود، اما همانطور که می‌دانیم، قدرت پاک‌کنندگی پاک‌کننده غیرصابونی در آب‌های مختلف یکسان است؛ زیرا این پاک‌کننده‌ها با یون‌های  $Ca^{2+}$  و  $Mg^{2+}$  موجود در آب تشکیل رسوب نمی‌دهد.

با توجه به اطلاعات بدست آمده و اطلاعات داده شده در صورت سوال، داریم:

$$\left. \begin{array}{l} n_{Mg} + n_{Ca} = 0.3 \text{ mol} \\ 24n_{Mg} + 40n_{Ca} = 9.12 \text{ g} \end{array} \right\} \rightarrow \begin{array}{l} n_{Mg} = 0.18 \text{ mol} \\ n_{Ca} = 0.12 \text{ mol} \end{array}$$

بر این اساس، داریم:

$$[Ca^{2+}] = \frac{\text{مول یون کلسیم}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{0.12}{3} = 0.04 \text{ mol.L}^{-1}$$

در قدم آخر، درصد جرمی منیزیم بین یون‌های موجود در محلول را محاسبه می‌کنیم: از من وی ای پی

$$\text{درصد جرمی منیزیم} = \frac{0.18 \times 24}{9.12} \times 100 \approx 47.4\%$$

با توجه به محاسبات بالا، درصد جرمی یون منیزیم در محلول مورد نظر برابر با ۴۷/۴ درصد است.

### گروه آموزشی ماز

۷۷- جرم‌های برابری از استیک اسید و اوره در اختیار داریم. شمار اتم‌های هیدروژن موجود در نمونه استیک اسید، چند برابر شمار اتم‌های این عنصر در

نمونه اوره است؟ ( $O = 16$  و  $N = 14$  و  $C = 12$  و  $H = 1$  :  $g.mol^{-1}$ )

۰/۵ (۴)

۱ (۳)

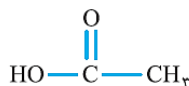
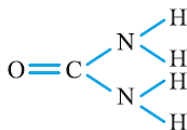
۲ (۲)

۲/۵ (۱)

پاسخ: گزینه ۳ (آسان - مساله - ۱۲۰۱)



اوره یک ترکیب آمیدی و استیک اسید، یک نوع کربوکسیلیک اسید است. چون جرم مولی اوره ( $(NH_2)_2CO$ ) و استیک اسید ( $CH_3COOH$ ) برابر و معادل با ۶۰ گرم بر مول است، پس می‌توان گفت شمار مول‌های این دو ماده در نمونه‌هایی به جرم مساوی از آن‌ها نیز برابر می‌شود. از طرفی، در هر مولکول اوره چهار اتم هیدروژن و در هر مولکول استیک اسید نیز چهار اتم هیدروژن وجود دارد؛ پس شمار اتم‌های هیدروژن موجود در نمونه استیک اسید، برابر با شمار اتم‌های این عنصر در نمونه اوره می‌شود. ساختار مولکولی اوره و استیک اسید به صورت زیر است:

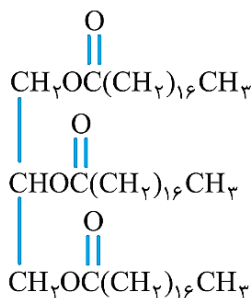


### دو اسید آلی مهم:

فورمیک اسید، یک اسید ضعیف آلی با فرمول مولکولی  $HCOOH$  است. اسیدهای ضعیف به طور جزئی در حضور آب یونش یافته و در محلول آن‌ها مقدار زیادی مولکول اسید یونیده نشده وجود دارد. محلول این مواد خاصیت اسیدی داشته و غلظت یون هیدروکسید نیز در آن بسیار کم است. با توجه به توضیحات داده شده، در محلول فورمیک اسید، مقایسه غلظت گونه‌ها به صورت  $[HCOOH] < [HCOO^-] = [H^+] < [OH^-]$  است. توجه داریم که استیک اسید، ترکیب اسیدی دیگری با فرمول مولکولی  $CH_3COOH$  است که در ساختار خود ۲ اتم کربن دارد. در محلول استیک اسید، مقایسه غلظت گونه‌ها به صورت  $[CH_3COOH] < [CH_3COO^-] = [H^+] < [OH^-]$  است.

### گروه آموزشی ماز

۷۸- چند مورد از مطالب زیر، درباره ترکیبی که ساختار آن نشان داده شده، درست است؟



( $O = 16$  و  $C = 12$  و  $H = 1$  :  $g.mol^{-1}$ )

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۱)



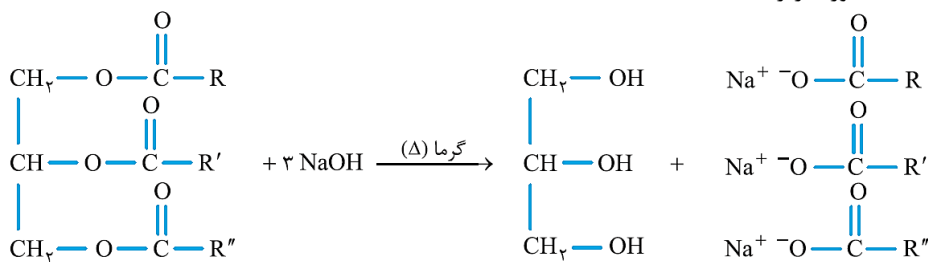
عبارت‌های (آ)، (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

**آ:** چربی‌ها، مخلوطی از اسیدهای چرب (کربوکسیلیک اسیدهایی با زنجیر بلند کربنی و جرم مولی زیاد) و استرهای بلند زنجیر (استرهایی با جرم مولی زیاد) هستند. تصویر نشان داده شده، نوعی استر بلند زنجیر را نشان می‌دهد. این ترکیب ناقطبی است و نیروی بین مولکولی غالب در آن از نوع وان دروالسی است. توجه داریم که در این ترکیب، اتم هیدروژن متصل به اتم‌های  $O$ ،  $F$  و  $N$  وجود ندارد و در نتیجه پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های آن برقرار نمی‌شود.

**ب:** چربی‌ها را می‌توان مخلوطی از اسیدهای چرب و استرهای بلند زنجیر (با جرم مولی زیاد) دانست. ترکیب داده شده یک استر سه عاملی است که به علت بلند بودن زنجیرهای هیدروکربنی، ناقطبی است و در هگزان که یک حلال غیرقطبی است حل می‌شود. در واقع از آن‌جا که بخش اعظم این مولکول‌ها ناقطبی است، پس بخش ناقطبی مولکول به راحتی بر بخش قطبی آن غلبه کرده و در نتیجه مولکول‌های چربی در مجموع، ناقطبی به حساب می‌آیند و در حلال‌های قطبی مانند آب حل نمی‌شوند. توجه داریم که به خاطر نامحلول بودن چربی‌ها در حلال‌های قطبی، آب به تنهایی نمی‌تواند چربی‌های موجود بر روی پوست و لباس‌ها را پاک کند و به همین دلیل، برای پاک کردن چربی‌ها باید از سایر پاک‌کننده‌ها کمک بگیریم.

**پ:** معادله واکنش انجام شده به صورت زیر است:



بر اثر واکنش این استر سه عاملی با مقدار کافی سود، الکل مقابل تشکیل می‌شود:  
در رابطه با این ماده، داریم:

$$C_7H_{16}O_3 \rightarrow \text{درصد جرمی اکسیژن در الکل} = \frac{(3 \times 16)}{(3 \times 16) + (3 \times 12) + 8} \times 100 \approx 52\%$$

**ت:** پاک‌کننده‌های صابونی، از جمله موادی هستند که از آن‌ها برای پاک کردن لکه‌ها و قطره‌های چربی استفاده می‌شود. به نمک سدیم اسیدهای چرب دراز زنجیر، صابون گفته می‌شود. با ورود ترکیب مورد نظر به مخلوطی از آب و صابون، یک نوع کلئید تشکیل خواهد شد. می‌دانیم که در حالت عادی، آب و روغن با هم مخلوط نمی‌شوند و به صورت دو لایه مجزا در ظرف باقی می‌مانند. حتی اگر این مخلوط را به هم بزنیم، پس از توقف هم‌زدن، آب و روغن مجدداً از هم جدا شده و دو لایه مجزا تشکیل می‌دهند. در این شرایط، اگر مقداری صابون را به این مخلوط اضافه کنیم و پس از آن محتویات ظرف را به هم بزنیم، یک مخلوط پایدار ایجاد می‌شود که به ظاهر همگن است و پس از توقف هم‌زدن نیز اجزای آن از هم جدا نمی‌شوند. در این شرایط، مولکول‌های صابون همانند پلی در میان مولکول‌های آب و روغن قرار گرفته و سبب پخش شدن ذرات روغن در آب می‌شوند.

گروه آموزشی ماز

**۷۹-** مخلوطی از یک پاک‌کننده صابونی جامد و یک پاک‌کننده غیرصابونی به جرم ۴۰۰ گرم را در ۱۴۰ لیتر آب حاوی یون کلسیم حل می‌کنیم. اگر جرم رسوب تشکیل شده برابر ۳۳۰ گرم باشد، درصد جرمی پاک‌کننده غیرصابونی در مخلوط اولیه و غلظت مولی تقریبی یون سدیم در محلول نهایی کدام است؟ (تعداد اتم کربن در ساختار پاک‌کننده صابونی و غیرصابونی به ترتیب برابر ۱۶ و ۱۸ بوده و زنجیر کربنی هر دو پاک‌کننده، سیر شده است).

$$(C = 12 \text{ و } H = 1 : g.mol^{-1} \text{ و } O = 16 \text{ و } Ca = 40)$$

$$0.05 - 21/4 \quad (4)$$

$$0.01 - 21/4 \quad (3)$$

$$0.05 - 16/6 \quad (2)$$

$$0.01 - 16/6 \quad (1)$$

پاسخ: گزینه ۱ (سخت - مساله ۱۲۰۱)

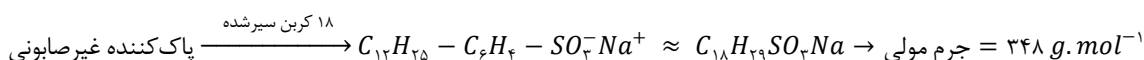
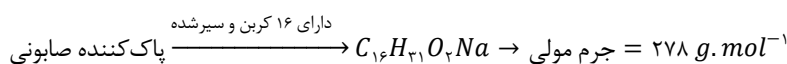
پاسخ تشریحی:

در رابطه با پاک‌کننده‌های موجود در مخلوط اولیه، داریم:

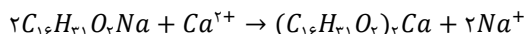
تشکیل رسوب  $\rightarrow$  کاتیون‌های کلسیم و منیزیم + پاک‌کننده صابونی

عدم تشکیل رسوب  $\rightarrow$  کاتیون‌های کلسیم و منیزیم + پاک‌کننده غیرصابونی

فرمول شیمیایی هر کدام از پاک‌کننده‌های موجود در مخلوط اولیه را بدست می‌آوریم:



معادله واکنش پاک کننده صابونی با یون های کلسیم موجود در محلول به صورت زیر است:



در این رابطه، داریم:

$$(C_{16}H_{31}O_2)_2Ca \rightarrow \text{جرم مولی} = 550 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

با توجه به معادله واکنش انجام شده، جرم صابون مصرف شده به منظور تولید ۳۳۰ گرم رسوب را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ g } C_{16}H_{31}O_2Na = 330 \text{ g } (C_{16}H_{31}O_2)_2Ca \times \frac{1 \text{ mol } (C_{16}H_{31}O_2)_2Ca}{550 \text{ g } (C_{16}H_{31}O_2)_2Ca} \times \frac{2 \text{ mol } C_{16}H_{31}O_2Na}{1 \text{ mol } (C_{16}H_{31}O_2)_2Ca} \times \frac{278 \text{ g } C_{16}H_{31}O_2Na}{1 \text{ mol } C_{16}H_{31}O_2Na}$$

$$= 333/6 \text{ g}$$

برای محاسبه جرم صابون مصرف شده با استفاده از روش تناسب، داریم:

$$\frac{\text{جرم رسوب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم صابون}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \rightarrow \frac{330 \text{ g } (C_{16}H_{31}O_2)_2Ca}{1 \times 550} = \frac{x \text{ g } C_{16}H_{31}O_2Na}{2 \times 278} \rightarrow x = 333/6 \text{ g}$$

در قدم بعد، جرم پاک کننده غیرصابونی موجود در مخلوط و درصد جرمی این ماده را محاسبه می کنیم:

$$\text{جرم پاک کننده غیرصابونی} = 400 - 333/6 = 66/4 \text{ g}$$

$$\text{درصد جرمی پاک کننده غیرصابونی} = \frac{\text{جرم پاک کننده غیرصابونی}}{\text{جرم مخلوط}} \times 100 = \frac{66/4}{400} \times 100 = 16/6 \text{ درصد}$$

با ورود پاک کننده های صابونی و غیرصابونی به محلول، یون سدیم وارد محلول می شود. هر مول از این پاک کننده ها، یک مول کاتیون سدیم به همراه خود دارد. بر این اساس، داریم:

$$? \text{ mol } C_{16}H_{31}O_2Na = 333/6 \text{ g } C_{16}H_{31}O_2Na \times \frac{1 \text{ mol } C_{16}H_{31}O_2Na}{278 \text{ g } C_{16}H_{31}O_2Na} = 1/2 \text{ mol}$$

$$? \text{ mol } C_{18}H_{39}SO_2Na = 66/4 \text{ g } C_{18}H_{39}SO_2Na \times \frac{1 \text{ mol } C_{18}H_{39}SO_2Na}{348 \text{ g } C_{18}H_{39}SO_2Na} \approx 0/2 \text{ mol}$$

تقریباً ۱/۴ مول از این دو پاک کننده وارد محلول آبی شده است، پس می توان گفت در نهایت، ۱/۴ مول کاتیون سدیم نیز وارد این محلول شده است. بر این اساس، داریم:

$$[Na^+] = \frac{\text{مول یون سدیم}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{1/4 \text{ mol } Na^+}{140 \text{ L}} = 0/01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

### پاک کننده های غیرصابونی:

پس از گسترش استفاده از صابون، شیمی دان ها به دنبال موادی بودند که علاوه بر قدرت پاک کنندگی بالا، بتوان آن ها را به میزان انبوه و با قیمت مناسب تولید کرد. با توجه به رابطه میان ساختار و رفتار یک ماده، شیمی دان ها به دنبال موادی بودند که همانند صابون ها، ساختاری دوگانه دوست (هم چربی دوست و هم آب دوست) داشته باشد. سرانجام آن ها توانستند با استفاده از بنزن و دیگر مواد اولیه موجود در صنایع پتروشیمی، پاک کننده های جدیدی را تولید کنند. این مواد، به پاک کننده های غیرصابونی معروف بوده و فرمول همگانی آن ها به صورت  $RC_6H_5SO_3Na$  است. پاک کننده های غیرصابونی نیز همانند پاک کننده های صابونی از یک بخش آب دوست و یک بخش چربی دوست (حلقه بنزنی و زنجیر هیدروکربنی) تشکیل شده اند. در هنگام استفاده از این پاک کننده ها، مولکول های چربی به زنجیره هیدروکربنی پاک کننده می چسبند و بخش آب دوست مولکول های پاک کننده نیز باعث پخش شدن چربی ها در آب می شود. پاک کننده های غیرصابونی، برخلاف پاک کننده های صابونی، طی واکنش های پیچیده و از مواد پتروشیمیایی تولید می شوند. این پاک کننده ها، همانند بنزن، نفتالن، بنزوئیک اسید، بنزآلدهید و ... دارای یک حلقه کربنی آروماتیک (حلقه بنزنی) در ساختار خود هستند. توجه داریم که پاک کننده های غیرصابونی، قدرت پاک کنندگی بیشتری نسبت به پاک کننده های صابونی دارند.

### گروه آموزشی ماز

۸۰- کدام یک از مطالب زیر نادرست است؟

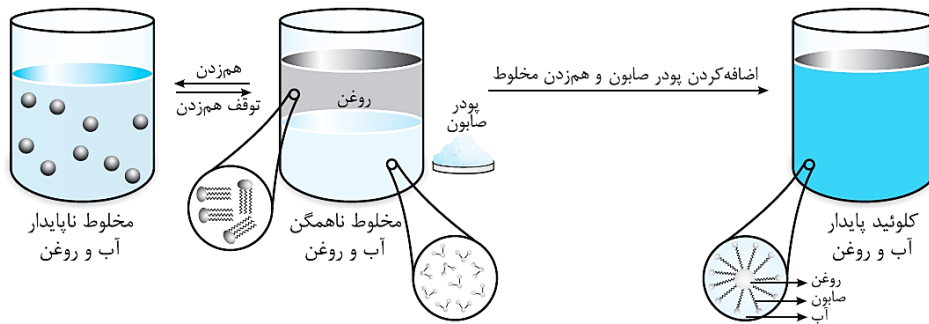
- ۱) مولکول عسل در ساختار خود تعدادی گروه هیدروکسیل داشته و توانایی برقراری پیوند هیدروژنی با مولکول های آب را دارد.
- ۲) در سال های اخیر، شاخص امید به زندگی در مناطق برخوردار جهان، کمتر از مناطق کم برخوردار افزایش پیدا کرده است.
- ۳) شمار اتم های اکسیژن موجود در مولکول روغن زیتون، ۳ برابر شمار اتم های اکسیژن در هر مولکول اتیلن گلیکول است.
- ۴) مخلوطی از آب و روغن، ناپایدار بوده و با قرار دادن آن در یک محیط ثابت، نمونه آب روی سطح روغن قرار می گیرد.

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط - مساله ۱۲۰۱)

پاسخ تشریحی

مخلوط آب و روغن، در نبود صابون ناپایدار بوده و اگر این مخلوط را برای مدتی در یک مکان ثابت قرار بدهیم، آب و روغن موجود در آن از یکدیگر جدا شده و دو لایه ی مجزا تشکیل می شود. در چنین شرایطی، چون آب چگالی بیشتری دارد، در ته ظرف قرار گرفته و روغن روی سطح آن را می پوشاند.

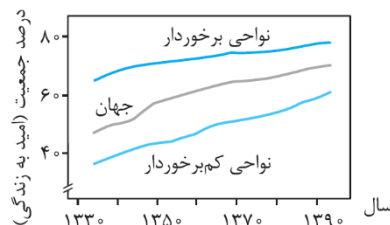
تصویر زیر، مخلوطی از آب و روغن را نشان می‌دهد:



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ مولکول‌های عسل در ساختار خود شمار زیادی گروه هیدروکسیل (الکلی) داشته و توانایی برقرای پیوند هیدروژنی با مولکول‌های آب را دارند و به همین خاطر، عسل در آب حل می‌شود.

۲ در سال‌های اخیر، شاخص امید به زندگی در مناطق برخوردار به مقدار کمتری نسبت به مناطق کم‌برخوردار افزایش پیدا کرده است. نمودار زیر، روند تغییرات شاخص امید به زندگی در مناطق مختلف را نشان می‌دهد:

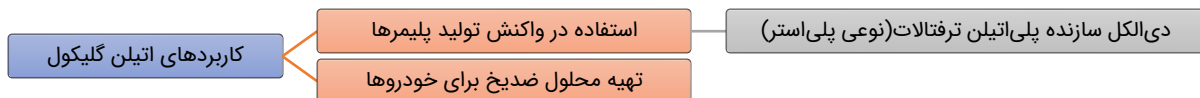


با توجه به نمودار بالا، در طول ۶۰ سال اخیر، میزان امید به زندگی هم برای مناطق برخوردار جهان و هم برای مناطق کم‌برخوردار جهان افزایش پیدا کرده است. هر چند که میزان این افزایش برای مناطق کم‌برخوردار، بیشتر از مناطق برخوردار بوده است، اما هنوز هم میزان امید به زندگی در نواحی برخوردار جهان در حدود ۲۰ سال بیشتر از مناطق کم‌برخوردار است.

۳ جدول زیر، اطلاعات مربوط به روغن زیتون و اتیلن گلیکول را نشان می‌دهد:

نام ماده	فرمول شیمیایی	ساختار	نوع ماده	حلال مناسب
اتیلن گلیکول	$\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OH}$	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$	مولکول قطبی	حلال قطبی (آب)
روغن زیتون	$\text{C}_{57}\text{H}_{114}\text{O}_6$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_2-\text{O}-\text{C}-\text{R} \\   \\ \text{CH}-\text{O}-\text{C}-\text{R}' \\   \\ \text{CH}_2-\text{O}-\text{C}-\text{R}'' \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$	مولکول ناقطبی	حلال ناقطبی (هگزان)

با توجه به جدول نشان داده شده، در هر مولکول روغن زیتون، ۶ اتم اکسیژن و در هر مولکول اتیلن گلیکول نیز ۲ اتم اکسیژن وجود دارد. توجه داریم که مولکول‌های روغن زیتون از دو بخش قطبی و ناقطبی تشکیل شده‌اند؛ اما چون بخش ناقطبی این مولکول‌ها بر بخش قطبی آن‌ها غلبه می‌کند، روغن زیتون در مجموع یک ترکیب ناقطبی محسوب شده و در حلال‌های ناقطبی حل می‌شود. اتیلن گلیکول نیز یک الکل دواملی محلول در آب است که از آن در موارد زیر استفاده می‌شود:



توجه داریم که اتیلن گلیکول به هر نسبتی در آب حل شده و تهیه محلول سیرشده از آن غیرممکن است.



۸۱- چه تعداد از عبارتهای داده شده درست است؟

- آ: چربیها مخلوطی از اسیدهای چرب و استرهای بلند زنجیر بوده و نیروی بین مولکولی غالب در آنها، واندروالسی است.  
 ب: در یک پاک کننده غیرصابونی، برخلاف مولکول  $SO_2$ ، جفت الکترونهای ناپیوندی فقط روی اتمهای O قرار گرفته اند.  
 پ: در واکنش مخلوط جامدی از پودر آلومینیم و سدیم هیدروکسید با آب، نوعی فراورده گازی ناقطبی تولید می شود.  
 ت: به منظور جلوگیری از تشکیل رسوب در هنگام استفاده از آب سخت، به صابون نمکهای فسفات اضافه می کنند.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

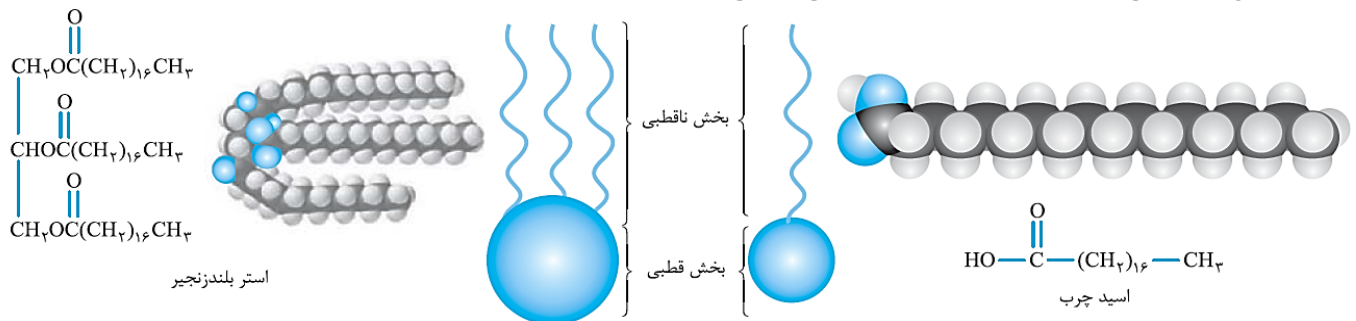
پاسخ: گزینه ۴ (متوسط - مفهومی و حفظی - ۱۲۰۱)

پاسخ تشریحی

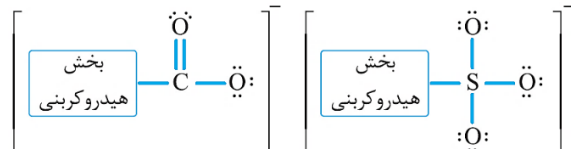
همه عبارتهای داده شده درست هستند.

بررسی موارد

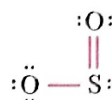
آ: چربیها مخلوطی از اسیدهای چرب و استرهای بلند زنجیر هستند که بخش ناقطبی آنها بر بخش قطبی غلبه دارد و در نتیجه نیروی بین مولکولی غالب در آنها از نوع واندروالسی است. ساختار ذرات موجود در چربیها را می توان به صورت زیر نشان داد:



ب: تصویر زیر، ساختار بخش باردار از قسمت آنیونی پاک کننده های صابونی و غیرصابونی را نشان می دهد:



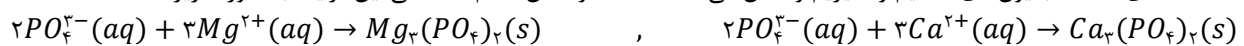
همانطور که مشخص است، اتمهای اکسیژن موجود در این پاک کننده ها، تنها اتمهایی از آنها هستند که جفت الکترون ناپیوندی دارند. ساختار مولکولی گوگرد دی اکسید نیز به صورت زیر است:



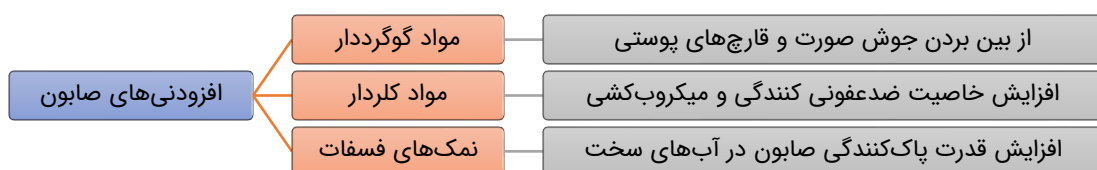
در مولکول گوگرد دی اکسید، اتم گوگرد دارای ۱ جفت الکترون ناپیوندی در لایه ظرفیت خود است.

پ: مخلوط جامدی از پودر آلومینیم و سدیم هیدروکسید، یک پاک کننده خورنده به شمار می رود که از آن برای باز کردن راه لوله های مسدود شده توسط چربیها استفاده می شود. این نوع پاک کننده در واکنش با آب، گاز هیدروژن آزاد می کند. همانطور که می دانیم، گاز هیدروژن از مولکولهای ناقطبی ساخته شده و در میدان الکتریکی جهت گیری پیدا نمی کند.

ت: نمکهای فسفات، برای جلوگیری از تشکیل رسوب صابون با یونهای کلسیم و منیزیم موجود در آب سخت، به صابون اضافه می شوند. توجه داریم که در آب سخت، نمکهای فسفات با یونهای کلسیم و منیزیم واکنش می دهند. معادله واکنش انجام شده طی این فرایند به صورت زیر است:



تاثیر افزودنی های مختلف صابون ها به شرح زیر است:



۸۲- اگر از انحلال ۰/۵۵۲ گرم باز  $BOH$  با  $K_b = 4 \times 10^{-2}$  در ۲۰۰ میلی لیتر آب، محلولی با  $pH = 12/3$  به دست آید، جرم مولی این باز برابر با چند گرم است؟ (از تغییر حجم محلول طی انحلال باز چشم پوشی شود.)

۱۷۲ (۴)

۶۹ (۳)

۹۲ (۲)

۱۳۸ (۱)

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط - مساله - ۱۲۰۱)



با توجه به اطلاعات داده شده، ابتدا غلظت مولی یون هیدروکسید را حساب می‌کنیم:

$$pH = -\log[H^+] \rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-12/3}$$

$$[H^+] \times [OH^-] = 10^{-14} \rightarrow 10^{-12/3} \times [OH^-] = 10^{-14} \rightarrow [OH^-] = 10^{-14/3} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

سپس با استفاده از  $K_b$ ، غلظت مولی اولیه باز حل شده در محلول مورد نظر را حساب می‌کنیم:

به دلیل اینکه مقدار  $K_b$  باز مورد نظر نسبتاً بزرگ است، از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

$$K_b = \frac{[OH^-] \times [B^+]}{[BOH]_{\text{تصادلی}}} = \frac{[OH^-] \times [B^+]}{([BOH]_{\text{اولیه}} - [OH^-])} \rightarrow 4 \times 10^{-2} = \frac{2 \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-2}}{[BOH]_{\text{اولیه}} - 2 \times 10^{-2}} \rightarrow [BOH]_{\text{اولیه}} = 3 \times 10^{-2}$$

بنابراین غلظت باز مورد نظر برابر با ۰/۰۳ مول بر لیتر بوده است و در ۲۰۰ میلی لیتر از محلول آن، مقدار ۰/۰۰۶ مول باز وجود دارد. توجه داریم که جرم این مقدار باز، برابر با ۰/۵۵۲ گرم شده است. بر این اساس، جرم مولی باز ( $M$ ) را محاسبه می‌کنیم:

$$n(\text{شمار مول باز}) = \frac{m(\text{جرم باز})}{M(\text{جرم مولی باز})} \rightarrow 0.006 = \frac{0.552}{M} \rightarrow M = 92 \text{ g.mol}^{-1}$$

### گروه آموزشی ماز

۸۳- در محلولی از هیدروکلریک اسید با چگالی  $1/25 \text{ g.mL}^{-1}$ ، غلظت یون کلرید برابر  $568 \text{ ppm}$  است. برای بدست آوردن ۴۰ لیتر محلول اسیدی با  $pH = 3$  به چند لیتر از محلول مورد نظر نیاز داشته و هر لیتر از محلول نهایی، با چند میلی لیتر محلول سود با غلظت ۰/۲ مولار به طور کامل واکنش می‌دهد؟ ( $Cl = 35/5 \text{ g.mol}^{-1}$ )

۵۰ - ۲ (۴)

۵۰ - ۴ (۳)

۵۰ - ۲ (۲)

۵۰ - ۴ (۱)

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط - مساله - ۱۲۰۱)



ابتدا غلظت  $ppm$  یون کلرید را به درصد جرمی تبدیل کرده و در مرحله بعد، غلظت مولی این یون را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{غلظت } ppm \Rightarrow \text{درصد جرمی یون کلرید} = \frac{568}{10000} = 5/68 \times 10^{-2}$$

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{چگالی} \times \text{درصد جرمی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{10 \times (5/68 \times 10^{-2}) \times 1/25}{35/5} = 0.02 \text{ mol.L}^{-1}$$

البته، می‌توانستیم محاسبات بالا را به صورت یکپارچه و به شکل زیر نیز انجام بدهیم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{چگالی} \times \text{غلظت } ppm}{1000 \times \text{جرم مولی}} = \frac{568 \times 1/25}{1000 \times 35/5} = 0.02 \text{ mol.L}^{-1}$$

در محلول هیدروکلریک اسید، غلظت مولی یون کلرید با غلظت مولی یون هیدروژن برابر است، پس می‌توان گفت غلظت اسید موجود در محلول اولیه برابر با ۰/۰۲ مول بر لیتر است. در قدم بعد، غلظت هیدروکلریک اسید را در محلولی از این ماده با  $pH = 3$  محاسبه می‌کنیم:

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-3} = 0.001 \text{ mol.L}^{-1} \xrightarrow{\alpha=1} [HCl] = 0.001 \text{ mol.L}^{-1}$$

حالا که غلظت هیدروکلریک اسید را در محلول نهایی (محلولی با  $pH = 3$ ) داریم، حجمی از محلول اولیه (محلول ۰/۰۲ مولار هیدروکلریک اسید) که برای تولید محلول نهایی لازم است را محاسبه می‌کنیم:

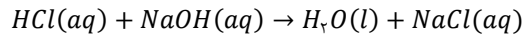
$$? L \text{ محلول اولیه} = 40 L \text{ محلول نهایی} \times \frac{0.001 \text{ mol HCl}}{1 L \text{ محلول نهایی}} \times \frac{1 L \text{ محلول اولیه}}{0.02 \text{ mol HCl}} = 2 L$$

هرگاه حجم  $V_a$  از محلول اسیدی با غلظت مولی  $M_a$  و ظرفیت  $n_a$  با حجم  $V_b$  از محلول بازی با غلظت مولی  $M_b$  و ظرفیت  $n_b$  به طور کامل واکنش بدهد، به طوری که هر دو محلول کاملاً مصرف شوند، رابطه زیر میان این دو محلول برقرار می‌شود:

$$M_a \times V_a \times n_a = M_b \times V_b \times n_b$$

به کمک این تساوی، می‌توانیم بدون استفاده از روابط استوکیومتری، مقدار اسید یا باز مورد نیاز برای خنثی کردن یک محلول را محاسبه کنیم.

در محلول نهایی، غلظت هیدروکلریک اسید برابر با ۰/۰۰۱ مول بر لیتر است. این محلول بر اساس معادله زیر با سود واکنش می دهد:



با توجه به معادله این واکنش، داریم:

$$M_a \times V_a \times n_a = M_b \times V_b \times n_b \Rightarrow 0.001 \times 1 \times 1 = 0.002 \times V_b \times 1 \Rightarrow V_b = 0.005 L = 5 mL$$

گروه آموزشی ماز

۸۴- محلول هایی از فورمیک اسید (محلول A) و نیترو اسید (محلول B) با  $pH$  برابر در اختیار داریم. غلظت مولی ذرات اسید یونیده نشده در محلول ..... کمتر بوده و در دمای ثابت، در صورت حل کردن مقدار اندکی گاز هیدروژن کلرید در هر یک از این محلول ها، ثابت یونش اسید موجود در آن ها .....  
 (۱) A - افزایش پیدا می کند  
 (۲) A - ثابت باقی می ماند  
 (۳) B - افزایش پیدا می کند  
 (۴) B - ثابت باقی می ماند

پاسخ: گزینه ۴ (آسان - مفهومی و حفظی - ۱۲۰۱)



جدول زیر، قدرت اسیدی ترکیب های مختلف را نشان می دهد:

اسید	ثابت یونش	فراورده های حاصل از یونش	اسید	ثابت یونش	فراورده های حاصل از یونش
هیدرویدیک اسید (HI)	بسیار بزرگ	$H^+(aq) + I^-(aq)$	هیدروفلوئوریک اسید (HF)	$6 \times 10^{-4}$	$H^+(aq) + F^-(aq)$
هیدروبرمیک اسید (HBr)	بسیار بزرگ	$H^+(aq) + Br^-(aq)$	نیترو اسید ( $HNO_3$ )	$4 \times 10^{-4}$	$H^+(aq) + NO_3^-(aq)$
هیدروکلریک اسید (HCl)	بسیار بزرگ	$H^+(aq) + Cl^-(aq)$	فورمیک اسید (HCOOH)	$1.8 \times 10^{-4}$	$H^+(aq) + HCOO^-(aq)$
سولفوریک اسید ( $H_2SO_4$ )	بسیار بزرگ	$H^+(aq) + HSO_4^-(aq)$	استیک اسید ( $CH_3COOH$ )	$1.8 \times 10^{-5}$	$H^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$
نیتریک اسید ( $HNO_3$ )	بزرگ	$H^+(aq) + NO_3^-(aq)$	هیدروسیانیک اسید (HCN)	$4.9 \times 10^{-10}$	$H^+(aq) + CN^-(aq)$

↑ قدرت اسیدی

با توجه به داده های موجود در جدول بالا، نیترواسید در مقایسه با فورمیک اسید قدرت اسیدی بالاتری دارد. مقدار  $pH$  این دو محلول با هم برابر است، پس می توان گفت اسیدی که قدرت اسیدی بالاتری دارد، غلظت کمتری خواهد داشت. در چنین شرایطی، غلظت نیترواسید کمتر از غلظت فورمیک اسید بوده و به همین خاطر، می توان گفت غلظت مولی ذرات اسید یونیده نشده در محلول نیترواسید کمتر از محلول فورمیک اسید است. از طرفی، می دانیم که انحلال گاز هیدروژن کلرید در محلول های اسیدی، باعث افزایش غلظت یون هیدروژن در محلول شده و با جابه جایی تعادل به سمت برگشت، مقدار  $\alpha$  اسید را کاهش می دهد، اما تاثیری بر ثابت یونش اسیدی نداشته و مقدار آن را تغییر نمی دهد. در واقع ثابت یونش اسیدی فقط و فقط تابع تغییر دمای محلول بوده و با تغییر هیچ عامل دیگری تغییر نمی کند.

گروه آموزشی ماز

۸۵- کدام یک از مطالب زیر نادرست است؟

- (۱) در ساختار ذره ای پاک کننده های غیرصابونی، حداقل دو اتم کربن وجود دارد که به هیچ اتم هیدروژنی متصل نیستند.
- (۲) برای تهیه صابون مراغه، روغن های گیاهی مثل روغن زیتون را به همراه  $NaOH$  و آب، در دیگ هایی می جوشانند.
- (۳) صابون ها خاصیت بازی داشته و در برخورد با یک قطعه کاغذ  $pH$ ، رنگ این کاغذ را از زرد به آبی تغییر می دهند.
- (۴) شیر منیزی، نوعی دارو است که به شکل یک سوسپانسیون عرضه شده و قبل از مصرف باید تکان داده شود.

پاسخ: گزینه ۲ (آسان - حفظی و مفهومی - ۱۲۰۱)



صابون طبیعی، معروف به صابون مراغه، با بیش از ۱۵۰ سال قدمت، معروف ترین صابون سنتی ایران است. برای تهیه این صابون، پیه گوسفند و سود سوزآور را در دیگ های بزرگ با آب برای چندین ساعت می جوشانند و پس از قالب گیری، آن ها را در آفتاب خشک می کنند. این صابون افزودنی شیمیایی نداشته و به دلیل خاصیت بازی مناسب، برای شستن موهای چرب مناسب است.

۱ در پاک کننده های غیرصابونی، دو اتم کربن حلقه بنزنی که به گروه آلکیل و گروه  $SO_3^-$  متصل شده اند؛ به هیچ اتم هیدروژنی متصل نیستند. توجه داریم که در گروه R نیز با توجه به سیر شده بودن و یا نبودن این قسمت، می تواند اتم کربنی وجود داشته باشد که به هیچ اتم هیدروژنی متصل نیست. ساختار کلی پاک کننده های غیرصابونی به صورت زیر است:



۳ پاک کننده های صابونی، نمک آمونیوم، پتاسیم و یا سدیم اسیدهای چرب هستند. این مواد خاصیت بازی ( $pH > 7$ ) داشته و در برخورد با کاغذ pH، رنگ این کاغذ را از زرد به آبی تغییر می دهند.

۴ برای مقابله با مقدار اضافی از اسید موجود در معده افرادی که به بیماری های معده ای دچار هستند، از داروهایی به نام ضداسید استفاده می کنند. این داروها خاصیت بازی داشته و با ورود به معده، سبب خنثی کردن اسید معده و افزایش pH محتویات معده می شوند. مواد مؤثر موجود در ضداسیدهای مختلف، شامل منیزیم هیدروکسید، آلومینیم هیدروکسید و سدیم هیدروژن کربنات (جوش شیرین) می شوند. برای مثال، شیر منیزی یکی از رایج ترین ضداسیدهای مورد استفاده به شمار می رود که ماده مؤثر موجود در آن، منیزیم هیدروکسید ( $Mg(OH)_2$ ) است. از آن جا که ماده موجود در این دارو انحلال پذیری بسیار کمی در آب دارد، شیر منیزی را می توان یک مخلوط ناهمگن و متعلق به دسته سوسپانسیون ها به حساب آورد. جدول زیر، ویژگی های سوسپانسیون ها، کلوئیدها و محلول های همگن را در مقایسه با یکدیگر نشان می دهد:

ویژگی	مخلوط ناهمگن (سوسپانسیون)	کلوئید	مخلوط همگن (محلول)
عبور نور	نور را پخش می کند.	نور را پخش می کند.	نور را عبور می دهد.
ظاهر	ناهمگن	همگن	همگن
همگن بودن	ناهمگن	ناهمگن	همگن
پایداری	ناپایدار است.	پایدار است.	پایدار است.
نوع ذره	ذرات ریز ماده و قطعات مجزا	مولکول های بزرگ یا توده های مولکولی	یون ها یا مولکول ها

### گروه آموزشی ماز

۸۶ - کدام موارد از عبارتهای داده شده درست است؟

آ: رسانایی محلول ۰/۵ مولار کربنیک اسید از رسانایی محلول ۰/۵ مولار سولفوریک اسید بیشتر است.

ب: در محلول یک اسید تک پروتون دار با  $K_a$  بسیار بزرگ، غلظت یون هیدرونیوم با غلظت اولیه اسید برابر است.

پ: پس از انحلال مقداری هیدروژن فلوئورید در آب، سرعت تولید یون فلوئورید در محلول به تدریج افزایش می یابد.

ت: نخستین کسی که اسیدها را بر یک مبنای علمی توصیف کرد، بر روی رسانایی الکتریکی محلول های آبی کار می کرد.

(۱) آ و پ (۲) آ و ت (۳) ب و پ (۴) ب و ت

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۱)

پاسخ تشریحی:

عبارتهای (ب) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: کربنیک اسید، طی واکنش گاز کربن دی اکسید با آب تولید می شود. کربنیک اسید ( $H_2CO_3$ )، برخلاف سولفوریک اسید یک اسید ضعیف به شمار می رود، بنابراین مقایسه رسانایی محلول ها با غلظت مولی برابر از این دو اسید به صورت زیر است:

کربنیک اسید > سولفوریک اسید : رسانایی

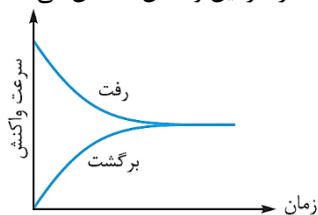
توجه داریم که هر دوی این اسیدها، دو ظرفیتی (دوپروتون دار) هستند.

### خاصیت اسیدی باران:

در مناطق صنعتی، مقداری از گازهای گوگرد تری اکسید و اکسیدهای نیتروژن در آب باران حل شده و سولفوریک اسید و نیتریک اسید در این آب ها تولید می شوند. به خاطر وجود این مواد، آب باران در مناطق صنعتی خاصیت اسیدی پیدا کرده و pH آن کمتر از ۷ است. در نقطه مقابل، در آب باران های معمولی نیز مقداری گاز کربن دی اکسید حل شده و کربنیک اسید را به وجود می آورد. به خاطر وجود این ماده، آب باران های معمولی نیز خاصیت اسیدی پیدا می کند اما میزان اسیدی بودن آن از میزان اسیدی بودن باران های اسیدی کمتر خواهد بود.

**ب:** اگر ثابت یونش یک اسید بسیار بزرگ باشد، این اسید در محلول آبی خود به طور کامل یونیده شده و در نتیجه غلظت یون هیدرونیوم موجود در محلول نهایی با غلظت اولیه اسید برابر خواهد بود. در رابطه با چنین محلولی، می توان رابطه  $[H^+] = M$  را نوشت. توجه داریم که در این حالت، درجه یونش اسید برابر با یک بوده و در این محلول رابطه  $\alpha = \frac{[H^+]}{M} = 1$  برقرار خواهد بود.

**پ:** واکنش های شیمیایی را به طور کلی به دو دسته برگشت ناپذیر و برگشت پذیر تقسیم بندی می کنند. در واکنش های برگشت ناپذیر، فقط واکنش دهنده ها می توانند به فرآورده ها تبدیل شوند در حالی که در این واکنش ها امکان تبدیل فرآورده ها به واکنش دهنده ها وجود ندارد. به عبارتی، این واکنش ها فقط در جهت رفت انجام می شوند. در نقطه مقابل، واکنش های برگشت پذیر وجود دارند که در آن ها امکان انجام شدن واکنش های رفت و برگشت به صورت هم زمان وجود دارد. فرایند یونش اسیدهای ضعیف از جمله هیدروفلوئوریک اسید در آب، از جمله واکنش های برگشت پذیر است. اگر در واکنش های برگشت پذیر، واکنش های رفت و برگشت به صورت هم زمان و با سرعت های برابر انجام شوند، مقدار فرآورده ها و واکنش دهنده ها ثابت باقی می ماند و در سامانه مورد نظر تعادل برقرار می شود. در لحظه برقراری تعادل، سرعت تولید هر ماده با سرعت مصرف آن برابر است و به همین خاطر، مقدار هر ماده در سامانه ثابت می ماند و چنین به نظر می رسد که واکنش مورد نظر متوقف شده است. در این سامانه ها، قبل از برقراری تعادل، سرعت واکنش رفت در مقایسه با واکنش برگشت بیشتر است. نمودار زیر، روند تغییر سرعت واکنش های رفت و برگشت را در این واکنش ها نشان می دهد:



با توجه به نمودار بالا، پس از انحلال مقداری گاز هیدروژن فلوئورید در آب، سرعت واکنش رفت (واکنشی که منجر به تولید یون فلوئورید در محلول می شود) به تدریج کاهش می یابد.

**ت:** آرنیوس نخستین کسی بود که اسیدها و بازها را بر یک مبنای علمی توصیف کرد. او بر روی رسانایی الکتریکی محلول های آبی کار می کرد. یافته های تجربی آرنیوس نشان داد که محلول اسیدها و بازها رسانای برق هستند، اما میزان رسانایی آن ها با یکدیگر یکسان نبوده و هر محلول، رسانایی الکتریکی متفاوتی با سایر محلول ها دارد. البته، توجه داریم که شواهد تاریخی نشان می دهند پیش از آنکه ساختار اسیدها و بازها شناخته شود، شیمی دان ها افزون بر ویژگی های اسیدها و بازها، با برخی از واکنش های آن ها نیز آشنا بودند.

### گروه آموزشی ماز

۸۷- محلولی از دو اسید ضعیف  $HX$  و  $HY$  به حجم ۲/۵ لیتر و با  $pH = 3$  در اختیار داریم. اگر درصد یونش اسیدهای  $HX$  و  $HY$  در این محلول به ترتیب برابر با ۰/۲ و ۰/۴ درصد باشد و برای خنثی شدن کامل این محلول، ۶۸/۴ گرم باریم هیدروکسید لازم باشد، درصد جرمی  $HX$  در محلول اولیه کدام

است؟ (جرم مولی  $HX$  را  $90 \text{ g.mol}^{-1}$  و چگالی محلول اولیه را  $1 \text{ g.mL}^{-1}$  در نظر بگیرید.  $H = 1$  و  $O = 16$  و  $Ba = 137$ )

۲/۸ (۴)

۲/۵۲ (۳)

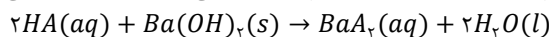
۱/۴ (۲)

۱/۲۶ (۱)

پاسخ: گزینه ۱ (سخت - مساله - ۱۲۰۱)

پاسخ تشریحی:

یکی از رفتارهای جالب و پر کاربرد اسیدها و بازها، واکنش هایی است که بین این دو دسته از مواد انجام می شود. به این گروه از واکنش ها، به اصطلاح واکنش های خنثی شدن یا همان تیتراسیون گفته می شود. طی واکنش های خنثی شدن، یون های هیدروکسید حاصل از بازها با یون های هیدرونیوم حاصل از اسیدها براساس معادله  $OH^-(aq) + H_3O^+(aq) \rightarrow 2H_2O(l)$  وارد واکنش شده و مولکول های آب را تولید می کنند. از آنجا که هر دو اسید  $HX$  و  $HY$  تک پروتون دار هستند و با واکنش خنثی شدن این مواد با باریم هیدروکسید سروکار داریم، برای راحتی معادله واکنش خنثی شدن را به صورت زیر می نویسیم:



بر این اساس، تعداد مول  $HA$  برابر با مجموع تعداد مول  $HX$  و  $HY$  است. داریم:

$$? \text{ mol } HA = 68/4 \text{ g } Ba(OH)_2 \times \frac{1 \text{ mol } Ba(OH)_2}{171 \text{ g } Ba(OH)_2} \times \frac{2 \text{ mol } HA}{1 \text{ mol } Ba(OH)_2} = 0/8 \text{ mol}$$

بنابراین غلظت مولی  $HA$  (معادل با مجموع غلظت مولی دو اسید در محلول مورد نظر) برابر خواهد بود با:

$$HA \text{ غلظت مولی} = \frac{\text{تعداد مول } HA}{\text{حجم محلول}} = \frac{0/8 \text{ mol}}{2/5 \text{ L}} = 0/32 \text{ mol.L}^{-1}$$

اگر غلظت اولیه  $HX$  را  $x$  مول بر لیتر در نظر بگیریم، غلظت اولیه  $HY$  برابر  $0/32 - x$  مول بر لیتر خواهد شد. بر این اساس، غلظت یون  $H^+$  تولید شده توسط هر کدام از این دو اسید را حساب می کنیم:

$$[H^+]_{HX} = n \times \alpha_{HX} \times M_{HX} = 1 \times \frac{0/2}{100} \times x = 2 \times 10^{-3} \times x$$



$$[H^+]_{HY} = n \times \alpha_{HY} \times M_{HY} = 1 \times \frac{0.4}{100} \times (0.32 - x) = 1/28 \times 10^{-3} - 4 \times 10^{-3} \times x$$

اما غلظت یون هیدرونیوم در محلول اولیه برابر با  $10^{-3} mol.L^{-1} = 10^{-pH}$  کلی است. بر این اساس، داریم:

$$[H^+]_{کلی} = [H^+]_{HX} + [H^+]_{HY} \rightarrow 10^{-3} = (2 \times 10^{-3} \times x) + (1/28 \times 10^{-3} - 4 \times 10^{-3} \times x) \rightarrow 1 = 2x + 1/28 - 4x \rightarrow$$

$$x = \frac{0.28}{2} = 0.14 mol.L^{-1}$$

در نهایت، درصد جرمی اسید  $HX$  (معادل با مولفه  $a$  در رابطه زیر) را در محلول اولیه محاسبه می‌کنیم:

$$M = \frac{10 \text{ ad}}{\text{جرم مولی}} \rightarrow a = \frac{0.14 \times 90}{10 \times 1} = 1/26 \text{ درصد}$$

### گروه آموزشی ماز

۸۸- اگر در محلولی از سدیم هیدروکسید، غلظت یون هیدروکسید  $10^6$  برابر غلظت یون هیدروژن باشد، مقدار  $pH$  این محلول برابر با ..... شده و غلظت یون سدیم در این محلول آبی در مقیاس  $ppm$  برابر با ..... می‌شود. (چگالی محلول برابر با  $1 g.mL^{-1}$  است.  $Na = 23 g.mol^{-1}$ )

۲۳ - ۱۱ (۴)

۲۳ - ۱۱ (۳)

۲۳ - ۱۰ (۲)

۲۳ - ۱۰ (۱)

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط - مساله - ۱۲۰۱)



با توجه به نسبت میان غلظت یون هیدروکسید به غلظت یون هیدروژن در این محلول، غلظت هر کدام از این یون‌ها را محاسبه می‌کنیم.

$$[OH^-][H^+] = 10^{-14} \xrightarrow{[OH^-]=10^6 \times [H^+]} 10^6 \times [H^+] \times [H^+] = 10^{-14} \Rightarrow [H^+] = 10^{-10} mol.L^{-1}$$

$$[OH^-][H^+] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-4} mol.L^{-1}$$

در قدم اول، با توجه به غلظت مولی یون هیدروژن، مقدار  $pH$  این محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$pH = -\log[H^+] = -\log(10^{-10}) = 10$$

در محلول سدیم هیدروکسید ( $NaOH$ )، غلظت مولی یون سدیم با غلظت مولی یون هیدروکسید برابر است. بر این اساس، ابتدا جرم یون سدیم موجود در یک لیتر از این محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$[OH^-] = 10^{-4} mol.L^{-1} \Rightarrow [Na^+] = 10^{-4} mol.L^{-1}$$

$$? g Na^+ = 1 L \text{ محلول} \times \frac{10^{-4} mol Na^+}{1 L \text{ محلول}} \times \frac{23 g Na^+}{1 mol Na^+} = 2/3 \times 10^{-3} g$$

چگالی محلول برابر با ۱ گرم بر میلی‌لیتر است، پس جرم هر لیتر از آن برابر با ۱۰۰۰ گرم می‌شود. بر این اساس، غلظت  $ppm$  یون سدیم را در این محلول بازی محاسبه می‌کنیم.

$$ppm = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{2/3 \times 10^{-3} g Na^+}{1000 g \text{ محلول}} \times 10^6 = 2/3$$

### گروه آموزشی ماز

۸۹- کدام یک از مطالب زیر درست است؟

- ۱) اکسیدهای نافلزی در ساختار مولکولی خود دارای تعدادی پیوند اشتراکی بوده و همه آن‌ها از جمله اسیدهای آرنیوس هستند.
- ۲) در شرایط یکسان، اختلاف شمار ذرات اسید پیونیده نشده و یون  $H^+$  در محلول فورمیک اسید از استیک اسید بیشتر است.
- ۳) دلیل سوزش معده که درد شدیدی در ناحیه سینه ایجاد می‌کند، برگشت مقداری از محلول  $HCl$  معده، به مری است.
- ۴) در دمای اتاق، در یک نمونه آب خالص به حجم یک متر مکعب، تعداد  $6.02 \times 10^{16}$  یون  $H^+$  وجود خواهد داشت.

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - مفهومی و مساله - ۱۲۰۱)



برخی از افراد، از سوزش سینه یا ترش شدن دهان و گلو رنج می‌برند. معده برای گوارش غذا به اسید نیاز دارد. خوردن غذا سبب می‌شود که غده‌های موجود در دیواره معده، هیدروکلریک اسید ترشح کنند. این اسید افزون بر فعال کردن آنزیم‌ها برای تجزیه مواد غذایی، جانداران ذره‌بینی موجود در غذا را نیز از بین می‌برد. دلیل سوزش معده که درد شدیدی در ناحیه سینه ایجاد می‌کند، برگشت مقداری از محتویات اسیدی معده به لوله مری است.



اغلب اکسیدهای نافلزی بر اثر حل شدن در آب یون هیدرونیوم آزاد می‌کنند و اسید آرنیوس به شمار می‌روند، اما برخی از این اکسیدها مانند گاز  $CO$  و نیتروژن مونوکسید، اکسید خنثی هستند و در هنگام حل شدن در آب، با آن واکنش نمی‌دهند.



۲ هر چه قدرت اسیدی یک اسید ضعیف بیشتر باشد، آن اسید به مقدار بیشتری یونش یافته و اختلاف شمار مولکول‌های اسید یونیده نشده و شمار یون‌های هیدرونیوم در محلول آن اسید کمتر است. بنابراین اختلاف شمار مولکول‌های اسید یونیده نشده و شمار یون‌های هیدرونیوم در محلول فورمیک اسید(اسید قوی‌تر) کمتر از محلول استیک اسید(اسید ضعیف‌تر) خواهد بود.

۴ در دمای اتاق، غلظت یون هیدروژن در یک نمونه آب خالص برابر با  $10^{-7}$  مول بر لیتر خواهد بود. بر این اساس، داریم:

$$\text{تعداد } H^+ = 10^{-7} \text{ mol } H^+ \times \frac{1000 \text{ L آب}}{1 \text{ m}^3 \text{ آب}} \times \frac{6/0.2 \times 10^{23}}{1 \text{ mol } H^+} = 6/0.2 \times 10^{19} \text{ تعداد}$$

با توجه به محاسبات بالا، در دمای اتاق (دمای  $25^\circ\text{C}$ ) در یک نمونه آب خالص به حجم یک متر مکعب (معادل با ۱۰۰۰ لیتر)، تعداد  $6/0.2 \times 10^{19}$  یون هیدروژن وجود خواهد داشت.

### گروه آموزشی ماز

۹۰- چه تعداد از عبارتهای داده شده درست است؟

- آ: در یک نمونه از آب گازدار، غلظت مولی یون هیدروکسید در مقایسه با یون هیدرونیوم کمتر است.  
 ب: در شرایط یکسان، سرعت واکنش منیزیم با محلول هیدروسیانیک اسید بیشتر از استیک اسید است.  
 پ: محتویات روده انسان، همانند خون موجود در رگ‌های انسان، خاصیت بازی داشته و دارای  $pH > 7$  است.  
 ت: با افزودن ۱۰۰ mL آب خالص به ۱۰ mL محلول  $HCl(aq)$  با  $pH = 1$ ، مقدار  $pH$  این محلول به ۲ می‌رسد.  
 ث: برای باز کردن راه لوله‌های مسدود شده توسط اسیدهای چرب جامد، می‌توان از یک نمونه محلول سود استفاده کرد.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۱)

پاسخ تشریحی:

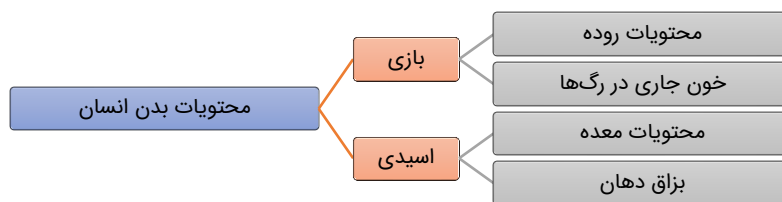
عبارتهای (آ)، (پ) و (ث) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: گاز آب (یا همان آب گازدار)، یک محلول اسیدی به شمار می‌رود و همانطور که می‌دانیم، در محلول‌های اسیدی غلظت یون هیدروژن بیشتر از غلظت یون هیدروکسید است. توجه داریم که  $pH$  آب گازدار برابر با ۴ است.

ب: سرعت واکنش فلزها با محلول‌های اسیدی مختلف، وابسته به غلظت یون هیدروژن موجود در محلول اسیدی و میزان واکنش‌پذیری فلز مورد نظر است. چون هیدروسیانیک اسید در مقایسه با استیک اسید ثابت یونش کوچک‌تری دارد؛ پس می‌توان گفت در شرایط یکسان غلظت یون هیدروژن در محلول این ماده کمتر از غلظت یون هیدروژن در محلول استیک اسید است و به همین خاطر، فلز منیزیم با محلول استیک اسید در مقایسه با محلول هیدروسیانیک اسید با شدت بیشتری واکنش می‌دهد.

پ: نمودار زیر، وضعیت اسیدی یا بازی بودن محتویات بدن انسان را نشان می‌دهد:



البته، توجه داریم که  $pH$  بزاق موجود در دهان انسان در باره بین  $7/1$  تا  $5/2$  متغیر است؛ پس می‌توان گفت بزاق موجود در دهان گاهی خاصیت بازی و گاهی هم خاصیت اسیدی دارد.

ت: با افزودن ۱۰۰ میلی‌لیتر آب خالص به ۱۰ میلی‌لیتر از یک محلول اسیدی، حجم محلول ۱۱ برابر شده و به ۱۱۰ میلی‌لیتر می‌رسد. طی این فرایند، غلظت اسید حل شده در محلول مورد نظر  $\frac{1}{11}$  برابر شده و در نتیجه،  $pH$  محلول مورد نظر به اندازه‌ی  $1/0.5$  واحد افزایش پیدا می‌کند. این درحالی است که اگر ۹۰ میلی‌لیتر آب خالص به ۱۰ میلی‌لیتر از این محلول اسیدی می‌افزودیم، غلظت اسید حل شده در محلول مورد نظر  $\frac{1}{11}$  برابر شده و طی این فرایند،  $pH$  محلول مورد نظر نیز به اندازه ۱ واحد افزایش پیدا می‌کرد.

ث: چون اسیدهای چرب خاصیت اسیدی دارند، برای باز کردن راه لوله‌های مسدود شده توسط اسیدهای چرب جامد، از محلول سود(محلول سدیم هیدروکسید با خاصیت بازی) می‌توان استفاده کرد. در نقطه مقابل، برای زدودن آلودگی‌هایی که خاصیت بازی دارند، باید از محلول‌های اسیدی مثل هیدروکلریک اسید استفاده کنیم.

پاک‌کننده‌های خورنده:

پاک‌کننده‌های صابونی و غیرصابونی، با مولکول‌ها و ذرات سازنده آلودگی‌ها وارد واکنش شیمیایی نشده و فقط براساس برهم‌کنش‌های بین ذره‌ای، سبب پاک‌شدن آلودگی‌ها می‌شوند. گروه دیگری از پاک‌کننده‌ها نیز وجود دارند که با ذرات سازنده آلودگی‌ها وارد واکنش شیمیایی شده و در کنار برهم‌کنش‌های بین ذره‌ای، از این طریق نیز سبب پاک‌شدن آلودگی‌ها می‌شوند. به این دسته از انواع شوینده‌ها، به اصطلاح پاک‌کننده‌های خورنده گفته می‌شود. در واقع، پاک‌کننده‌های خورنده، گروهی از پاک‌کننده‌ها هستند که بر مبنای واکنش میان اسیدها و بازها عمل می‌کنند. در هنگام استفاده از این مواد، شوینده موردنظر با آلودگی‌ها وارد واکنش شده و آن‌ها را به مواد محلول در آب تبدیل می‌کند. شوینده‌های خورنده را بر مبنای کاربرد آن‌ها، می‌توان به دو دسته اسیدی و بازی تقسیم‌بندی کرد. سفیدکننده‌ها، جوهر نمک و محلول سود، انواعی از پاک‌کننده‌های خورنده هستند.

گروه آموزشی ماز

۹۱- مقدار  $\frac{1}{8}$  لیتر گاز گوگرد تری‌اکسید با چگالی  $3/2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  را در یک لیتر آب حل کرده‌ایم. اگر نیمی از محلول حاصل در واکنش با  $0/024$  مول هیدروکسید فلز  $M$  به طور کامل خنثی شود،  $pH$  محلول اسیدی اولیه چقدر بوده و نسبت شمار کاتیون‌ها به آنیون‌ها در نمک تولید شده کدام است؟

$$(S = 32 \text{ و } O = 16 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

$$2 - 1/8 \text{ (۴)}$$

$$0/66 - 1/8 \text{ (۳)}$$

$$0/66 - 0/8 \text{ (۲)}$$

$$2 - 0/8 \text{ (۱)}$$

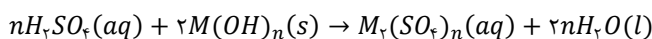
پاسخ: گزینه ۲ (سخت - مساله ۱۲۰۱)



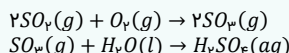
ابتدا معادله واکنش‌های انجام شده را نوشته و آن‌ها را موازنه می‌کنیم. گاز گوگرد تری‌اکسید بر اساس معادله زیر با آب واکنش می‌دهد:

$$SO_3(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2SO_4(aq)$$

سولفوریک اسید نیز بر اساس معادله زیر خنثی خواهد شد:



گوگرد تری‌اکسید، یک اکسید نافلزلی با خاصیت اسیدی است. این اکسید از واکنش گوگرد دی‌اکسید (گازی که جزء آلاینده‌های هوا به شمار می‌رود) با اکسیژن تولید شده و در ایجاد باران اسیدی نقش دارد. واکنش‌های انجام شده به صورت زیر هستند:



در مرحله بعدی غلظت سولفوریک اسید اولیه را بدست می‌آوریم تا به کمک آن  $pH$  محلول را حساب کنیم:

$$? \text{ mol } H_2SO_4 = 1/8 \text{ L } SO_3 \times \frac{3/2 \text{ g } SO_3}{1 \text{ L } SO_3} \times \frac{1 \text{ mol } SO_3}{80 \text{ g } SO_3} \times \frac{1 \text{ mol } H_2SO_4}{1 \text{ mol } SO_3} = 0/072 \text{ mol}$$

در نتیجه غلظت اولیه  $H_2SO_4$  برابر خواهد بود با:

$$[H_2SO_4] = \frac{0/072 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0/072 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

بر این اساس، داریم:

$$[H^+] = M \times \alpha \times n = 0/072 \times 1 \times 2 = 0/144 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\Rightarrow pH = -\log[H^+] = -\log(12^2 \times 10^{-3}) = 3 - 2\log(12) = 3 - 2\log(2^2 \times 3) = 3 - 2[\underbrace{2\log 2}_{0/3} + \underbrace{\log 3}_{0/5}] =$$

$$3 - 2[0/6 + 0/5] = 0/8$$

در کل محلول اسیدی،  $0/072$  مول اسید وجود داشته است، پس در نیمی از این محلول  $0/036$  مول اسید وجود دارد. بر این اساس، تعداد مول هیدروکسید فلز را با استفاده از استوکیومتری واکنش دوم بدست می‌آوریم. بر این اساس، داریم:

$$? \text{ mol } M(OH)_n = 0/036 \text{ mol } H_2SO_4 \times \frac{2 \text{ mol } M(OH)_n}{n \text{ mol } H_2SO_4} = \frac{0/072}{n} \text{ mol } M(OH)_n$$

طبق صورت سوال

$$\Rightarrow n = \frac{0/036 \times 2}{0/072} = 3 \rightarrow \text{فرمول نمک حاصل : } M_2(SO_4)_3$$

بنابراین نسبت شمار کاتیون‌ها به آنیون‌ها در نمک حاصل از این واکنش برابر  $0/66$  است.

گروه آموزشی ماز

۹۲- در بدن یک انسان، به طور متوسط در هر دقیقه  $2/5$  میلی‌لیتر شیرۀ معده با غلظت  $0/02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  تولید می‌شود. اگر ۷۵ درصد جرمی داروی شیر منیزی ماده مؤثر باشد، برای خنثی کردن ۲۵٪ از اسید معده، روزانه به چند گرم از این دارو نیاز است؟ ( $Mg = 24$  و  $O = 16$  و  $H = 1 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

$$1/044 \text{ (۴)}$$

$$0/696 \text{ (۳)}$$

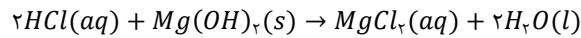
$$0/522 \text{ (۲)}$$

$$0/348 \text{ (۱)}$$

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - مساله - ۱۲۰۱)

پاسخ تشریحی:

واکنش شیر منیزی یا منیزیم هیدروکسید با اسید معده ( $HCl$ ) به صورت زیر است:



طبق صورت سؤال، در هر دقیقه  $2/5 \text{ mL}$  شیر معده تولید می‌گردد. هر ساعت معادل با  $60$  دقیقه و هر شبانه‌روز نیز معادل با  $24$  ساعت است. بنابراین در طول یک شبانه‌روز، مقدار  $3/6 \text{ L}$  شیر معده تولید خواهد شد. در قدم اول، جرم منیزیم هیدروکسید خالص مورد نیاز برای خنثی کردن  $25\%$  از اسید معده را حساب می‌کنیم:

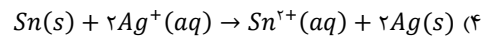
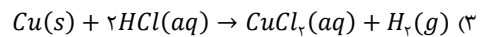
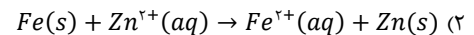
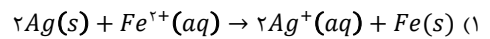
$$? \text{ g } Mg(OH)_2 = 3/6 \text{ L } HCl \times \frac{25}{100} \times \frac{0/2 \text{ mol } HCl}{1 \text{ L } HCl} \times \frac{1 \text{ mol } Mg(OH)_2}{2 \text{ mol } HCl} \times \frac{58 \text{ g } Mg(OH)_2}{1 \text{ mol } Mg(OH)_2} = 0/522 \text{ g}$$

از آنجا که درصد جرمی ماده مؤثر (یعنی منیزیم هیدروکسید) در داروی شیر منیزی  $75\%$  است، جرم داروی مورد نیاز برابر خواهد بود با:

$$\text{درصد جرمی منیزیم هیدروکسید} = \frac{\text{جرم منیزیم هیدروکسید}}{\text{جرم دارو}} \times 100 \Rightarrow \text{جرم دارو} = \frac{0/522}{75} \times 100 = 0/696 \text{ g}$$

### گروه آموزشی ماز

۹۳- با توجه به موقعیت فلزها در سری الکتروشیمیایی، کدام واکنش انجام پذیر است؟



پاسخ: گزینه ۴ (آسان - مفهومی - ۱۲۰۲)

پاسخ تشریحی:

در هر گزینه گونه کاهنده‌تر را مشخص می‌کنیم. اگر واکنش به صورت زیر بود، آن واکنش انجام پذیر است:

فلز دیگر + یون فلز کاهنده‌تر  $\rightarrow$  یون فلز دیگر + فلز کاهنده‌تر

### سری الکتروشیمیایی:

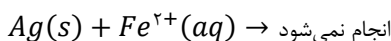
یکی از کاربردهای سری الکتروشیمیایی، بررسی انجام پذیر بودن یا نبودن واکنش‌های مختلف است. برای مثال، با وارد کردن یک تیغه از جنس آلومینیم به محلولی از مس ( $II$ ) سولفات، اتم‌های آلومینیم شروع به اکسید شدن کرده و طی یک واکنش گرماده با محلول مورد نظر واکنش می‌دهند. با انجام شدن این واکنش، اتم‌های آلومینیم به شکل یون‌های  $Al^{3+}$  وارد محلول شده و دمای محلول نیز افزایش پیدا می‌کند. این در حالی است که با وارد کردن یک تیغه از جنس طلا به محلولی از مس ( $II$ ) سولفات، هیچ واکنشی انجام نشده و دمای محلول نیز تغییری نمی‌کند. علاوه بر آزمایش تجربی، به کمک  $E^\circ$  گونه‌های شرکت کننده در واکنش نیز می‌توان انجام پذیر بودن یا نبودن یک واکنش را پیش بینی کرد. برای این منظور، کافی است گونه‌های اکسند (گونه‌ای که کاهش می‌یابد) و کاهنده (گونه‌ای که اکسایش می‌یابد) را در واکنش مورد نظر مشخص کنیم و پس از آن، مقدار  $E^\circ$  واکنش را براساس رابطه زیر محاسبه کنیم:

$$E^\circ (\text{گونه کاهنده}) - E^\circ (\text{گونه اکسند}) = E^\circ \text{ واکنش}$$

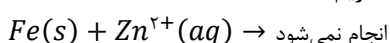
اگر مقدار  $E^\circ$  واکنش عددی مثبت شد، آن واکنش انجام پذیر بوده و در شرایط طبیعی انجام می‌شود، در حالی که اگر  $E^\circ$  واکنش عددی منفی شد، آن واکنش انجام پذیر نیست.

بررسی گزینه‌ها:

۱) مقایسه قدرت کاهندگی فلزها به صورت  $Ag < Fe$  است، بنابراین این واکنش انجام نمی‌شود. در این رابطه، داریم:

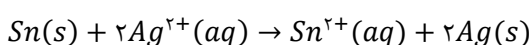


۲) مقایسه قدرت کاهندگی فلزها به صورت  $Fe < Zn$  است، بنابراین این واکنش انجام نمی‌شود. در این رابطه، داریم:



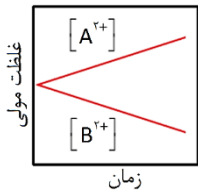
۳) فلزاتی با پتانسیل کاهشی مثبت مثل مس، نقره، طلا و پلاتین با اسیدها واکنش نمی‌دهند.

۴) مقایسه قدرت کاهندگی فلزها به صورت  $Ag < Sn$  است. در واقع، قلع دارای پتانسیل کاهشی استاندارد منفی و نقره دارای پتانسیل کاهشی استاندارد مثبت است. به همین خاطر، این واکنش انجام پذیر است. در این رابطه، داریم:



### گروه آموزشی ماز

۹۴- با توجه به نمودار مقابل که تغییر غلظت یون‌ها در یک سلول گالوانی را نشان می‌دهد، کدام یک از مطالب داده شده نادرست هستند؟



(۴) ب و ت

(۳) ب و پ

(۲) آ و ت

(۱) آ و پ

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۲)

پاسخ تشریحی:

با توجه به نمودار داده شده، کاتیون  $B^{2+}$  در حال مصرف شدن است. بر این اساس، می‌توان گفت یون‌های  $A^{2+}$  و  $B^{2+}$  به ترتیب در سمت چپ و راست واکنش کلی سلول قرار دارند و ضرایب استوکیومتری آن‌ها نیز یکسان است. بر این اساس، واکنش کلی سلول به صورت زیر است:

$$B^{2+}(aq) + A(s) \rightarrow A^{2+}(aq) + B(s)$$

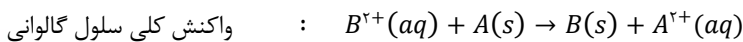
در رابطه با این سلول، عبارت‌های (آ) و (پ) نادرست هستند.

بررسی موارد:

آ: در این سلول، تیغه فلزی  $A$  آند و تیغه فلزی  $B$  کاتد است و بار کاتیون‌های آن‌ها ۲+ است. در سلول مس-نقره، فلز مس در نقش آند و فلز نقره در نقش کاتد است و بار کاتیون‌های آن‌ها به ترتیب برابر با ۲+ و ۱+ است.

ب: جهت حرکت آنیون‌ها از سمت نیم سلول کاتدی (نیم سلول  $B$ ) به سمت نیم سلول آندی (نیم سلول  $A$ ) است.

پ: فرض کنید که غلظت اولیه کاتیون‌های  $A^{2+}$  و  $B^{2+}$  به ترتیب  $n$  و  $m$  باشد. بر این اساس، داریم:



غلظت اولیه یون‌ها :

	$m$	$n$
--	-----	-----

غلظت یون‌ها پس از انجام واکنش :

	$m - x$	$n + x$
--	---------	---------

بنابراین مجموع غلظت کاتیون‌ها در ابتدا و انتهای واکنش سلول ثابت و برابر با  $m + n$  است.

ت: در واکنش کلی سلول، کاتیون  $B^{2+}$  کاهش یافته و اتم  $A$  اکسایش می‌یابد. بنابراین قدرت اکسندگی کاتیون‌های  $A^{2+}$  کمتر از قدرت اکسندگی کاتیون‌های  $B^{2+}$  است.

### گروه آموزشی ماز

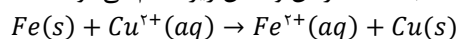
۹۵- کدام یک از مطالب زیر نادرست است؟

- (۱) ساخت قوطی محتوی مواد غذایی و لوازم آشپزی مقاوم در برابر خوردگی، در گرو بهره‌گیری از الکتروشیمی است.
- (۲) با قرار دادن یک قطعه از فلز آهن در محلولی از مس(II) سولفات، با گذشت زمان یک محلول بی‌رنگ ایجاد می‌شود.
- (۳) واکنش میان منیزیم و گاز  $O_2$  با تولید نور سفید همراه بوده و در فراورده آن، آرایش الکترونی یون‌ها مشابه هم است.
- (۴) با فرو بردن دو تیغه جنس مس و روی در یک لیمو، می‌توان بخشی از انرژی شیمیایی را به انرژی الکتریکی تبدیل کرد.

پاسخ: گزینه ۲ (آسان - مفهومی - ۱۲۰۲)

پاسخ تشریحی:

با قرار دادن یک قطعه آهن در محلول مس(II) سولفات، با گذشت زمان واکنش زیر انجام می‌شود:



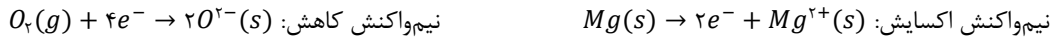
با انجام شدن این واکنش، یون‌های آبی‌رنگ مس به صورت رسوب درآمده و از محلول خارج می‌شوند، اما یون‌های سبز رنگ آهن(II) تولید شده و وارد محلول می‌شوند، پس می‌توان گفت طی این فرایند، یک محلول سبز رنگ ایجاد می‌شود. توجه داریم که یون‌های آهن(II) و آهن(III)، در محلول‌های آبی به ترتیب رنگ‌های سبز و زرد را ایجاد می‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

① ساخت لوله‌های فلزی انتقال آب، قوطی‌های محتوی مواد غذایی، لوازم آشپزی که در برابر خوردگی مقاوم بوده و مانع از آلوده شدن آب و مواد غذایی می‌شوند و همچنین کسب اطمینان از کیفیت تولید فراورده‌های دارویی، بهداشتی و غذایی، چهره‌ای از افزایش سطح رفاه و آسایش هستند که دستیابی به آن‌ها در گرو بهره‌گیری از دانش الکتروشیمی است. در واقع، آن‌چه که شیمی و الکتروشیمی را به یکدیگر پیوند داده و علم الکتروشیمی را ایجاد می‌کند،

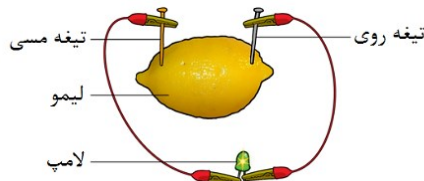
الکترون است. به عبارتی، الکتروشیمی علم استفاده از انرژی الکتریکی برای ایجاد یک تغییر شیمیایی دلخواه و یا تولید انرژی الکتریکی به کمک انجام واکنش‌های شیمیایی در سلول‌های مختلف است.

اغلب فلزها در واکنش با عناصر نافلزی، تمایل دارند یک یا چند الکترون خود را به اتم‌های نافلزی داده و ضمن اکسایش، به کاتیون تبدیل شوند. نافلزها نیز با گرفتن یک یا چند الکترون، کاهش یافته و به آنیون تبدیل می‌شوند. بر این اساس، فلزها اغلب کاهنده و نافلزها اغلب اکسند هستند. به عنوان مثال، فلز منیزیم در واکنش با اکسیژن هوا اکسید شده و الکترون‌های خود را به اتم‌های اکسیژن انتقال می‌دهد. معادله نیم‌واکنش‌های انجام شده در این واکنش شیمیایی به صورت زیر است:



واکنش انجام‌شده به صورت:  $2\text{Mg}(s) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{MgO}(s)$  است که در آن اتم‌های  $\text{Mg}$  و مولکول‌های اکسیژن به ترتیب در نقش گونه‌های کاهنده و اکسند ظاهر می‌شوند. فرآورده‌های تولید شده در این نیم‌واکنش‌ها، هر دو دارای ۱۰ الکترون بوده و آرایش الکترونی مشابهی دارند. همان‌طور که مشخص است، طی این واکنش هر اتم منیزیم دو الکترون از دست داده و یک لایه الکترونی از اتم‌های آن کاسته می‌شود و به همین خاطر، شعاع اتم‌های این عنصر طی فرایند اکسایش، کوچک‌تر می‌شود. در گذشته از واکنش سوختن منیزیم به عنوان منبع نور در هنگام عکاسی استفاده می‌شد. طی این فرایند، فلز منیزیم با تولید نور خیره‌کننده‌ای در حضور اکسیژن می‌سوزد و به منیزیم اکسید تبدیل می‌شود.

باتری لیمویی، نوع ساده‌ای از یک سلول گالوانی است که با فروبردن یک تیغه از جنس فلز مس و یک تیغه از جنس فلز روی در یک لیمو ساخته می‌شود. به کمک این نوع باتری می‌توان یک لامپ LED را روشن کرد. تصویر زیر، نمایی از این نوع باتری را نشان می‌دهد:



همان‌طور که مشخص است، لیمو در نقش الکترولیت بوده و باعث برقراری جریان الکتریکی در مدار خارجی می‌شود.

### گروه آموزشی ماز

۹۶- در مدار خارجی سلول گالوانی آلومینیم-آهن که با استفاده از دو نیم‌سلول استاندارد ساخته شده، تعداد  $3/612 \times 10^{23}$  الکترون جاری شده است. اگر حجم هر یک از الکترولیت‌های آندی و کاتدی بکار رفته در ساختار سلول برابر با ۲ لیتر باشد، تفاوت غلظت کاتیون در دو محلول در پایان این فرایند چقدر خواهد شد؟ (دیواره متخلخل سلول فقط به آنیون‌ها اجازه عبور می‌دهد.)

۰/۲۵ (۴)

۰/۳۵ (۳)

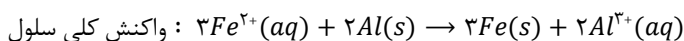
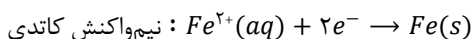
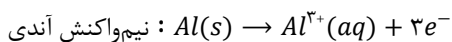
۰/۰۵ (۲)

۰/۱۵ (۱)

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط - مساله - ۱۲۰۲)

پاسخ تشریحی:

ابتدا واکنش کلی سلول و نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی تشکیل‌دهنده آن را می‌نویسیم:



در این واکنش شیمیایی، به ازای مبادله ۶ مول الکترون بین گونه اکسند (یون  $\text{Fe}^{2+}$ ) و کاهنده (فلز  $\text{Al}$ )، مقدار ۲ مول یون آلومینیم تولید شده و ۳ مول یون آهن مصرف می‌شود. ابتدا شمار مول الکترون مبادله‌شده را حساب می‌کنیم:

$$\text{شمار مول الکترون مبادله‌شده} = 3/612 \times 10^{23} e^- \times \frac{1 \text{ mol } e^-}{6/02 \times 10^{23} e^-} = 0/6 \text{ mol}$$

بنابراین مقدار یون  $\text{Al}^{3+}$  تولیدشده در نیم‌سلول آندی و مقدار یون  $\text{Fe}^{2+}$  مصرف‌شده در نیم سلول کاتدی برابر است با:

$$? \text{ mol Al}^{3+} = 0/6 \text{ mol } e^- \times \frac{2 \text{ mol Al}^{3+}}{6 \text{ mol } e^-} = 0/2 \text{ mol}$$

$$? \text{ mol Fe}^{2+} = 0/6 \text{ mol } e^- \times \frac{3 \text{ mol Fe}^{2+}}{6 \text{ mol } e^-} = 0/3 \text{ mol}$$

در ابتدای فرایند، غلظت محلول موجود در نیم‌سلول کاتدی و آندی برابر با ۱ مولار است و همچنین می‌دانیم حجم هر محلول نیز برابر با ۲ لیتر است، در نتیجه مقدار مول اولیه یون آلومینیم و آهن در هر یک از این محلول‌ها برابر با ۲ مول بوده است. با توجه به اینکه در ابتدا ۲ مول یون  $\text{Al}^{3+}$  و  $\text{Fe}^{2+}$  در محلول وجود داشته و ۰/۲ مول یون  $\text{Al}^{3+}$  دیگر تولید شده، بنابراین مقدار مول یون آلومینیم در پایان این فرایند برابر با ۲/۲ مول است. همچنین مقدار ۰/۳ مول یون



$Fe^{2+}$  از محلول موجود در نیم سلول کاتدی مصرف شده و مقدار مول یون آهن در پایان این فرایند به  $1/7$  مول می‌رسد. اکنون غلظت مولی این دو کاتیون در محلول‌های آندی و کاتدی را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{\text{مول}}{\text{حجم (L)}} = \text{غلظت مولی} \Rightarrow \begin{cases} M(Al^{3+}) = \frac{2/2}{2} = 1/1 \text{ mol. L}^{-1} \\ M(Fe^{2+}) = \frac{1/7}{2} = 0.075 \text{ mol. L}^{-1} \end{cases}$$

با توجه به محاسبات بالا، نتیجه می‌گیریم که تفاوت غلظت کاتیون در دو محلول در پایان این فرایند برابر با  $0.25$  مول بر لیتر خواهد شد.

### تاثیر مهم دیواره متخلخل در سلول گالوانی:

در یک سلول گالوانی، به مرور زمان فلز به‌کاررفته در آند اکسایش پیدا کرده و کاتیون‌های حاصل از این فرایند، وارد الکترولیت آندی می‌شوند. با ادامه این فرایند، کاتیون‌ها در الکترولیت آندی تجمع پیدا کرده و این محلول بار مثبت پیدا می‌کند. به طریق مشابه، با انجام شدن نیم‌واکنش کاهش در سمت کاتد، تعداد آنیون‌های موجود در محلول آندی بیشتر از تعداد کاتیون‌های موجود در آن شده و این محلول بار منفی پیدا می‌کند. با ادامه این فرایند و تجمع بار الکتریکی در نیم‌سلول‌ها، جریان الکتریکی در مدار خارجی متوقف می‌شود. دیواره متخلخل به کاتیون‌های موجود در الکترولیت آندی اجازه می‌دهد به سمت الکترولیت کاتدی مهاجرت کنند و به آنیون‌های موجود در الکترولیت کاتدی نیز اجازه می‌دهد به سمت الکترولیت آندی مهاجرت کنند. به این ترتیب، دیواره متخلخل با به جریان انداختن گونه‌های باردار میان محلول‌های موجود در هر نیم‌سلول، سبب خنثی‌کردن بار الکتریکی آن‌ها شده و از تجمع بار الکتریکی در این نیم‌سلول‌ها جلوگیری می‌کند.

### گروه آموزشی ماز

۹۷- کدام یک از مطالب زیر درست است؟

- ۱) در سلول روی-مس، آنیون‌های موجود در الکترولیت از خلال دیواره متخلخل به سمت نیم‌سلول مس مهاجرت می‌کنند.
- ۲) اگر یون  $Al^{3+}$  اکسندۀ تر از  $Mg^{2+}$  باشد، با قرار دادن آلومینیم در محلول منیزیم کلرید، دمای محلول افزایش می‌یابد.
- ۳) در سلول گالوانی روی-نقره، با گذشت زمان غلظت یون روی در محلول موجود در نیم‌سلول روی افزایش پیدا می‌کند.
- ۴) در واکنش فلز روی با محلول  $HCl$ ، فرآورده نیم‌واکنش اکسایش توسط اتم  $H$  مولکول‌های  $H_2O$  احاطه می‌شود.

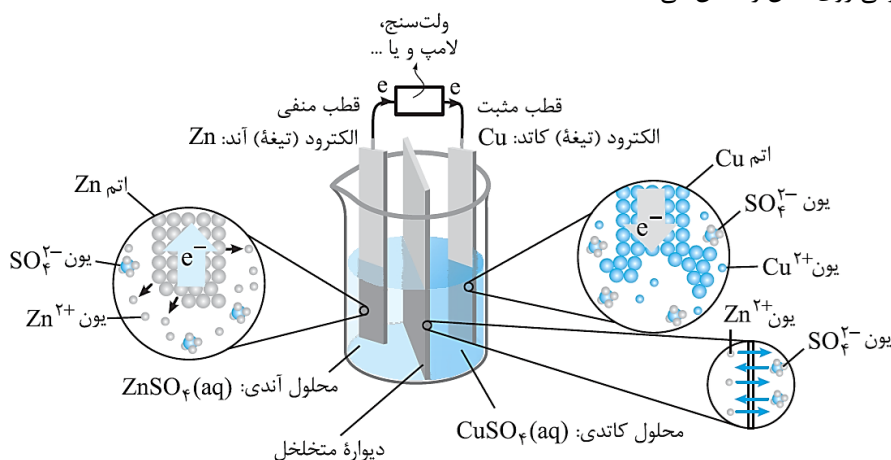
پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - مفهومی - ۱۲۲)

پاسخ سربازی

واکنش انجام شده در سلول گالوانی روی-نقره به صورت  $Zn(s) + 2Ag^+(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2Ag(s)$  است. در این سلول گالوانی، تیغه روی در نقش آند (قطب منفی) و تیغه نقره در نقش کاتد (قطب مثبت) است. با کارکرد این سلول، یون‌های روی تولید شده در سمت آند وارد محلول الکترولیت شده و غلظت این یون در محلول افزایش پیدا می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در سلول روی-مس، نیم‌سلول روی در نقش آند بوده و می‌دانیم که در سلول‌های گالوانی و الکترولیتی، آنیون‌ها به سمت تیغه آندی حرکت می‌کنند. بر این اساس، می‌توان گفت در سلول مورد نظر آنیون‌های موجود در الکترولیت از خلال دیواره متخلخل به سمت نیم‌سلول روی مهاجرت می‌کنند. تصویر زیر، نمایی از سلول گالوانی روی-مس را نشان می‌دهد:

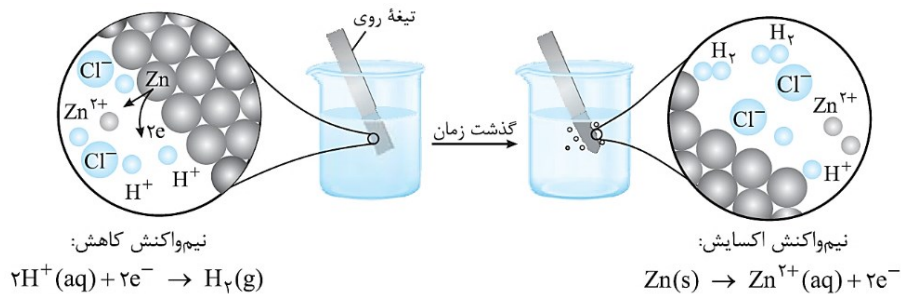


واکنش انجام شده در سلول گالوانی روی-مس، مشابه همان واکنشی است که با وارد کردن تیغه‌ای از جنس فلز روی به محلول دارای یون‌های مس ( $II$ ) انجام می‌شود. تنها تفاوت فرایندهای انجام شده در آن است که به کمک سلول گالوانی، واکنش موردنظر در یک شرایط کنترل شده انجام می‌شود و از جریان الکتریکی ایجاد شده در آن می‌توانیم به عنوان منبع تولید الکتریسیته استفاده کنیم.



۹۲ اگر یون  $Al^{3+}$  اکسندۀ تر از  $Mg^{2+}$  باشد، می‌توان گفت پتانسیل کاهش استاندارد فلز آلومینیم، بیشتر (مثبت‌تر) از پتانسیل کاهش استاندارد فلز منیزیم می‌شود. در چنین شرایطی، با قرار دادن یک قطعه فلز آلومینیم در محلولی از منیزیم کلرید، هیچ واکنشی انجام نشده و دمای محلول هیچ تغییری نمی‌کند.

۹۴ معادله واکنش فلز روی با محلول هیدروکلریک اسید به صورت زیر است:



گونه کاهنده (گونه‌ای که الکترون از دست داده و اکسید می‌شود) مصرف شده در این واکنش شیمیایی، فلز روی است. پس می‌توان گفت کاتیون روی، فراورده نیم‌واکنش اکسایش خواهد بود. چون یون روی بار الکتریکی مثبت دارد، با وارد شدن به محلول، توسط سر منفی مولکول‌های آب (اتم اکسیژن مولکول‌های آب) احاطه می‌شود.

### گروه آموزشی ماز

۹۸ - چه تعداد از عبارات‌های داده شده درست است؟

- آ: آزاد کردن انرژی و مبادله الکترون بین گونه‌ها، یک ویژگی بنیادی در همه انواع واکنش‌های اکسایش-کاهش است.  
 ب: اندازه‌گیری پتانسیل هر نیم‌سلول به طور جداگانه ممکن نبوده و این کمیت، باید به طور نسبی اندازه‌گیری شود.  
 پ: بین فلزهای آهن و مس، عنصری که تعداد کمتری الکترون با  $l = 0$  دارد، کاهنده‌تر از عنصر دیگر خواهد بود.  
 ت: اگر روی کاهنده‌تر از هیدروژن باشد، نیم‌سلول هیدروژن در سلول روی-هیدروژن در نقش آند قرار می‌گیرد.  
 ث: واکنش سلول روی-مس مشابه واکنشی است که با ورود فلز روی به محلول مس (II) سولفات انجام می‌شود.

۱ (۴)

۲ (۳)

۳ (۲)

۴ (۱)

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۲)

پاسخ تشریحی

عبارات‌های (ب) و (ث) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: در همه واکنش‌های اکسایش-کاهش، بین گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش الکترون مبادله می‌شود، اما توجه داریم که در همه این واکنش‌های شیمیایی الزاما انرژی آزاد نمی‌شود. برای مثال، در برخی از واکنش‌های اکسایش-کاهش از جمله واکنش مربوط به برق‌کافت ترکیب‌های مختلف، انرژی مصرف شده و فراورده‌هایی با سطح انرژی بالاتر و پایداری کمتر تولید می‌شوند. بر این اساس، می‌توان واکنش‌های اکسایش-کاهش را با توجه به مدل مبادله گرما در آن‌ها در دو دسته زیر قرار داد:



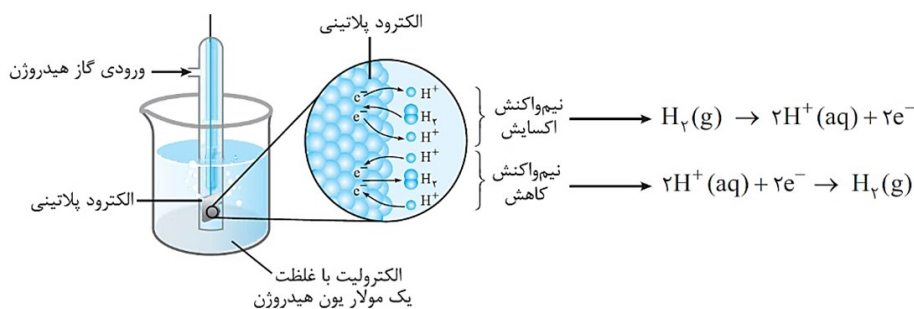
ب: اندازه‌گیری پتانسیل یک نیم‌سلول به طور جداگانه ممکن نبوده و باید این کمیت به طور نسبی اندازه‌گیری شود. شیمی‌دان‌ها برای دستیابی به این هدف، نیم‌سلول استاندارد هیدروژن (SHE) را به عنوان مبنا انتخاب کرده و پتانسیل آن را به طور قراردادی برابر با صفر ولت در نظر گرفتند. در این نیم‌سلول، محلولی با  $pH = 0$  (محلولی که غلظت مولی یون هیدروژن در آن برابر با ۱ مول بر لیتر است) قرار داشته و گاز هیدروژن با فشار ۱ اتمسفر بر روی این محلول دمیده می‌شود. شیمی‌دان‌ها با تشکیل سلول گالوانی از هر نیم‌سلول با نیم‌سلول استاندارد هیدروژن، توانستند پتانسیل الکتریکی بسیاری از نیم‌سلول‌ها را اندازه‌گیری کرده و در جدولی به نام سری الکتروشیمیایی ثبت کنند.

پ: در نیم‌واکنش کاهش، الکترون در سمت چپ (واکنش‌دهنده‌ها) و در نیم‌واکنش اکسایش، الکترون در سمت راست (فراورده‌ها) قرار دارد. در واکنش‌های اکسایش-کاهش، ماده‌ای که با گرفتن الکترون کاهش پیدا کرده و سبب اکسایش گونه دیگر می‌شود، اکسندۀ نام دارد. در این واکنش‌ها، ماده‌ای که با از دست دادن الکترون اکسایش پیدا کرده و سبب کاهش گونه دیگر می‌شود، کاهنده نام دارد. فلز آهن دارای ۸ الکترون با  $l = 0$  (الکترون‌های موجود در زیرلایه S) بوده و فلز مس نیز دارای ۷ الکترون با  $l = 0$  است. از طرفی، می‌دانیم که پتانسیل کاهش استاندارد فلز مس بیشتر از آهن است و به همین خاطر، قدرت

کاهندگی (تمایل به از دست دادن الکترون و اکسید شدن) مس کمتر از آهن خواهد بود. تصویر زیر، نمایی از جدول پتانسیل کاهشی و برخی از عناصر مهم موجود در آن را نشان می‌دهد:

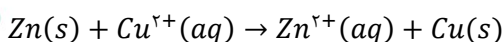
نیم واکنش کاهش			$E^\circ (V)$
گونه اکسیده	الکترون	گونه کاهنده	ولتاژ
$\text{Au}^{3+}(\text{aq})$	$+3e^- \rightarrow$	$\text{Au(s)}$	$+1/50$
$\text{Pt}^{2+}(\text{aq})$	$+2e^- \rightarrow$	$\text{Pt(s)}$	$+1/20$
$\text{Ag}^+(\text{aq})$	$+e^- \rightarrow$	$\text{Ag(s)}$	$+0/80$
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$	$+2e^- \rightarrow$	$\text{Cu(s)}$	$+0/34$
$2\text{H}^+(\text{aq})$	$+2e^- \rightarrow$	$\text{H}_2(\text{g})$	$0/00$
$\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$	$+2e^- \rightarrow$	$\text{Fe(s)}$	$-0/44$
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$	$+2e^- \rightarrow$	$\text{Zn(s)}$	$-0/76$
$\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$	$+2e^- \rightarrow$	$\text{Mn(s)}$	$-1/18$
$\text{Al}^{3+}(\text{aq})$	$+3e^- \rightarrow$	$\text{Al(s)}$	$-1/66$
$\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$	$+2e^- \rightarrow$	$\text{Mg(s)}$	$-2/37$

ت: تصویر زیر نمایی از نیم سلول استاندارد هیدروژن را نشان می‌دهد:



اگر روی کاهنده تر از هیدروژن باشد، پتانسیل کاهشی این عنصر کمتر از پتانسیل کاهشی هیدروژن می‌شود. در یک سلول گالوانی نیز الکترودی که پتانسیل کاهشی کمتری داشته باشد، در نقش آند (قطب منفی) قرار می‌گیرد.

ث: در هر دو مورد واکنش مقابل انجام می‌شود:



توجه داریم که واکنش در سلول گالوانی در شرایط کاملاً کنترل شده صورت می‌گیرد و الکترون‌های تولید شده از طریق مدار بیرونی جابه‌جا می‌شوند و ما می‌توانیم از این جریان الکتریکی ایجاد شده به عنوان منبع تولید الکتریسیته استفاده کنیم.

### گروه آموزشی ماز

۹۹- کدام موارد از عبارتهای داده شده درست است؟

- آ: با افزایش مقدار پتانسیل کاهشی استاندارد آند در یک سلول گالوانی،  $emf$  این سلول نیز افزایش پیدا می‌کند.
- ب: یکی از دلایل استفاده از لیتیم در ساختن باتری‌ها، چگالی و استحکام زیاد این عنصر در مقایسه با سایر فلزها است.
- پ: پسماندهای الکترونیکی به دلیل داشتن مواد شیمیایی گوناگون، سمی بوده و به همین خاطر، نباید در طبیعت رها شوند.
- ت: در سری الکتروشیمیایی عناصر، گونه کاهنده در سمت راست و گونه اکسیده در سمت چپ نیم واکنش‌ها نوشته می‌شود.
- (۱) آ و ب (۲) ب و پ (۳) آ و ت (۴) پ و ت

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط - مفهومی - ۱۴۰۲)

پاسخ تشریحی:

عبارتهای (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: برای محاسبه مقدار  $emf$  سلول‌های گالوانی از رابطه‌ی مقابل استفاده می‌شود:

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

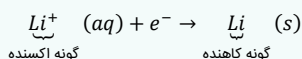
با توجه به این رابطه، در صورت افزایش  $E^\circ$  عنصر به کار رفته در آند، تفاوت میان  $E^\circ$  الکترودهای آندی و کاتدی کاهش پیدا کرده و به دنبال آن، مقدار  $emf$  سلول حاصل نیز کاهش پیدا می‌کند.

**ب:** یکی از دلایل استفاده از لیتیم در ساختن انواع باتری‌ها، چگالی کمتر این عنصر در مقایسه با سایر فلزها است. علاوه بر این، لیتیم پتانسیل کاهشی استاندارد ( $E^\circ$ ) کوچک‌تری نسبت به سایر فلزات دارد و از این ویژگی لیتیم برای ساختن باتری‌هایی با توانایی ذخیره‌ی بیشتر انرژی استفاده می‌شود.

**پ:** پسماندهای الکترونیکی به دلیل داشتن مواد شیمیایی گوناگون، سمی بوده و نباید در طبیعت رها یا دفن شوند؛ زیرا با رها شدن این مواد در طبیعت، محیط زیست آلوده می‌شود. از سوی دیگر، برخی از این پسماندها به دلیل داشتن مقدار قابل توجهی از مواد و فلزهای ارزشمند و گران‌قیمت، منبعی برای بازیافت این مواد به شمار می‌روند.

**ت:** در سری الکتروشیمیایی طبق قرارداد، نیم‌واکنش‌ها به صورت کاهشی نوشته می‌شوند؛ در نتیجه در این جدول گونه اکسند در سمت واکنش‌دهنده‌ها (سمت چپ معادله) و گونه کاهنده در سمت فراورده‌ها (سمت راست معادله) نوشته می‌شود. هرچه پتانسیل کاهشی گونه‌ای منفی‌تر باشد، گونه سمت راست معادله کاهشی آن، کاهنده قوی‌تری خواهد بود.

در سری الکتروشیمیایی، پتانسیل کاهشی مربوط به نیم واکنش‌های کاهش نوشته شده است. در این سری، گونه‌ای با پتانسیل کاهشی استاندارد منفی‌تر در پایین جدول و گونه‌ای با پتانسیل کاهشی استاندارد مثبت‌تر در بالای جدول قرار گرفته است. نیم واکنش کاهش، نیم‌واکنشی است که در آن یک ماده با گرفتن الکترون، به گونه‌ای با عدد اکسایش کمتر تبدیل می‌شود. واکنش‌پذیرترین فلز در محلول‌های آبی، لیتیم است؛ در نتیجه نیم‌واکنش زیر، کمترین (منفی‌ترین) پتانسیل کاهشی را دارد:



پتانسیل کاهشی استاندارد برای نیم واکنش بالا را به صورت  $E^\circ (Li^+/Li)$  نمایش می‌دهند و مقدار آن برابر با  $-3/04$  ولت است. در این نیم‌واکنش، یون تک‌اتمی  $Li^+$ ، اکسند بوده و با جذب الکترون به گونه‌ای با عدد اکسایش کمتر ( $Li$ ) تبدیل شده است. هرچه پتانسیل استاندارد کاهشی تولید یک گونه منفی‌تر باشد، گونه ذکر شده کاهنده قوی‌تری است.

### گروه آموزشی ماز

۱۰۰- در یون  $^{79}X^{2-}$ ، تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر با ۹ عدد است. حداکثر عدد اکسایش عنصر  $X$  در ترکیب‌های خود، چند برابر عدد اکسایش کربن در اکسیدی از این عنصر است که در واکنش سوختن ناقص هیدروکربن‌ها تولید می‌شود؟

۳ (۴)

۲/۵ (۳)

۲ (۲)

۳/۵ (۱)

پاسخ: گزینه ۴ (آسان - مفهومی - ۱۲۰۲)

پاسخ تشریحی:

در یون  $^{79}X^{2-}$ ، تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر با ۹ عدد است. بر این اساس، داریم:

$$N - e = 9$$

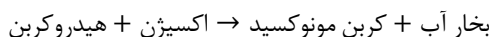
این یون دارای بار الکتریکی ۲- است، پس شمار پروتون‌های موجود در ساختار هسته آن، ۲ عدد کمتر از شمار الکترون‌ها خواهد بود. بر این اساس، می‌توان گفت در یون  $^{79}X^{2-}$ ، تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها برابر با ۱۱ عدد است. در نقطه مقابل، با توجه به عدد جرمی این یون می‌توان گفت مجموع شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها نیز در این یون برابر با ۷۹ عدد است. بر این اساس، داریم:

$$\begin{cases} N + P = 79 \\ N - P = 11 \end{cases} \rightarrow N = 45 \text{ و } P = 34$$

عنصری با عدد اتمی ۳۴، در گروه شماره ۱۶ از تناوب چهارم جدول دوره‌ای قرار گرفته و در آرایش الکترونی خود، ۶ الکترون ظرفیتی خواهد داشت. با توجه به شماره گروه این عنصر، می‌توان بازه تغییرات عدد اکسایش آن را پیدا کرد. جدول زیر، دامنه تغییر عدد اکسایش برخی از عناصر موجود در جدول تناوبی امروزی را نشان می‌دهد:

شماره گروه	۱	۲	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	عناصر استثنا				عناصر واسطه مهم		
							اکسیژن	فلوئور	هیدروژن	آهن	مس	منگنز	نقره
کم‌ترین عدد اکسایش	۰	۰	-۴	-۳	-۲	-۱	-۲	-۱	-۱	۰	۰	۰	۰
بالاترین عدد اکسایش	+۱	+۲	+۴	+۵	+۶	+۷	+۲	۰	+۱	+۳	+۲	+۷	+۱

با توجه به جدول بالا، عنصری که در گروه ۱۶ جدول دوره‌ای قرار گرفته می‌تواند اعداد اکسایش  $+۶$ ،  $+۴$ ،  $+۲$ ، صفر و ۲- را داشته باشد، پس حداکثر عدد اکسایش این عنصر در ترکیب‌های آن برابر با  $+۶$  می‌شود. واکنش سوختن ناقص هیدروکربن‌ها در حضور گاز اکسیژن ناکافی در محیط نیز به صورت زیر است:



عدد اکسایش اتم کربن در کربن مونوکسید برابر با  $+۲$  است، پس می‌توان گفت مقدار نسبت خواسته شده برابر با ۳ می‌شود. در این رابطه، داریم:

$$\frac{\text{حداکثر عدد اکسایش عنصری که عدد اتمی ۳۴ دارد}}{\text{عدد اکسایش اتم کربن در ساختار کربن مونوکسید}} = \frac{+۶}{+۲} = \text{برابر ۳}$$

۱۰۱- در واکنش هیدروژن دار شدن نوعی هیدروکربن که در ساختار خود یک پیوند دوگانه و یک حلقه کربنی پنج ضلعی دارد، مجموع عدد اکسایش اتمهای کربن ۱/۱ برابر می شود. اگر ۷۷ گرم از ترکیب تولید شده طی این فرایند را در شرایط استاندارد بسوزانیم، چند لیتر فراورده گازی بدست می آید؟

$$(C = 12 \text{ و } H = 1 : g.mol^{-1})$$

۱۲۳/۲ (۴)

۲۴۶/۴ (۳)

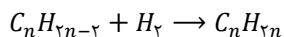
۱۴۵/۶ (۲)

۲۹۱/۲ (۱)

پاسخ: گزینه ۴ (سخت - مساله - ۱۲۰۲)

پاسخ تشریحی:

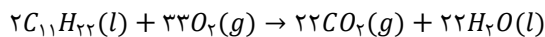
فرمول شیمیایی کلی ترکیب هیدروکربنی (ترکیبی که از اتصال اتمهای هیدروژن و کربن به یکدیگر تشکیل شده باشد) که در ساختار خود دارای یک حلقه کربنی و یک پیوند دوگانه کربن-کربن باشد، به صورت  $C_nH_{2n-2}$  می شود. معادله واکنش کلی هیدروژن دار شدن این ترکیب آلی به صورت زیر است:



طی این فرایند، ترکیب اولیه به یک سیکلوالکان شاخه دار تبدیل می شود. با توجه به معادله این واکنش، داریم:

$$\begin{cases} -2n + 2 : \text{مجموع عدد اکسایش اتمهای کربن در ماده اولیه} \\ -2n : \text{مجموع عدد اکسایش اتمهای کربن در سیکلوالکان} \end{cases} \Rightarrow \frac{-2n}{-2n + 2} = 1/1 \Rightarrow n = 11$$

بنابراین تعداد اتمهای کربن موجود در ساختار مولکولی ترکیب اولیه برابر با ۱۱ بوده و فرمول مولکولی آن نیز معادل با  $C_{11}H_{20}$  است. در نتیجه فرمول مولکولی سیکلوالکان تولید شده طی واکنش هیدروژن دار شدن، به صورت  $C_{11}H_{22}$  خواهد بود. معادله موازنه شده سوختن یک هیدروکربن با فرمول مولکولی  $C_{11}H_{22}$ ، به صورت زیر است:



می دانیم هر مول گاز در شرایط استاندارد (STP)، حجمی معادل ۲۲/۴ لیتر داشته و  $H_2O$  تولید شده در این واکنش نیز در شرایط مورد نظر حالت مایع خواهد داشت. بنابراین مقدار گاز تولید شده به ازای سوختن ۷۷ گرم ترکیب  $C_{11}H_{22}$  را محاسبه می کنیم:

$$? L CO_2 = 77 g C_{11}H_{22} \times \frac{1 mol C_{11}H_{22}}{154 g C_{11}H_{22}} \times \frac{22 mol CO_2}{2 mol C_{11}H_{22}} \times \frac{22/4 L CO_2}{1 mol CO_2} = 123/2 L$$

با توجه به محاسبات بالا، نتیجه می گیریم که با سوزاندن ۷۷ گرم از ترکیب تولید شده، ۱۲۳/۲ لیتر فراورده ی گازی (کربن دی اکسید) تولید می شود.

### گروه آموزشی ماز

۱۰۲- الکتریسته حاصل از اکسید شدن ۳ گرم منیزیم در سلول گالوانی منیزیم-آلومینیم، چند گرم نقره را در یک سلول آبکاری نقره، به جسم موردنظر می تواند انتقال دهد؟ ( $Ag = 108$  و  $Mg = 24 : g.mol^{-1}$ )

۵۴ (۴)

۳۶ (۳)

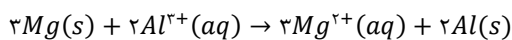
۲۷ (۲)

۱۸ (۱)

پاسخ: گزینه ۲ (آسان - مساله - ۱۲۰۲)

پاسخ تشریحی:

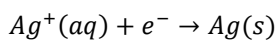
واکنش کلی در سلول منیزیم-آلومینیم به صورت مقابل است:



یعنی به ازای اکسید شدن ۳ مول  $Mg$  در سلول، ۶ مول الکترون مبادله می شود، پس داریم:

$$? mol e^- = 3 g Mg \times \frac{1 mol Mg}{24 g Mg} \times \frac{6 mol e^-}{3 mol Mg} = 0.25 mol$$

در سلول آبکاری نقره، نیم واکنش زیر در کاتد انجام می شود:



حال جرم نقره منتقل شده را حساب می کنیم:

$$? g Ag = 0.25 mol e^- \times \frac{1 mol Ag}{1 mol e^-} \times \frac{108 g Ag}{1 mol Ag} = 27 g Ag$$

### گروه آموزشی ماز

۱۰۳- کدام یک از مطالب زیر نادرست است؟

- (۱) عدد اکسایش فلز واسطه در ساختار ترکیب  $MgCrO_3$  با عدد اکسایش شبه فلز در ترکیب  $NaAlSi_3O_8$  یکسان است.
- (۲) عدد اکسایش یکی از اتمهای کربن موجود در ساختار پروپن با عدد اکسایش اتم گوگرد در ساختار  $K_2SO_3$  برابر است.
- (۳) سلول های سوختی، نوعی از سلول های گالوانی بوده و استفاده از آن ها باعث کاهش رد پای کربن دی اکسید می شود.
- (۴) در سلول سوختی هیدروژن-اکسیژن با غشای مبادله کننده یون  $H^+$ ، ذرات فراورده از قطب مثبت خارج می شوند.

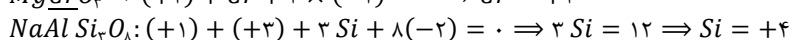
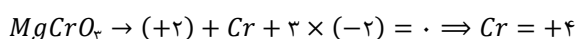
فرمول مولکولی پروپین به صورت  $C_3H_6$  است. در مولکول‌های این ماده، هر اتم کربن حداقل به یک اتم هیدروژن متصل است؛ پس عدد اکسایش همه اتم‌های کربن موجود در این مولکول منفی می‌شود. ساختار پروپین به صورت زیر است:



عدد اکسایش اتم‌های کربن موجود در این ترکیب آلی به ترتیب برابر با ۲-، ۱- و ۳- است. در ساختار  $K_2SO_4$  نیز یون‌های  $K^+$  و  $SO_4^{2-}$  وجود دارند. در رابطه با آنیون سازنده این ترکیب، داریم:

$$SO_4^{2-} : S \text{ عدد اکسایش } S = +4 \implies 3 \times (-2) + \text{عدد اکسایش } S = -2 \implies \text{عدد اکسایش } S = +4$$

۱ عدد اکسایش کروم را در  $MgCrO_4$  و  $Si$  را در  $NaAlSi_3O_8$  بدست می‌آوریم:



۳ با وجود پیشرفت‌های ایجادشده در زمینه‌ی تأمین انرژی، سوخت‌های فسیلی همچنان مناسب‌ترین سوخت برای استفاده در خودروها و نیروگاه‌ها به شمار می‌روند. در رابطه با مصرف این سوخت‌ها، دو چالش عمده‌ی زیر وجود دارد:

✓ استخراج و مصرف بی‌رویه این سوخت‌ها سبب کاهش ذخایر آن‌ها شده است.

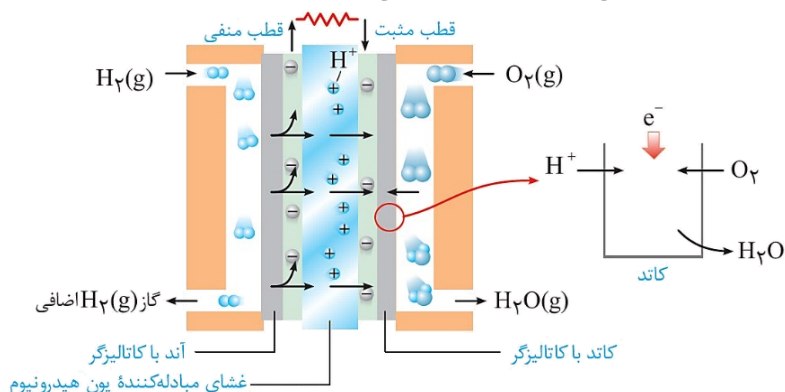
✓ افزایش استفاده از این سوخت‌ها سبب گسترش روزافزون آلودگی جهان و افزایش مقدار گازهای گلخانه‌ای شده است.

یکی از روش‌های تبدیل انرژی شیمیایی سوخت‌ها به انرژی الکتریکی، استفاده از سلول‌های سوختی است. در این روش، سوخت موردنظر به طور مستقیم وارد سلول‌های سوختی شده و انرژی شیمیایی ذخیره‌شده در آن، مستقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. از آن‌جا که در سلول‌های سوختی، انرژی شیمیایی سوخت‌ها به طور مستقیم به انرژی الکتریکی تبدیل شده و برخلاف نیروگاه‌ها، در این روش چند مرحله متوالی از تبدیل انرژی صورت نمی‌گیرد، اتلاف انرژی به صورت گرما در این روش کمتر است و درصد بیشتری از انرژی شیمیایی ذخیره‌شده در سوخت به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. مراحل تبدیل انرژی در سلول سوختی و نیروگاه‌های حرارتی به شرح زیر است:



سلول سوختی، نوعی سلول گالوانی است که توسط شیمی‌دان‌ها و برای گذر از تنگنای تولید انرژی و کاهش آلودگی محیط زیست پیشنهاد می‌شود. این سلول‌ها افزون بر کارایی بیشتر، می‌توانند ردپای کربن دی‌اکسید را کاهش بدهند. رایج‌ترین سلول سوختی، سلول هیدروژن-اکسیژن است که در آن گاز هیدروژن به آرامی و تحت یک شرایط کنترل شده با گاز اکسیژن وارد واکنش شده و اکسید می‌شود. طی این فرایند، بخش زیادی از انرژی شیمیایی ذخیره شده در مولکول‌های هیدروژن به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

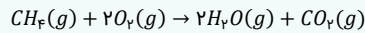
۴ نیم‌واکنش کاهش در سلول سوختی هیدروژن-اکسیژن به صورت  $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow H_2O(l)$  بوده و بخار آب از سمت کاتد(قطب مثبت این سلول) خارج می‌شود. تصویر زیر، نمایی از این سلول را نشان می‌دهد:





انواع دیگر سلول‌های سوختی:

سلول‌های سوختی، یک واکنش شیمیایی در شرایط کنترل شده انجام می‌شود. هرچند که در رایج‌ترین نوع از سلول‌های سوختی، گاز هیدروژن به عنوان سوخت مصرف می‌شود، اما در برخی از انواع این سلول‌ها از سایر مواد از جمله متان نیز به عنوان سوخت استفاده می‌شود. طی این فرایند، عدد اکسایش اتم‌های کربن افزایش یافته و عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن کاهش پیدا می‌کند. توجه داریم که این سلول‌ها با کارکرد خود، نوعی گاز آلاینده (گاز کربن دی‌اکسید) تولید کرده و وارد هوا کرده می‌کنند. معادله واکنش اکسایش گاز متان در این سلول‌ها به صورت زیر است:



طی این فرایند، عدد اکسایش اتم‌های کربن به اندازه ۸ واحد افزایش یافته و از -۴ در متان، به +۴ در کربن دی‌اکسید رسیده است.

گروه آموزشی ماز

۱۰۴- چه تعداد از عبارات‌های داده شده درست است؟

- آ: در سلول برقکافت سدیم کلرید مذاب، با انجام شدن نیم‌واکنش کاهش، فلز سدیم مذاب تولید می‌شود.  
 ب: در سلول مربوط به برقکافت آب، حجم گاز تولید شده در کاتد کمتر از حجم گاز تولید شده در آنود است.  
 پ: مقدار  $emf$  سلول نورالکتروشیمیایی مورد استفاده برای تولید گاز هیدروژن از آب، کوچک‌تر از صفر می‌شود.  
 ت: در مراحل استخراج منیزیم از دریا، محلول هیدروکلریک اسید را پس از ذوب منیزیم هیدروکسید به آن اضافه می‌کنند.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

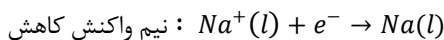
پاسخ: گزینه ۱ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۲)

پاسخ تشریحی:

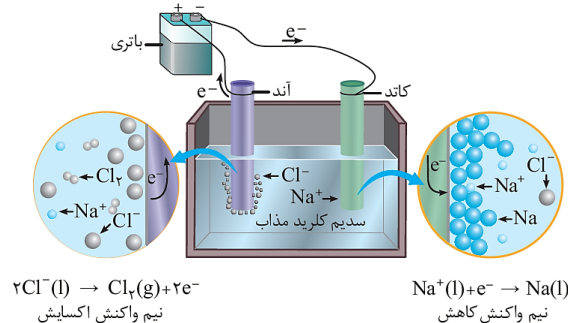
فقط عبارت (آ) درست است.

بررسی موارد:

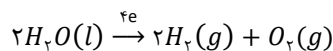
آ: در نیم‌واکنش کاهش در سلول برقکافت سدیم کلرید مذاب، فلز سدیم مذاب تولید می‌شود. معادله نیم‌واکنش انجام شده به صورت زیر است:



تصویر زیر، نمایی از سلول الکترولیتی استفاده شده برای برقکافت سدیم کلرید را نشان می‌دهد:

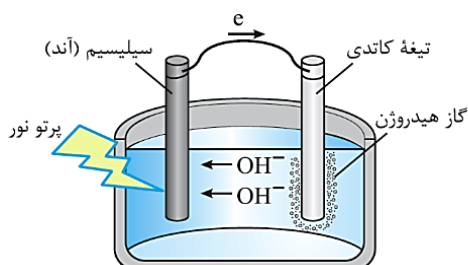


ب: در سلول مربوط به برقکافت آب، واکنش زیر انجام می‌شود:



در کاتد این سلول گاز هیدروژن و در آنود آن گاز اکسیژن تولید می‌شود. چون ضریب هیدروژن در معادله این واکنش ۲ برابر ضریب اکسیژن است، پس می‌توان گفت حجم گاز تولید شده در کاتد این سلول، حدوداً ۲ برابر حجم گاز تولید شده در آنود است. از طرفی، چون جرم مولی گاز اکسیژن ۱۶ برابر جرم مولی گاز هیدروژن است، پس می‌توان گفت در شرایط یکسان چگالی گاز تولید شده در سمت آنود این سلول (گاز اکسیژن)، ۱۶ برابر چگالی گاز تولید شده در سمت کاتد (گاز هیدروژن) آن است.

پ: تصویر زیر، نمایی از سلول نورالکتروشیمیایی استفاده شده برای تجزیه آب را نشان می‌دهد:



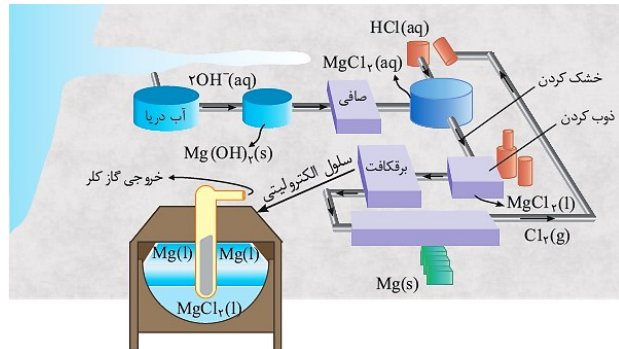
در واکنش کلی انجام شده در این سلول، سیلیسیم به عنوان گونه کاهنده (گونه‌ای که اکسید می‌شود) و آب نیز به عنوان گونه اکسنده (گونه‌ای که کاهش پیدا می‌کند) مصرف می‌شوند.



برای محاسبه  $emf$  این سلول از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

$$emf = E^{\circ}(\text{کاتد}) - E^{\circ}(\text{آند}) = (-0.83) - (-0.84) = 0.01 \text{ V}$$

ت: تصویر زیر، مراحل استخراج فلز منیزیم از آب دریا را نشان می‌دهد:



مطابق تصویر بالا، در مراحل استخراج فلز منیزیم از دریا، محلول هیدروکلریک اسید ( $HCl$ ) را پس از صاف کردن رسوب منیزیم هیدروکسید به منظور حذف ناخالصی‌ها، به آن اضافه می‌کنند.

### گروه آموزشی ماز

۱۰۵- کدام موارد از عبارتهای داده شده درست است؟

- آ: با اتصال قطعاتی از فلز مس به لوله‌های آهنی انتقال آب، می‌توان به طور کامل جلوی خوردگی آهن را گرفت.  
 ب: نیم‌واکنش اکسایش در ورق گالوانیزه خراش دیده، شبیه به نیم‌واکنش اکسایش در فرایند خوردگی آهن است.  
 پ: از دومین عنصر گروه ۱۳، می‌توان برای ساخت وسایلی بهره برد که برای مدت طولانی استحکام خود را حفظ می‌کنند.  
 ت: در سلول آبکاری با فلز نقره، برخلاف سلول گالوانی روی-نقره، آنیون‌های موجود در محلول به طرف تیغه نقره‌ای می‌روند.
- (۱) آ و ب (۲) ب و پ (۳) آ و ت (۴) پ و ت

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط - مفهومی - ۱۳۰۲)

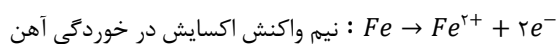
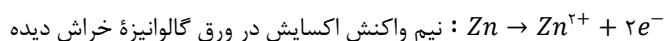
پاسخ تشریحی:

عبارتهای (پ) و (ت) درست هستند.

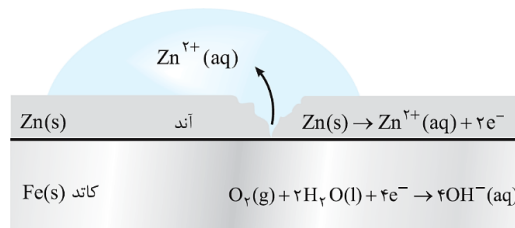
بررسی موارد:

آ: یکی از روش‌های جلوگیری از خوردگی آهن، استفاده از روش محافظت کاتدی است. در این روش، فلزی که قرار است در برابر خوردگی محافظت شود را در تماس با یک فلز دیگری قرار می‌دهند که  $E^{\circ}$  کوچک‌تر و تمایل بیشتری به از دست دادن الکترون داشته باشد. در این شرایط، فلزهای موردنظر برای از دست دادن الکترون و اکسایش یافتن با یکدیگر رقابت می‌کنند. در چنین شرایطی، فلزی که  $E^{\circ}$  کوچک‌تر و تمایل بیشتری به از دست دادن الکترون داشته باشد در نقش آند اکسید می‌شود. اما فلزی که  $E^{\circ}$  بزرگ‌تری دارد در نقش کاتد ظاهر شده و در برابر خوردگی محافظت می‌شود. توجه داریم که پتانسیل کاهش مس بیشتر از پتانسیل کاهش آهن است و از این فلز نمی‌توان برای جلوگیری از خوردگی آهن استفاده کرد.

ب: در ورق گالوانیزه (ورقه‌ای از آهن که سطح آن با روی پوشانده شده است) خراش دیده، فلز روی و در خوردگی آهن، فلز آهن اکسید می‌شود:



در تصویر زیر، فرایند خوردگی ورقه گالوانیزه نشان داده شده است:

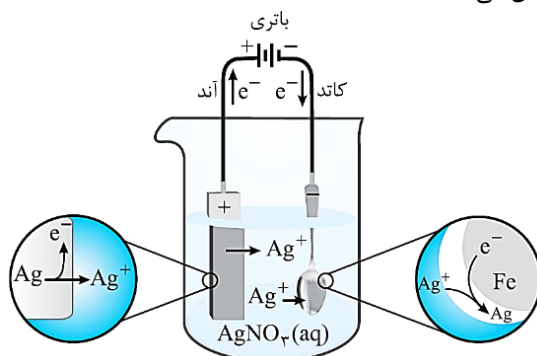


تا قبل از ایجاد هر گونه خراشی در سطح آهن گالوانیزه، فلز روی به عنوان یک پوشش محافظ از خوردگی آهن جلوگیری می‌کند. توجه داریم که در این شرایط، خود روی نیز به خاطر ایجاد شدن یک لایه متراکم از  $ZnO(s)$  در سطح آن، دچار خوردگی نمی‌شود. هنگامی که خراشی در سطح آهن گالوانیزه پدید می‌آید، هر دو فلز (روی و آهن) در مجاورت با اکسیژن و رطوبت قرار می‌گیرند و برای از دست دادن الکترون (اکسایش یافتن) رقابت می‌کنند. از آنجا که  $E^{\circ}$

فلز روی از  $E^\circ$  آهن کمتر (منفی تر) است، فلز روی در این رقابت پیروز شده و در نقش آند اکسید می شود و از آهن به عنوان یک محافظ کاتدی در مقابل خورده شدن محافظت می کند.

**پ:** از فلزهایی که اکسایش می یابند اما خورده نمی شوند، می توان برای ساخت وسایلی که برای مدت طولانی استحکام خود را حفظ می کنند استفاده کرد. آلومینیم (دومین عنصر موجود در گروه شماره ۱۳ جدول دوره ای)، یکی از همین عناصر فلزی است. این فلز در مجاورت با هوا، به سرعت اکسید شده و یک لایه متراکم از آلومینیم اکسید ( $Al_2O_3$ ) بر روی سطح آن تشکیل می شود. این لایه از آلومینیم اکسید بسیار متراکم بوده و از رسیدن گاز اکسیژن و رطوبت به لایه های زیرین آلومینیم جلوگیری می کند. با نرسیدن اکسیژن به لایه های زیرین آلومینیم، این فلز برای مدت طولانی دست نخورده باقی می ماند و استحکام خود را حفظ می کند.

**ت:** در سلول گالوانی روی-نقره، تیغه روی در نقش آند و تیغه نقره در نقش کاتد بوده و به همین خاطر، آنیون های موجود در الکترولیت به سمت تیغه روی حرکت می کنند. برخلاف این سلول، در سلول مربوط به آبکاری تیغه نقره در نقش آند بوده و آنیون های موجود در محلول الکترولیت به سمت آن حرکت می کنند. تصویر زیر، نمایی از سلول آبکاری را نشان می دهد:



### گروه آموزشی ماز

۱۰۶- مقدار  $K_a$  برای اسید  $HA$  در محلول ۰/۴ مول بر لیتر آن برابر ۰/۲ است. مقدار  $pH$  این محلول اسیدی کدام بوده و با  $pH$  محلول چند گرم بر لیتر هیدروبرمیک اسید برابر است؟ ( $H = 1$  و  $Br = 80$ ،  $g \cdot mol^{-1}$ )

$$۸/۱ - ۰/۳ \quad (۴)$$

$$۱۶/۲ - ۰/۳ \quad (۳)$$

$$۱۶/۲ - ۰/۷ \quad (۲)$$

$$۸/۱ - ۰/۷ \quad (۱)$$

پاسخ: گزینه ۲ (سخت - مساله - ۱۲۰۱)



طبق فرض سوال، مقدار  $K_a$  برای اسید  $HA$  در محلول ۰/۴ مول بر لیتر آن، برابر ۰/۲ است. با توجه به بزرگ بودن مقدار ثابت یونش این ترکیب اسیدی، باید از روابط دقیق مربوط به محاسبه  $K_a$  استفاده کنیم. بر این اساس، داریم:

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{M - [H^+]} \Rightarrow 0.2 = \frac{[H^+]^2}{0.4 - [H^+]} \Rightarrow [H^+] = 0.2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

با توجه به غلظت یون هیدروژن، مقدار  $pH$  این محلول آبی را محاسبه می کنیم.

$$pH = -\log[H^+] = -\log(0.2) = 0.7$$

هیدروبرمیک اسید، یک اسید قوی است، پس غلظت یون هیدروژن در محلول آن با غلظت اولیه اسید برابر است. برای اینکه مقدار  $pH$  محلول هیدروبرمیک اسید با مقدار  $pH$  محلول اسیدی داده شده برابر شود، باید غلظت هیدروبرمیک اسید با غلظت یون هیدروژن در محلول اسیدی داده شده برابر باشد. بر این اساس، داریم:

$$[H^+] = [HBr] = 0.2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

### علت استفاده از غلظت مولار:



هرچند که غلظت بسیاری از محلول ها در صنعت، پزشکی، داروسازی، کشاورزی و زندگی روزانه با درصد جرمی بیان می شود، اما تجربه نشان می دهد که اندازه گیری حجم یک مایع به ویژه در آزمایشگاه، آسان تر از جرم آن است. از سوی دیگر، شیمی دان ها اغلب مقدار هر ماده را برحسب مول بیان می کنند و در واقع مبنای محاسبه های کمی در مباحث استوکیومتری و ... شیمی، مول است. به همین خاطر، شیمی دان ها برای بیان غلظت محلول ها از مقیاسی استفاده می کنند که در آن تعداد مول های حل شونده موجود در هر لیتر محلول نشان داده می شود. چنین غلظتی، مولار (غلظت مولی یا همان مول بر لیتر) نام دارد. نوعی دیگری از بیان غلظت بر مبنای حجم محلول وجود دارد که تعداد گرم های حل شونده در هر لیتر از محلول را نشان داده و گاهی در کنکور هم از آن سوال طرح می شود. در رابطه با این نوع از بیان غلظت داریم:

$$\text{جرم مولی حل شونده} \times \text{غلظت مولی محلول} = \frac{\text{جرم مولی حل شونده} \times \text{مول حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \text{غلظت گرم بر لیتر}$$

با توجه به توضیحات داده شده، غلظت محلول هیدروبرمیک اسید را بر مبنای گرم بر لیتر محاسبه می کنیم.

$$0.2 \times 81 = 16.2 \text{ g} \cdot L^{-1} = 0.2 \times 81 = 16.2 \text{ g} \cdot L^{-1} = \text{غلظت گرم بر لیتر}$$

۱۰۷- کدام موارد از مطالب زیر، درست هستند؟

آ: همه بازهای آرنیوس در ساختار خود، دارای یک یون چندانی هستند.

ب: تعریف آرنیوس برای اسیدها یا بازها، محدود به محلول‌های آبی می‌شود.

پ: مقدار ۰/۵ مول سولفوریک اسید با ۰/۵ مول باریم هیدروکسید، خنثی می‌شود.

ت: معادله یونش نیترواسید یک طرفه، ولی معادله یونش  $HCN$  در آب برگشت پذیر است.

(۴) آ و ت

(۳) ب و ت

(۲) آ و پ

(۱) ب و پ

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۱)

پاسخ تشریحی:

عبارت‌های (ب) و (پ) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: یون هیدروکسید با نماد شیمیایی  $OH^-$ ، در ساختار بسیاری از مواد بازی از جمله سدیم هیدروکسید و باریم هیدروکسید وجود دارد. توجه داریم که برخی از بازهای آرنیوس مثل آمونیاک و ترکیب‌های آمینی مثل متیل آمین، از جمله مواد مولکولی به شمار رفته و در ساختار مولکولی خود فاقد یون هیدروکسید یا هر یون دیگری هستند.

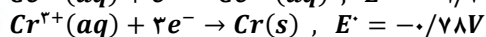
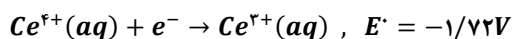
ب: آرنیوس تعریف خود از اسیدها و بازها را صرفاً محدود به محلول‌های آبی کرد. براساس یافته‌های تجربی آرنیوس، هنگامی که اسیدها و بازها در آب حل می‌شوند، مقدار یون‌های موجود در آب را افزایش می‌دهند و به همین خاطر، محلول اسیدها و بازها رسانای جریان الکتریکی هستند. براساس نظریه آرنیوس، اسید ماده‌ای است که در آب حل می‌شود و طی انحلال خود، غلظت یون هیدروژن را در محلول افزایش می‌دهد. براساس این نظریه، باز ماده‌ای است که در آب حل می‌شود و طی انحلال خود، غلظت یون هیدروکسید را در محلول افزایش می‌دهد.

پ: سولفوریک اسید دوظرفیتی بوده و باریم هیدروکسید نیز یک باز دوظرفیتی است. با توجه به یکسان بودن ظرفیت این دو ماده، می‌توان گفت ۰/۵ مول از سولفوریک اسید با ۰/۵ مول باریم هیدروکسید واکنش می‌دهد.

ت: نیترو اسید ( $HNO_3$ )، همانند هیدروسیانیک اسید ( $HCN$ )، یک اسید ضعیف با یونش جزئی است. این دو ماده بر اساس واکنش‌های تعادلی در محلول خود یونش پیدا می‌کنند.

### گروه آموزشی ماز

۱۰۸- معادله کاهشی نیم‌واکنش‌های انجام شده در یک سلول گالوانی به صورت زیر است. در رابطه با این سلول و واکنش کلی انجام شده در آن، کدام مطلب داده شده درست است؟



(۱) کاتیون  $Ce^{3+}(aq)$  در این واکنش، کاهش یافته و در نقش عامل اکسنده است.

(۲) با توجه به معادله نیم‌واکنش‌های داده شده، قدرت کاهندگی  $Ce^{3+}(aq)$  کمتر از اتم کروم است.

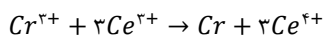
(۳) مقدار  $E^\circ$  واکنش انجام شده در سلول برابر ۰/۹۴ ولت بوده و این واکنش به‌صورت طبیعی پیشرفت دارد.

(۴) مجموع ضرایب استوکیومتری مواد پس از موازنه معادله واکنش برابر ۶ بوده و ۳ الکترون در این واکنش مبادله شده است.

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - مفهومی - ۱۲۰۲)

پاسخ تشریحی:

چون پتانسیل کاهشی کروم بیشتر است، یون‌های این ماده کاهش یافته و یون‌های  $Ce^{3+}$  نیز اکسید می‌شوند. در این فرایند، اتم کروم به عنوان فراورده تولید می‌شود. معادله این واکنش به صورت زیر است:



با توجه به معادله این واکنش، یون  $Ce^{3+}$  الکترون از دست داده است. در رابطه با این واکنش، داریم:

$$emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = (-0/78) - (-1/72) = 0/94V$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) کاتیون  $Ce^{3+}(aq)$  در این واکنش، الکترون از دست می‌دهد. بر این اساس، می‌توان گفت یون مورد نظر اکسایش یافته و در نقش عامل کاهنده است.

۲) چون یون  $Ce^{3+}(aq)$  الکترون از دست داده است، پس می‌توان گفت قدرت کاهندگی (تمایل به از دست دادن الکترون و اکسید شدن) یون  $Ce^{3+}(aq)$  بیشتر از اتم کروم است.

۴) مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در معادله واکنش برابر ۸ بوده و ۳ الکترون در این واکنش مبادله شده است.

گروه آموزشی ماز

۱۰۹- اگر بر اثر واکنش کامل یک قطعه ۵۰ گرمی آلیاژ منگنز و نقره با محلول سولفوریک اسید،  $6/72L$  گاز در شرایط  $STP$  تولید شود، درصد جرمی فلز با عدد اتمی کمتر در این قطعه چقدر است؟ ( $Ag = 108$  و  $Mn = 55 : g.mol^{-1}$ )

$$E^{\circ}(Mn^{2+}/Mn) = -1/18 V$$

$$E^{\circ}(Ag^{+}/Ag) = +0/80 V$$

۶۶ (۴)

۵۴/۵ (۳)

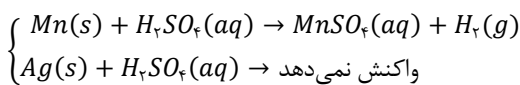
۴۹/۵ (۲)

۳۳ (۱)

پاسخ: گزینه ۱ (آسان - مساله - ۱۳۰۲)

پاسخ تشریحی:

پتانسیل کاهش استاندارد هیدروژن برابر با صفر ولت است. توجه داریم که فلزهایی با پتانسیل کاهش مثبت، با یون هیدروژن موجود در محلولهای اسیدی وارد واکنش نمی‌شوند. از آنجا که  $E^{\circ}$  فلزهای منگنز ( $Mn$ ) و نقره ( $Ag$ ) به ترتیب منفی و مثبت است، تنها فلز منگنز با سولفوریک اسید واکنش می‌دهد و فلز نقره بدون تغییر باقی می‌ماند. معادله واکنش‌های مورد نظر به صورت زیر است:



با استفاده از حجم گاز  $H_2$  آزاد شده، جرم  $Mn$  مصرف شده را محاسبه می‌کنیم:

$$? g Mn = 6/72 L H_2 \times \frac{1 mol H_2}{22/4 L H_2} \times \frac{1 mol Mn}{1 mol H_2} \times \frac{55 g Mn}{1 mol Mn} = 16/5 g Mn$$

در نهایت درصد جرمی فلز با عدد اتمی کمتر (یعنی فلز منگنز) را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی فلز } Mn = \frac{\text{جرم } Mn}{\text{جرم آلیاژ}} \times 100 = \frac{16/5}{50} \times 100 = 33 \text{ درصد}$$

گروه آموزشی ماز

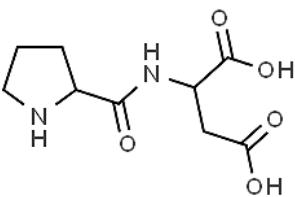
۱۱۰- چه تعداد از عبارتهای داده شده در رابطه با ترکیب مقابل درست است؟

آ: در ساختار این ماده، فقط ۲ اتم کربن با عدد اکسایش ۲- وجود دارد.

ب: انحلال پذیری این ماده در آب در مقایسه با اسیدهای چرب کمتر است.

پ: شمار اتمهای  $H$  در این ماده، ۲ برابر شمار اتمهای  $H$  در اتیلن گلیکول است.

ت: گروه عاملی موجود در ساختار مولکول اوره، در ساختار این ترکیب یافت می‌شود.



۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط - مفهومی - ۱۳۰۲)

پاسخ تشریحی:

فقط عبارت (ت) درست است.

بررسی موارد:

آ: اتمهای کربنی از ترکیب داده شده که به ۲ اتم کربن و به ۲ اتم هیدروژن متصل شده‌اند، عدد اکسایش ۲- دارند. در ساختار این ماده، ۳ اتم کربن با عدد اکسایش ۲- وجود دارد که ۲ مورد از آن‌ها در ساختار حلقه کربنی قرار گرفته‌اند.

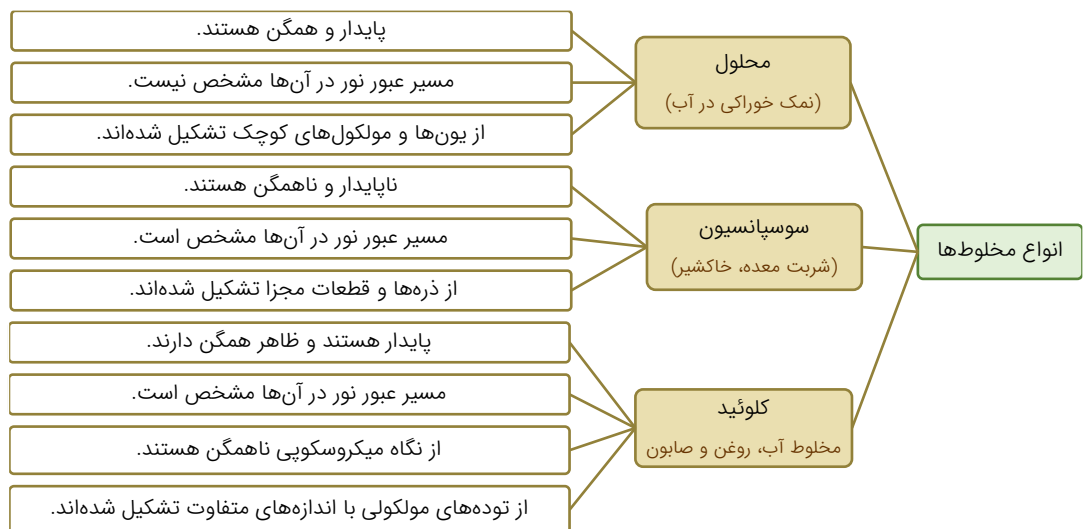
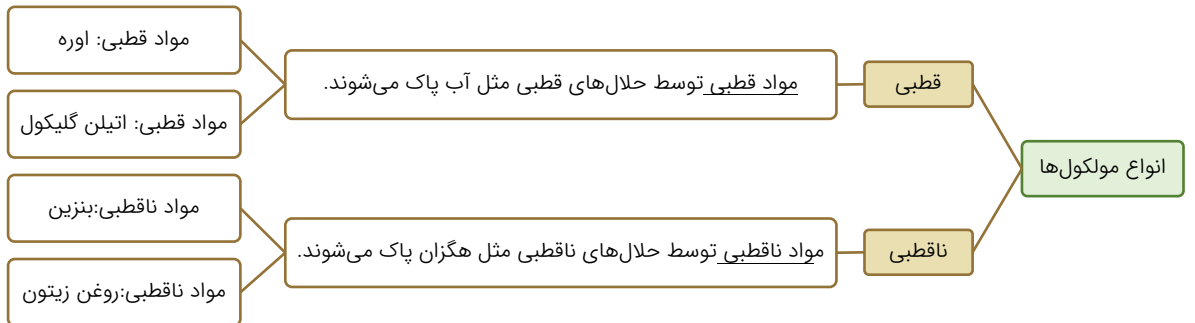
ب: در ساختار ترکیب مورد نظر، یک عامل آمینی، یک عامل آمیدی و ۲ عامل اسیدی قرار گرفته و اتمهای موجود در ساختار این گروه‌های عاملی، با آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌کنند. با توجه به توانایی بالای این ترکیب در برقراری پیوند هیدروژنی و کوچک بودن بخش‌های ناقصی آن، این ماده به خوبی در آب حل می‌شود. این در حالی است که اسیدهای چرب نامحلول در آب هستند.

پ: فرمول شیمیایی ترکیب داده شده به صورت  $C_4H_{14}N_2O_5$  است. همانطور که مشخص است، در ساختار این ماده ۱۴ اتم هیدروژن وجود دارد در حالی که در ساختار اتیلن گلیکول، ۶ اتم هیدروژن یافت می‌شود.

ت: در ساختار اوره، گروه عاملی آمیدی وجود دارد. در ساختار ترکیب داده شده نیز گروه عاملی آمیدی یافت می‌شود.

گروه آموزشی ماز

بریم سراغیه جمع بندی از نیمسال اول دوازدهم



قدرت پاک‌کنندگی صابون

- هرچه قدر که صابون درصد چربی بیشتری را پاک کند، قدرت بیشتری دارد.
- با افزایش مقدار صابون، قدرت پاک‌کنندگی صابون افزایش پیدا می‌کند.
- استفاده از پارچه نخی بجای پلی‌استری، قدرت پاک‌کنندگی صابون را افزایش می‌دهد.
- هرچه آب سختی بیشتری داشته باشد، قدرت پاک‌کنندگی صابون کاهش پیدا می‌کند.
- افزافه کردن آنزیم به صابون، قدرت پاک‌کنندگی صابون را افزایش می‌دهد.
- با افزایش دما، قدرت پاک‌کنندگی صابون افزایش پیدا می‌کند.

ذرات چربی با پارچه پلی‌استری پیوند قوی‌تری برقرار می‌کنند

یون‌های کلسیم و منیزیم موجود در آب سخت با صابون تشکیل رسوب می‌دهند.

پاک‌کننده غیرصابونی

- فرمول شیمیایی کلی این پاک‌کننده‌ها به صورت  $RC_6H_4SO_3Na$  است.
- در این فرمول،  $R$  معادل زنجیر هیدروکربنی بوده و به همراه حلقه بنزنی، بخش ناقطبی پاک‌کننده را تشکیل می‌دهد.
- این پاک‌کننده‌ها نسبت به صابون قدرت پاک‌کنندگی بالاتری داشته و آن را در آب سخت نیز حفظ می‌کنند.
- با استفاده از بنزن و سایر مواد اولیه، طی واکنش‌های پیچیده در صنعت تولید می‌شوند.

پاک‌کننده‌های خورنده

- این نوع از پاک‌کننده‌ها افزون بر برهمکنش با آلاینده‌ها، با آن‌ها واکنش نیز می‌دهند.
- موادی مانند هیدروکلریک اسید (جوهر نمک)، سدیم هیدروکسید (سود سوزآور) و سفیدکننده‌ها از جمله این مواد هستند.

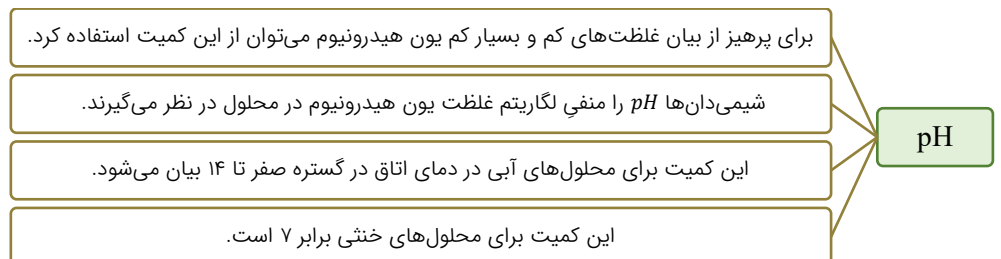
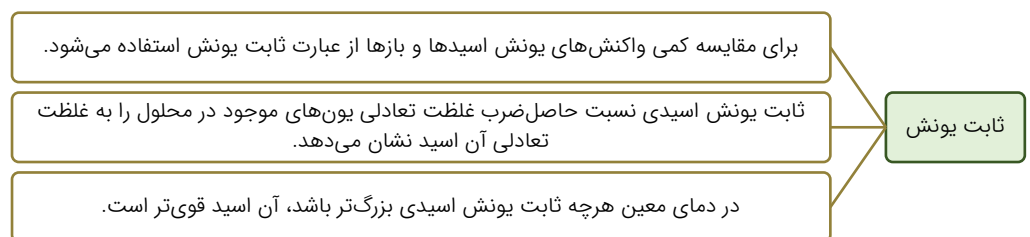
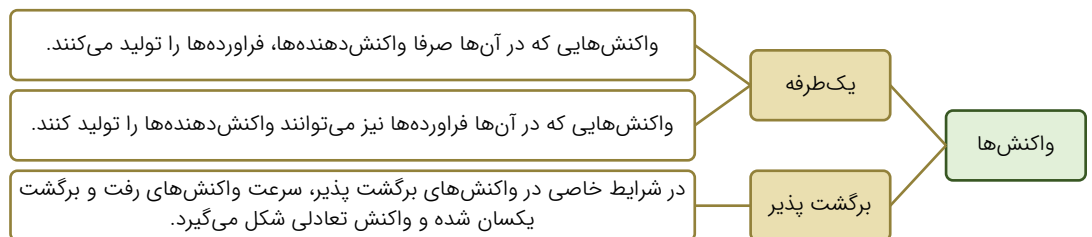
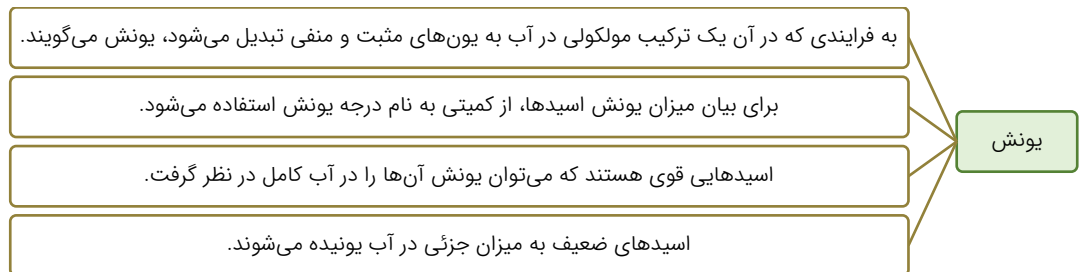
پودر سدیم هیدروکسید و آلومینیم

- از این پاک‌کننده که خاصیت بازی دارد، برای باز کردن مجرای مسدود شده توسط آلاینده‌هایی با خاصیت اسیدی مانند اسیدهای چرب استفاده می‌شود.
- گاز هیدروژن فراورده این واکنش است که آلاینده‌ها را با وارد کردن ضربه جدا می‌کند.
- این واکنش گرماده بوده و با تولید گرما باعث جداسازی ذرات چربی می‌شود.
- فراورده دیگر این واکنش صابون است که خود باعث حل شدن چربی‌ها می‌شود.

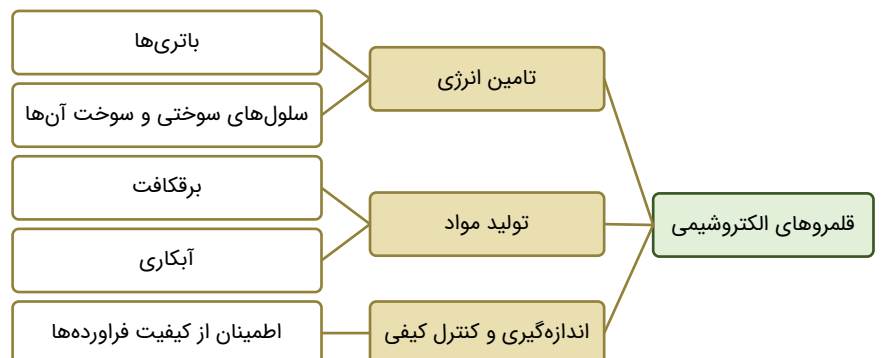
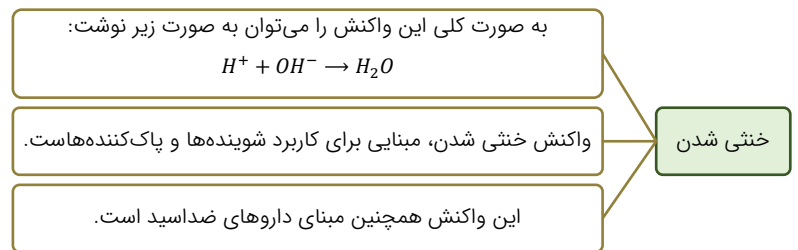
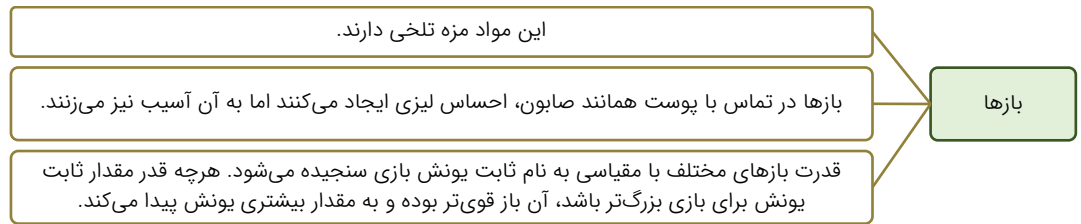
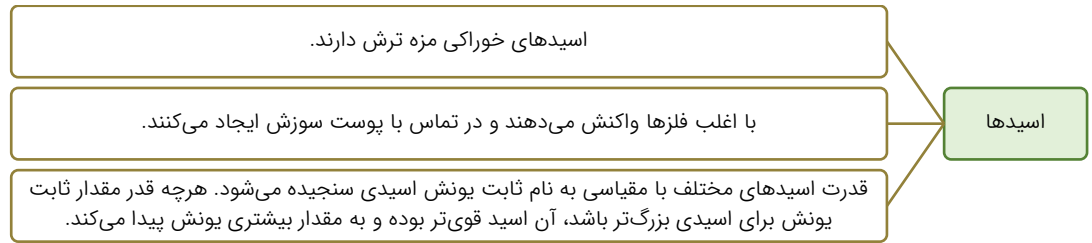
آرنیوس

- شیمی‌دان‌ها قبل از شناخته شدن ساختار اسید و بازها، با ویژگی‌های اسیدها و بازها و برخی واکنش‌های آن‌ها آشنا بودند.
- سوانت آرنیوس اسیدها و بازها را بر یک مبنای علمی توصیف کرد. او بر روی رسانایی الکتریکی محلول‌ها کار می‌کرد.
- هر ماده‌ای که با حل شدن در آب غلظت یون هیدرونیوم را افزایش دهد، اسید آرنیوس است.
- هر ماده‌ای که با حل شدن در آب غلظت یون هیدروکسید را افزایش دهد، باز آرنیوس به‌شمار می‌رود.
- هرچه  $[H^+]$  در محلولی بیشتر باشد، آن محلول اسیدی‌تر و هرچه  $[OH^-]$  در محلولی بیشتر باشد، آن محلول بازی‌تر است.





گل ادریسی	کاغذ pH		
آبی	قرمز	محیط اسیدی	رنگ مواد در محیط‌های مختلف
قرمز	آبی	محیط بازی	





سفر الکترون

- اتصال فلزها در شرایط مناسب یکی از راههای استفاده از انرژی ذخیره شده در آنهاست.
- با استفاده از دو تیغه فلزی با جنس متفاوت و لیمو می‌توان یک لامپ را روشن کرد.
- در باتری، بخشی از انرژی شیمیایی مواد به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.
- چراغ خورشیدی از لامپ، سلول خورشیدی و باتری قابل شارژ تشکیل شده است.

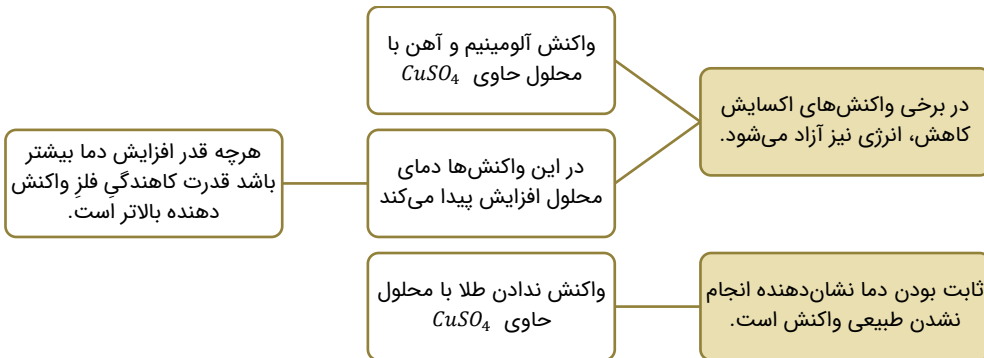
اکسایش-کاهش

- واکنشی که با تبادل الکترون همراه است، واکنش اکسایش-کاهش نامیده می‌شود.
- گرفتن الکترون، کاهش نام دارد.
- از دست دادن الکترون، اکسایش نام دارد.
- فرایند گرفتن و از دست دادن الکترون را به ترتیب با نیم‌واکنش کاهش و اکسایش نمایش می‌دهند.
- نیم‌واکنش‌ها باید از نظر جرم و بار الکتریکی موازنه شوند.

اکسنده-کاهنده

- گونه کاهنده در نیم‌واکنش اکسایش، الکترون از دست می‌دهد.
- گونه اکسنده در نیم‌واکنش کاهش، الکترون می‌گیرد.
- فلزها اغلب کاهنده و نافلزها اغلب اکسنده هستند.

جاری شدن انرژی



سلول گالوانی

- اگر بجای داد و ستد مستقیم الکترون، آن را از طریق یک مدار بیرونی هدایت کنیم، می‌توانیم بخشی از انرژی شیمیایی آزاد شده را استفاده کنیم.
- سلول گالوانی برای استفاده از انرژی واکنش‌های اکسایش-کاهش کاربرد دارد.
- این سلول شامل دو نیم‌سلول آند و کاتد و یک دیواره متخلخل است.
- دیواره متخلخل با کمک به عبور یون‌ها، باعث خنثی ماندن سلول می‌شود.

آند سلول گالوانی

- به دلیل تولید الکترون، نیم سلول آن را با علامت منفی نشان می دهند.
- در این نیم سلول، گونه‌ی کاهنده‌تر حضور دارد.
- در این نیم سلول، نیم واکنش اکسایش انجام می شود.
- با تبدیل شدن اتم‌های خنثی موجود در تیغه به یون‌های محلول در آب، به مرور وزن تیغه آندی کاهش پیدا می کند.
- کاتیون‌های تولید شده از طریق دیواره متخلخل به سمت نیم سلول کاتد حرکت می کنند.
- در این نیم سلول، الکترون‌های تولید شده و از طریق مدار بیرونی به سمت نیم سلول کاتد حرکت می کنند.

کاتد سلول گالوانی

- به دلیل مصرف الکترون، نیم سلول آن را با علامت مثبت نشان می دهند.
- در این نیم سلول، گونه‌ی اکسنده‌تر حضور دارد.
- در این نیم سلول، نیم واکنش کاهش انجام می شود.
- با تبدیل شدن کاتیون‌های موجود در محلول به اتم‌های فلزی، به مرور وزن تیغه کاتدی افزایش پیدا می کند.
- آنیون‌های اضافی این محلول از طریق دیواره متخلخل به سمت نیم سلول آند حرکت می کنند.
- در این نیم سلول، الکترون‌های تولید شده در نیم سلول آند مصرف می شوند.

SHE

- اندازه‌گیری پتانسیل یک نیم سلول به طور جداگانه امکان ندارد پس باید نسبی اندازه‌گیری شود.
- نیم سلول استاندارد هیدروژن (SHE) به عنوان مبنا انتخاب شده است.
- پتانسیل این نیم سلول برابر صفر در نظر گرفته شده است.
- با تشکیل سلول توسط نیم سلول استاندارد هیدروژن و سایر نیم سلول‌ها، پتانسیل آن‌ها را اندازه‌گیری می کنند.
- این اندازه‌گیری در دمای اتاق و فشار یک اتمسفر و غلظت یک مولار برای محلول الکترولیت انجام می شود.
- پتانسیل استاندارد نیم سلول را با نماد  $E^0$  نشان می دهند.

emf

- اختلاف پتانسیل دو نیم سلول، نیروی الکتروموتوری نام دارد.
- نیروی الکتروموتوری را با نماد  $emf$  نشان می دهند.
- مقدار آن را از کم کردن پتانسیل نیم سلول آند از پتانسیل نیم سلول کاتد محاسبه می کنیم.

سری الکتروشیمیایی

رتبه‌بندی فلزها برحسب  $E^0$  آن‌ها در یک جدول، سری الکتروشیمیایی نامیده می‌شود.

در سری الکتروشیمیایی، از پایین به بالا پتانسیل استاندارد نیم سلول‌ها افزایش پیدا می‌کند.

در سری الکتروشیمیایی، نیم واکنش‌ها به صورت کاهش نوشته می‌شوند.

در سری الکتروشیمیایی، گونه اکسند و الکترون در سمت چپ نوشته می‌شوند.

در سری الکتروشیمیایی، گونه کاهنده در سمت راست نوشته می‌شود.

قدرت اکسندگی-کاهندگی

در سری الکتروشیمیایی هرچه بالاتر می‌رویم

پتانسیل استاندارد افزایش پیدا می‌کند.

قدرت اکسندگی افزایش می‌یابد

قدرت کاهندگی کاهش می‌یابد

در سری الکتروشیمیایی هرچه پایین‌تر می‌رویم

پتانسیل استاندارد کاهش پیدا می‌کند.

قدرت اکسندگی کاهش می‌یابد

قدرت کاهندگی افزایش می‌یابد.

لیتیم

در بین فلزها کم‌ترین  $E^0$  را دارد.

در بین فلزها کم‌ترین چگالی را دارد.

برای ساخت باتری‌های سبک‌تر، کوچک‌تر و با توانایی ذخیره انرژی بیشتر کاربرد دارد.

در ساخت باتری‌های دگمه‌ای و قابل شارژ کاربرد دارد.

سلول سوختی

سلول سوختی نوعی سلول گالوانی برای تامین انرژی است.

بازده سوزاندن گاز هیدروژن حدود ۲۰ درصد است و این بازده در سلول گالوانی به حدود ۶۰ درصد می‌رسد.

اتلاف انرژی در این روش بسیار کمتر از استفاده از سوخت‌های فسیلی است.

رایج‌ترین سلول سوختی، سلول هیدروژن-اکسیژن است.

هر سلول سوختی از سه جزء اصلی تشکیل شده است.

آند

کاتد

غشای مبادله کننده

عدد اکسایش

- از کم کردن شمار الکترونهای نسبت داده شده به اتم از شمار الکترونهای ظرفیت آن بدست می آید.
- افزایش عدد اکسایش به معنای از دست دادن الکترون است.
- کاهش عدد اکسایش به معنای گرفتن الکترون است.
- عدد اکسایش اتمهای خنثی برابر صفر است.
- عدد اکسایش یونهای تک اتمی برابر بار یون الکتریکی آنهاست.

سلول الکترولیتی

- همانند سلول گالوانی
- در نیم سلول کاتد، نیم واکنش کاهش انجام می شود.
- در نیم سلول آند، نیم واکنش کاهش انجام می شود.
- با مصرف انرژی، واکنش را در جهت دلخواه پیش می بریم.
- برخلاف سلول گالوانی
- آند قطب مثبت و کاتد قطب منفی سلول است.
- الکترودها معمولا در واکنش شرکت نمی کنند.

برقکافت آب

- نوعی سلول الکترولیتی است.
- در این سلول با مصرف انرژی، مولکولهای آب به عناصر سازنده خود تجزیه می شوند.
- در اطراف نیم سلول آند، گاز اکسیژن و یون هیدروژن تولید می شود.
- در اطراف نیم سلول کاتد، گاز هیدروژن و یون هیدروکسید تولید می شود.
- برای برقکافت آب باید اندکی الکترولیت به آن اضافه کنیم.

برقکافت سدیم کلرید

- نوعی سلول الکترولیتی است.
- در این سلول با مصرف انرژی، نمک سدیم کلرید مذاب به عناصر سازنده خود تجزیه می شود.
- نقطه ذوب سدیم کلرید خالص، ۸۰۱ درجه سانتی گراد است.
- پس از اضافه کردن کلسیم کلرید، نقطه ذوب آن به ۵۸۷ درجه سانتی گراد می رسد.
- برای برقکافت آب باید اندکی الکترولیت به آن اضافه کنیم.

تهیه منیزیم از آب دریا

آب دریا

رسوب دادن با یون هیدروکسید

تولید منیزیم هیدروکسید

عبور از صافی و واکنش با هیدروکلریک اسید

تولید محلول منیزیم کلرید

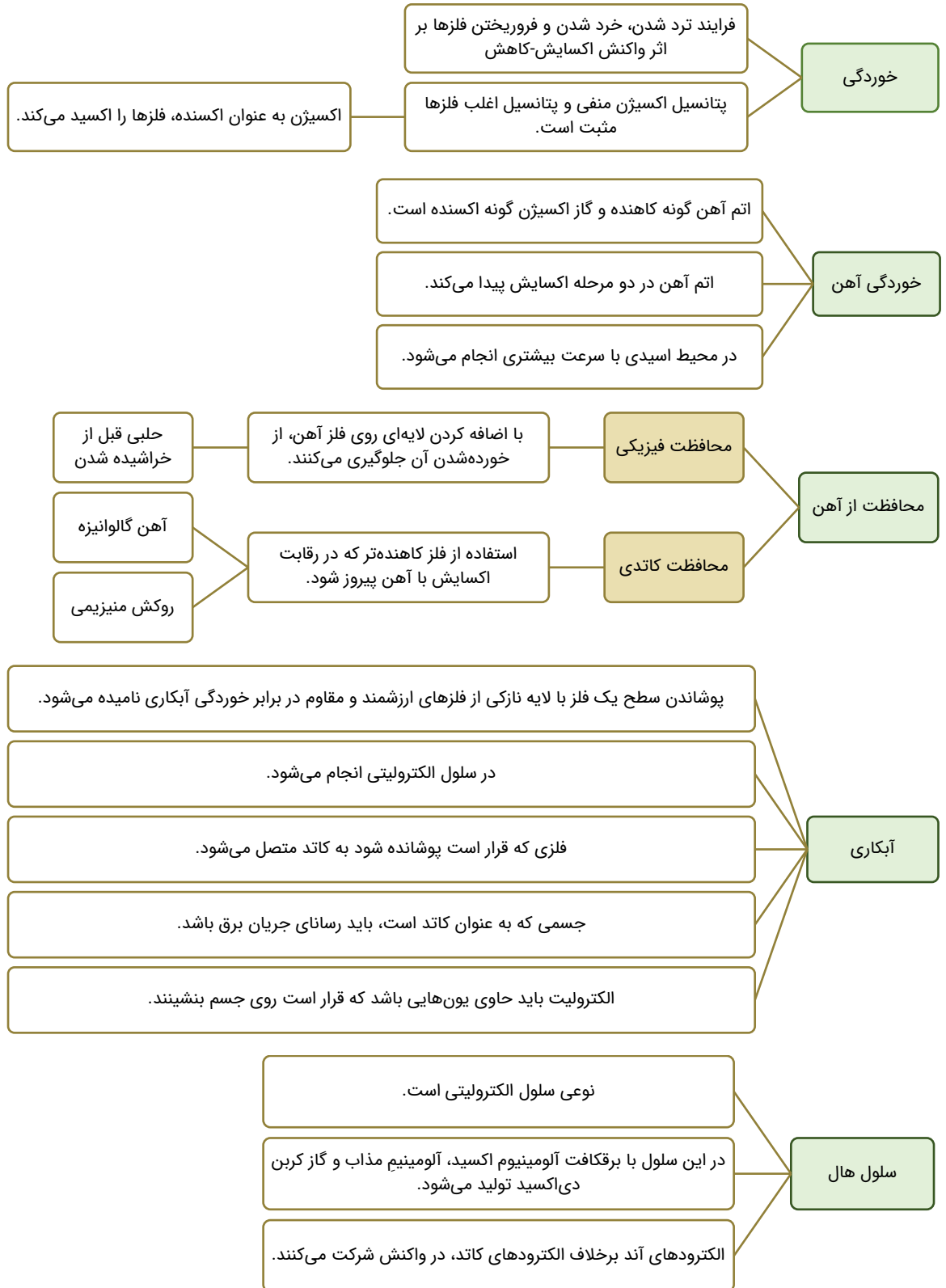
خشک کردن و ذوب کردن

تولید منیزیم کلرید مذاب

تولید منیزیم مذاب و گاز کلر

برقکافت





۱۱۱- کدام یک از توابع زیر در  $\mathbb{R}$  نه صعودی و نه نزولی است؟

$f(x) = x + |x|$  (۴)

$f(x) = |x|$  (۳)

$f(x) = -x^3 + 1$  (۲)

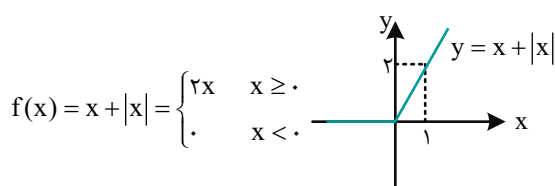
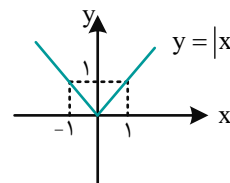
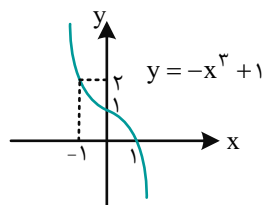
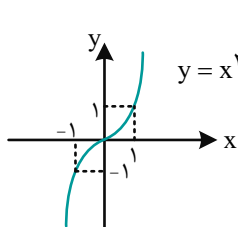
$f(x) = x^3$  (۱)

(آسان - مفهومی - ۱۲۰۱)

پاسخ: گزینه ۳

پاسخ تشریحی:

با رسم نمودارهای توابع داده شده، مشخص می‌شود که تابع  $f(x) = |x|$  در  $\mathbb{R}$  نه صعودی و نه نزولی است ولی سایر توابع داده شده در  $\mathbb{R}$  یکنوا هستند.



توجه شود که تابع  $y = x^3$  در  $\mathbb{R}$  اکیداً صعودی و تابع  $y = -x^3 + 1$  در  $\mathbb{R}$  اکیداً نزولی و تابع  $y = x + |x|$  در  $\mathbb{R}$  صعودی و تابع  $y = |x|$  در  $\mathbb{R}$  غیر یکنوا است.

گروه آموزشی ماز

۱۱۲- اگر توابع  $f = \{(7, 8), (5, 3), (9, 8), (11, 4)\}$  و  $g = \{(5, 7), (3, 5), (7, 9), (9, 11)\}$  مفروض باشند، مجموع تعداد اعضای توابع  $\text{fog}$  و  $\text{gof}$  کدام است؟

۸ (۴)

۷ (۳)

۵ (۲)

۴ (۱)

(آسان - محاسباتی - ۱۲۰۱)

پاسخ: گزینه ۲

پاسخ تشریحی:

$f = \{(7, 8), (5, 3), (9, 8), (11, 4)\}$

$g = \{(5, 7), (3, 5), (7, 9), (9, 11)\}$

$\text{fog} = \{(5, 8), (3, 3), (7, 8), (9, 4)\}$

$\text{gof} = \{(5, 5)\}$

تابع  $\text{fog}$  دارای ۴ عضو و تابع  $\text{gof}$  دارای یک عضو است، پس مجموع تعداد اعضای توابع  $\text{fog}$ ،  $\text{gof}$  برابر ۵ است.

توجه شود که برای نوشتن اعضای  $\text{fog}$  و  $\text{gof}$  به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$\text{fog} : \begin{cases} x = 5 \Rightarrow g(5) = 7 \Rightarrow f(7) = 8 \Rightarrow f(g(5)) = 8 \\ x = 3 \Rightarrow g(3) = 5 \Rightarrow f(5) = 3 \Rightarrow f(g(3)) = 3 \\ x = 7 \Rightarrow g(7) = 9 \Rightarrow f(9) = 8 \Rightarrow f(g(7)) = 8 \\ x = 9 \Rightarrow g(9) = 11 \Rightarrow f(11) = 4 \Rightarrow f(g(9)) = 4 \end{cases}$$

$$\text{gof} : \begin{cases} x = 5 \Rightarrow f(5) = 3 \Rightarrow g(3) = 5 \Rightarrow g(f(5)) = 5 \end{cases}$$

گروه آموزشی ماز

۱۱۳- مقدار مینیمم کدام یک از توابع زیر از سایرین کمتر است؟

$$y = \sqrt{3} - \cos \frac{\pi}{3} x \quad (2)$$

$$y = 1 + 2 \sin 7x \quad (1)$$

$$y = -\frac{3}{4} \cos 3x \quad (4)$$

$$y = -\pi \sin \frac{x}{2} - 2 \quad (3)$$

(آسان - محاسباتی - ۱۲۰۲)

پاسخ: گزینه ۳

پاسخ تشریحی:

$$y = 1 + 2 \sin 7x \Rightarrow \min y = 1 - 2 = -1$$

$$y = \sqrt{3} - \cos \frac{\pi}{3} x \Rightarrow \min y = \sqrt{3} - 1$$

$$y = -\pi \sin \frac{x}{2} - 2 \Rightarrow \min y = -2 - \pi$$

$$y = -\frac{3}{4} \cos 3x \Rightarrow \min y = -\frac{3}{4}$$

کوچکترین مقدار به دست آمده برای مینیمم در توابع فوق، برابر  $(-2 - \pi)$  است، زیرا  $\pi \approx 3.14$  و بنابراین  $-2 - \pi \approx -5.14$  است.

گروه آموزشی ماز

۱۱۴- تعداد جوابهای معادله  $\cos 2x - \cos x + 1 = 0$  در بازه  $[0, 2\pi]$  کدام است؟

۳ (۴)

۵ (۳)

۶ (۲)

۴ (۱)

(ساده - محاسباتی - ۱۲۰۲)

پاسخ: گزینه ۱

پاسخ تشریحی:

$$\cos 2x - \cos x + 1 = 0 \Rightarrow 2 \cos^2 x - 1 - \cos x + 1 = 0 \Rightarrow 2 \cos^2 x - \cos x = 0$$

$$\Rightarrow \cos x (2 \cos x - 1) = 0 \Rightarrow \begin{cases} \cos x = 0 \Rightarrow x = k\pi + \frac{\pi}{2} \\ 2 \cos x - 1 = 0 \Rightarrow \cos x = \frac{1}{2} \Rightarrow \begin{cases} x = 2k\pi + \frac{\pi}{3} \\ x = 2k\pi - \frac{\pi}{3} \end{cases} \end{cases}$$

k	۰	۱
x	$\frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}$	$\frac{2\pi}{3}, \frac{4\pi}{3}$

پس معادله در بازه  $[0, 2\pi]$  دارای ۴ جواب است.

گروه آموزشی ماز

۱۱۵- حاصل  $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x - \sqrt{x}}{x^2 + x - 2}$  کدام است؟

$\frac{1}{6}$  (۴)

$\frac{1}{3}$  (۳)

$\frac{1}{4}$  (۲)

$\frac{1}{2}$  (۱)

(ساده - محاسباتی - ۱۲۰۳)

پاسخ: گزینه ۴

پاسخ تشریحی:

$$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x - \sqrt{x}}{x^2 + x - 2} = \frac{0}{0} \text{ مبهم}$$

$$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x - \sqrt{x}}{x^2 + x - 2} = \lim_{x \rightarrow 1} \frac{x - \sqrt{x}}{x^2 + x - 2} \times \frac{x + \sqrt{x}}{x + \sqrt{x}} = \lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2 - x}{(x+2)(x-1)(x+\sqrt{x})}$$

$$= \lim_{x \rightarrow 1} \frac{x(x-1)}{(x+2)(x-1)(x+\sqrt{x})} = \lim_{x \rightarrow 1} \frac{x}{(x+2)(x+\sqrt{x})} = \frac{1}{6}$$

۱۱۶- اگر  $f(x) = 3x^2 - 2x + 1$ ، آن گاه عرض از مبدأ خط مماس بر منحنی تابع  $f$  در نقطه‌ای به طول ۲ واقع بر منحنی کدام است؟

(۴) -۹

(۳) ۹

(۲) -۱۱

(۱) ۱۱

(ساده - مفهومی - ۱۲۰۴)

پاسخ: گزینه ۲

پاسخ تشریحی:

$$f(x) = 3x^2 - 2x + 1 \Rightarrow f(2) = 3(4) - 2(2) + 1 = 9$$

پس مختصات نقطهٔ تماس به صورت  $A(2, 9)$  است و داریم:

$$f'(x) = 6x - 2 \Rightarrow f'(2) = 10 \Rightarrow m = 10$$

پس شیب خط مماس بر منحنی تابع  $f$  در نقطه‌ای به طول ۲ برابر ۱۰ است و بنابراین معادلهٔ خط مماس به صورت زیر خواهد بود:

$$y - 9 = 10(x - 2) \Rightarrow y = 10x - 11 \xrightarrow{x=0} y = -11$$

پس عرض از مبدأ خط مماس بر منحنی در نقطه‌ای به طول ۲ واقع بر منحنی برابر (-۱۱) است.

### گروه آموزشی ماز

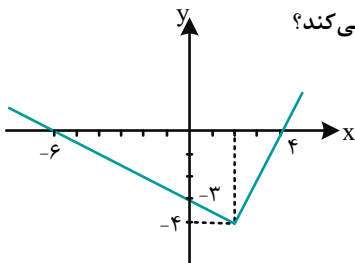
۱۱۷- نمودار تابع  $y = f(x)$  به صورت شکل مقابل است. نمودار تابع  $y = f(|x|) + 3$  محور  $x$  ها را در چند نقطه قطع می‌کند؟

(۱) هیچ

(۲) ۱

(۳) ۲

(۴) ۳

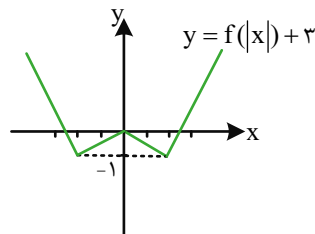
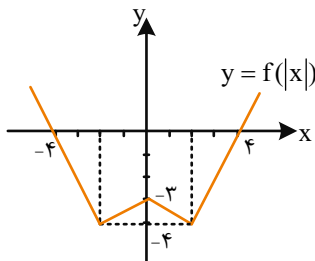


(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۲۰۱)

پاسخ: گزینه ۴

پاسخ تشریحی:

اگر نمودار تابع  $y = f(|x|) + 3$  را رسم کنیم، طبق شکل، تابع محور  $x$  ها را در سه نقطه قطع می‌کند. برای رسم نمودار تابع از قواعد انتقال استفاده شده است.



### گروه آموزشی ماز

۱۱۸- کدام یک از گزاره‌های زیر صحیح هستند؟

الف: تابع  $f(x) = |x+1| + |x-2|$  روی بازهٔ  $[-1, +\infty)$  صعودی است.

ب: تابع  $f(x) = \begin{cases} -\frac{1}{x} & x < 0 \\ 1+x^3 & x \geq 0 \end{cases}$  روی دامنه‌اش اکیداً صعودی است.

(۴) هیچ کدام

(۳) هر دو گزاره

(۲) فقط ب

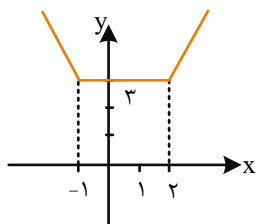
(۱) فقط الف

(متوسط - مفهومی - ۱۲۰۱)

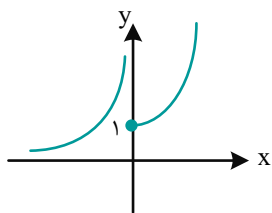
پاسخ: گزینه ۱

بررسی موارد:

با رسم نمودار تابع  $f(x) = |x+1| + |x-2|$  در دستگاه محورهای مختصات مشخص می‌شود که تابع  $f$  در بازه  $[-1, +\infty)$  صعودی است و بنابراین گزاره الف صحیح است.



با رسم نمودار تابع  $f(x) = \begin{cases} -\frac{1}{x} & x < 0 \\ 1+x^3 & x \geq 0 \end{cases}$  در دستگاه محورهای مختصات مشخص می‌شود که تابع در دامنه‌اش غیریکنواست. بنابراین گزاره ب نادرست است.



### گروه آموزشی ماز

۱۱۹-  $f$  تابعی است خطی به طوری که رابطه  $f \circ f \circ f(x) = ax + 3\sqrt{2} - 6$  برقرار است. اگر تابع  $f^{-1}$  موازی با تابع  $f$  باشد، فاصله بین  $f$  و  $f^{-1}$  کدام است؟

$2 + \sqrt{2}$  (۴)

$2\sqrt{2}$  (۳)

$2 - \sqrt{2}$  (۲)

$2\sqrt{2} - 2$  (۱)

(متوسط - ترکیبی / محاسباتی - ۱۲۰۱)

پاسخ: گزینه ۱

پاسخ تشریحی:

چون  $f$  تابعی خطی است و  $f^{-1}$  موازی است، پس قطعاً شیب هر دو تابع  $f$  و  $f^{-1}$  برابر ۱ بوده است زیرا نمودار تابع  $f^{-1}$  قرینه نمودار تابع  $f$  نسبت به خط  $y = x$  است. یعنی معادله تابع  $f$  به صورت  $f(x) = x + b$  بوده است، حال داریم:

$$f(x) = x + b \Rightarrow f \circ f(x) = f(x + b) = x + 2b$$

$$\Rightarrow f \circ f \circ f(x) = f(x + 2b) = x + 3b$$

طبق فرض باید  $x + 3b = ax + 3\sqrt{2} - 6$  باشد، یعنی داریم:

$$a = 1, b = \sqrt{2} - 2 \Rightarrow f(x) = x + \sqrt{2} - 2$$

$$\Rightarrow x = y + 2 - \sqrt{2} \Rightarrow f^{-1}(x) = x + 2 - \sqrt{2}$$

بنابراین وارون تابع  $f$  برابر است با:

فاصله بین دو خط موازی به صورت زیر به دست می‌آید:

$$d = \frac{|(\sqrt{2} - 2) - (2 - \sqrt{2})|}{\sqrt{1+1}} = \frac{4 - 2\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 2\sqrt{2} - 2$$

### گروه آموزشی ماز

۱۲۰- نمودار تابع  $f(x) = (3x-2)^3 - 1$  را ابتدا نسبت به محور عرض‌ها و سپس نسبت به محور طول‌ها قرینه کرده و پس از آن  $a$  واحد به راست و  $(a-1)$  واحد به بالا منتقل می‌کنیم تا نمودار تابع  $g$  به دست آید. اگر نمودار توابع  $g$  و  $g^{-1}$  در نقطه‌ای به عرض ۳ متقاطع باشند،  $a$  کدام است؟

۸ (۴)

۶ (۳)

۴ (۲)

۲ (۱)

(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۲۰۱)

پاسخ: گزینه ۲

اینجا روبین!

تابع پیوسته وارون‌پذیر اکیداً یکنوا (صعودی یا نزولی)، (در صورت تقاطع با وارون خود) وارون خود را روی نیمساز اول و سوم قطع می‌کند.



$$f(x) = (3x - 2)^3 - 1 \xrightarrow{\text{قرینه نسبت به محور عرض ها}} y = (-3x - 2)^3 - 1 \xrightarrow{\text{قرینه نسبت به محور طول ها}} y = -(-3x - 2)^3 + 1$$

$$\Rightarrow y = (3x + 2)^3 + 1 \xrightarrow{a \text{ واحد به راست و } (a-1) \text{ به بالا}} y = (3(x-a) + 2)^3 + 1 + a - 1 \Rightarrow g(x) = (3x - 3a + 2)^3 + a$$

چون تابع  $g$  تابعی اکیداً صعودی و پیوسته است پس تابع  $g^{-1}$  را روی خط  $y = x$  قطع می کند و بنابراین باید  $g(3) = 3$  باشد (یعنی باید طول و عرض نقطه تلاقی هر دو، برابر ۳ باشد).

$$g(3) = 3 \Rightarrow (9 - 3a + 2)^3 + a = 3 \Rightarrow (11 - 3a)^3 = 3 - a$$

با امتحان گزینه ها مشخص می شود که  $a = 4$  جواب این معادله است.

### گروه آموزشی ماز

۱۲۱- اگر  $f(x) = \sqrt{(x^2 + 4x + 4)(x^3 - 4x^2)}$  و  $g(x) = x^2 - 3x$ ، آن گاه دامنه تابع  $f \circ g$  شامل چند عدد صحیح نیست؟

۲ (۲)

۱ (۱)

۴ (۳)

(۴) تمام اعداد صحیح در دامنه تابع  $f \circ g$  وجود دارند.

(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۲۰۱)

پاسخ: گزینه ۴



خب میریم به سراغ «دامنه تابع  $f \circ g$ »:

اگر  $h(x) = f \circ g(x)$  باشد، آن گاه  $D_h$  برابر است با:

$$D_h = \{x \in D_g \mid g(x) \in D_f\}$$



$$f(x) = \sqrt{(x^2 + 4x + 4)(x^3 - 4x^2)} = \sqrt{(x+2)^2 x^2 (x-4)}$$

$$(x+2)^2 x^2 (x-4) \geq 0 \Rightarrow D_f = [4, +\infty) \cup \{-2, 0\}$$

$$D_{f \circ g} = \{x \in D_g \mid g(x) \in D_f\} = \{x \in \mathbb{R} \mid (x^2 - 3x) \in D_f\}$$

$$\begin{cases} x^2 - 3x \geq 4 \Rightarrow x^2 - 3x - 4 \geq 0 \Rightarrow (x-4)(x+1) \geq 0 \xrightarrow{\text{تعیین علامت}} x \leq -1 \text{ یا } x \geq 4 \quad (1) \\ x^2 - 3x = 0 \Rightarrow x(x-3) = 0 \Rightarrow x = 0, x = 3 \quad (2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} x^2 - 3x = -2 \Rightarrow x^2 - 3x + 2 = 0 \Rightarrow (x-1)(x-2) = 0 \Rightarrow x = 1, x = 2 \quad (3) \end{cases}$$

$$(1), (2), (3) \Rightarrow D_{f \circ g} = (-\infty, -1] \cup [4, +\infty) \cup \{0, 1, 2, 3\}$$

پس در دامنه تابع  $f \circ g$  تمام اعداد صحیح وجود دارند.

### گروه آموزشی ماز

۱۲۲- تابع  $y = f(x)$  روی مجموعه اعداد حقیقی تعریف شده و اکیداً نزولی است. اگر  $f(-4) = 0$  باشد، دامنه تعریف تابع  $g(x) = \sqrt{(x^2 - 4)f(-x+1)}$  چند

عدد طبیعی را شامل نمی شود؟

(۴) بی شمار

(۳) هیچ

(۲) ۳

(۱) ۲

(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۲۰۱)

پاسخ: گزینه ۱



تابع  $y = f(x)$  اکیداً نزولی است، پس تابع  $y = f(-x+1)$  اکیداً صعودی است. (زیرا نمودار  $y = f(-x+1)$  از انتقال یک واحدی به سمت چپ و سپس قرینه کردن نمودار نسبت به محور  $y$  ها به دست می آید.) از طرفی، چون  $f(-4) = 0$  است، پس تابع  $y = f(-x+1)$  محور  $x$  ها را در نقطه  $x = 5$  قطع می کند. از این رو خواهیم داشت:

x	-2	2	5	
$x^2 - 4$	+	-	+	+
$f(-x+1)$	-	-	-	+
$(x^2 - 4)f(-x+1)$	-	+	-	+





$$D_g = [-2, 2] \cup [5, +\infty)$$

پس اعداد طبیعی  $x=3$  و  $x=4$  در دامنه تابع  $g$  قرار ندارند، یعنی دامنه تابع  $g$ ، فقط دو عدد طبیعی را شامل نمی‌شود.  
تذکر: چون تابع  $y = f(-x+1)$  اکیداً صعودی است و در نقطه  $x=5$ ، محور  $x$ ها را قطع می‌کند، پس قبل از  $x=5$ ، مقادیر تابع، منفی و بعد از  $x=5$ ، مقادیر تابع، مثبت است.

### گروه آموزشی ماز

۱۲۳- اگر  $f(x) = 9x^2 - 24x - 65$  و  $g^{-1}(x) = 3x - 2$  باشد و مجموعه طول نقاطی از منحنی تابع  $f \circ g$  که در زیر محور  $x$ ها قرار می‌گیرند، به صورت بازه  $(a, b)$  باشد، بزرگ‌ترین مقدار  $(b-a)$  کدام است؟

۱۸ (۴)

۱۶ (۳)

۱۴ (۲)

۱۲ (۱)

(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۲۰۱)

پاسخ: گزینه ۴

پاسخ تشریحی:

$$g^{-1}(x) = 3x - 2 \Rightarrow y = 3x - 2 \Rightarrow x = \frac{y+2}{3} \Rightarrow g(x) = \frac{x+2}{3}$$

$$(f \circ g)(x) = f(g(x)) = f\left(\frac{x+2}{3}\right) = 9\left(\frac{x+2}{3}\right)^2 - 24\left(\frac{x+2}{3}\right) - 65$$

$$(f \circ g)(x) = x^2 + 4x + 4 - 8x - 16 - 65 \Rightarrow (f \circ g)(x) = x^2 - 4x - 77$$

$$(f \circ g)(x) = (x-11)(x+7) \Rightarrow (f \circ g)(x) < 0 \Rightarrow (x-11)(x+7) < 0$$

تعیین علامت

$$\Rightarrow -7 < x < 11 \Rightarrow (a, b) = (-7, 11) \Rightarrow \max(b-a) = 18$$

### گروه آموزشی ماز

۱۲۴- اگر  $x$  کمائی در ناحیه اول دایره مثلثاتی بوده و  $\tan \frac{x}{3} = \frac{1}{3}$  باشد، حاصل عبارت  $A = 25 \cos 2x - 24 \cot 2x$  کدام است؟

-۱۴/۰۸ (۴)

۱۴/۰۸ (۳)

-۱۳/۰۸ (۲)

۱۳/۰۸ (۱)

(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۲۰۲)

پاسخ: گزینه ۴

حالا دیگه بهتون چند تا فرمول چون دار مثلثاتی بگیم...

$$1) \cos 2x = \frac{1 - \tan^2 x}{1 + \tan^2 x} \quad 2) \sin 2x = \frac{2 \tan x}{1 + \tan^2 x} \quad 3) \tan 2x = \frac{\sin 2x}{\cos 2x} = \frac{2 \tan x}{1 - \tan^2 x}$$

پاسخ تشریحی:

اگر از فرمول مثلثاتی  $\cos x = \frac{1 - \tan^2 \frac{x}{2}}{1 + \tan^2 \frac{x}{2}}$  استفاده کنیم، خواهیم داشت:

$$\cos x = \frac{1 - \frac{1}{4}}{1 + \frac{1}{4}} = \frac{\frac{3}{4}}{\frac{5}{4}} = \frac{3}{5}$$

حال با استفاده از فرمول مثلثاتی  $\cos 2x = 2 \cos^2 x - 1$  خواهیم داشت:

$$\cos 2x = 2\left(\frac{3}{5}\right)^2 - 1 = 2\left(\frac{9}{25}\right) - 1 = \frac{-7}{25}$$

$$\cos 4x = 2 \cos^2 2x - 1 = 2\left(-\frac{7}{25}\right)^2 - 1 = 2\left(\frac{49}{625}\right) - 1 = -\frac{527}{625}$$

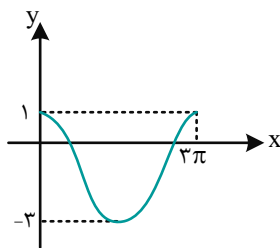
همچنین اگر از فرمول مثلثاتی  $\tan x = \frac{2 \tan \frac{x}{2}}{1 - \tan^2 \frac{x}{2}}$  استفاده کنیم، خواهیم داشت:

$$\tan x = \frac{2 \times \frac{1}{2}}{1 - \frac{1}{4}} = \frac{1}{\frac{3}{4}} = \frac{4}{3}$$

$$\tan 2x = \frac{2 \tan x}{1 - \tan^2 x} = \frac{\frac{8}{3}}{1 - \frac{16}{9}} = \frac{\frac{8}{3}}{-\frac{7}{9}} = -\frac{24}{7} \Rightarrow \cot 2x = \frac{-7}{24}$$

$$A = 25 \cos 4x - 24 \cot 2x = 25 \left(-\frac{527}{625}\right) - 24 \left(-\frac{7}{24}\right) = -\frac{527}{25} + 7 = -\frac{352}{25} = -\frac{1408}{100} = -14.08$$

گروه آموزشی ماز



۱۲۵- قسمتی از نمودار تابع  $f(x) = -2 \sin(ax - \frac{\pi}{4}) + b$  به صورت مقابل است. مقدار  $f(2\pi)$  کدام است؟

- (۱) صفر  
(۲) -۱  
(۳) -۲  
(۴)  $-\frac{3}{2}$

(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۲۰۲)

پاسخ: گزینه ۳

پاسخ تشریحی:

$$f(x) = -2 \sin(ax - \frac{\pi}{4}) + b \Rightarrow f(x) = 2 \sin(\frac{\pi}{4} - ax) + b$$

$$f(x) = 2 \cos(ax) + b \Rightarrow f(0) = 1 \Rightarrow 2 + b = 1 \Rightarrow b = -1$$

از طرفی، نمودار تابع در فواصلی به طول  $3\pi$  تکرار می شود، پس دوره تناوب تابع برابر  $3\pi$  است. یعنی داریم:

$$f(x) = 2 \cos(ax) - 1 \Rightarrow T = \frac{2\pi}{|a|} = 3\pi \Rightarrow |a| = \frac{2}{3} \Rightarrow a = \pm \frac{2}{3}$$

$$\Rightarrow f(x) = 2 \cos(\pm \frac{2}{3}x) - 1$$

$$\Rightarrow f(2\pi) = 2 \cos(\pm \frac{2}{3}(2\pi)) - 1 \Rightarrow f(2\pi) = 2 \cos(\pm \frac{4\pi}{3}) - 1$$

$$\Rightarrow f(2\pi) = 2(-\frac{1}{2}) - 1 = -2$$

گروه آموزشی ماز

۱۲۶- تابع  $f$  تابعی مثلثاتی با دوره تناوب  $T = \frac{\pi}{4}$  است. ماکزیمم تابع برابر ۵ و مینیمم آن برابر -۹ است. ضابطه  $f$  کدام می تواند باشد؟

$$y = 2 - 7 \cos \frac{x}{\lambda} \quad (۴)$$

$$y = 2 - 7 \sin \lambda x \quad (۳)$$

$$y = -2 - 7 \cos \lambda x \quad (۲)$$

$$y = -2 - 7 \sin \frac{x}{\lambda} \quad (۱)$$

پاسخ تشریحی:

می‌دانیم در توابع مثلثاتی به شکل کلی  $f(x) = a \cos(bx + c) + d$  یا  $f(x) = a \sin(bx + c) + d$  دوره تناوب تابع برابر  $T = \frac{2\pi}{|b|}$  و مینیمم تابع برابر  $-|a| + d$  و ماکزیمم تابع برابر  $|a| + d$  است. پس اگر گزینه‌ها را بررسی کنیم، خواهیم داشت:

بررسی گزینه‌ها:

$y = -2 - 7 \sin \frac{x}{\lambda} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\frac{1}{\lambda}} = 16\pi$	$\min = -2 - 7 = -9$	$\max = -2 + 7 = 5$ ✗	۱
$y = -2 - 7 \cos \lambda x \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\pi}{4}$	$\min = -2 - 7 = -9$	$\max = -2 + 7 = 5$ ✓	۲
$y = 2 - 7 \sin \lambda x \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\pi}{4}$	$\min = 2 - 7 = -5$	$\max = 2 + 7 = 9$ ✗	۳
$y = 2 - 7 \cos \frac{x}{\lambda} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\frac{1}{\lambda}} = 16\pi$	$\min = 2 - 7 = -5$	$\max = 2 + 7 = 9$ ✗	۴

گروه آموزشی ماز

۱۲۷- معادله  $\tan x + \cot x = \sqrt{5}$  در بازه  $[0, 2\pi]$  چند جواب دارد؟

۴ (۴)

۲ (۳)

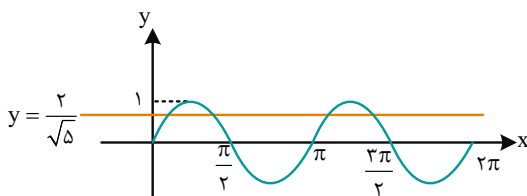
۱ (۲)

صفر (۱)

پاسخ تشریحی:

$$\tan x + \cot x = \sqrt{5} \Rightarrow \frac{2}{\sin 2x} = \sqrt{5} \Rightarrow \sin 2x = \frac{2}{\sqrt{5}}$$

چون  $\frac{2}{\sqrt{5}} < 1$ ، بنابراین معادله  $\sin 2x = \frac{2}{\sqrt{5}}$  جواب دارد. برای یافتن تعداد جواب‌ها کافی است نمودار تابع  $f(x) = \sin 2x$  را با خط  $y = \frac{2}{\sqrt{5}}$  قطع دهیم.



همانطور که از روی شکل مشخص است، نمودار تابع  $f(x) = \sin 2x$  با خط  $y = \frac{2}{\sqrt{5}}$  در بازه  $[0, 2\pi]$  دارای ۴ نقطه تلاقی است. پس معادله دارای ۴ جواب است.

گروه آموزشی ماز

۱۲۸- تعداد جواب‌های معادله مثلثاتی  $(\sin \frac{x}{2} + \cos \frac{x}{2})^2 = 2 + 2 \cos 2x$  در بازه  $[-\pi, 2\pi]$  کدام است؟

۶ (۴)

۵ (۳)

۴ (۲)

۳ (۱)

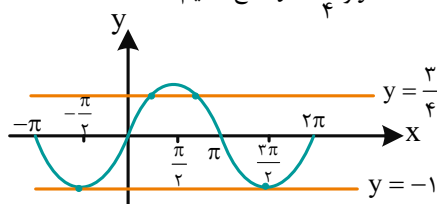
پاسخ تشریحی:

اگر از فرمول‌های مثلثاتی  $(\sin \alpha + \cos \alpha)^2 = 1 + \sin 2\alpha$  و  $\cos 2\alpha = 1 - 2 \sin^2 \alpha$  استفاده کنیم، خواهیم داشت:

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

$$\Rightarrow 1 + \sin x = 2 + 2 - 4 \sin^2 x \Rightarrow 4 \sin^2 x + \sin x - 3 = 0 \xrightarrow{a+c=b} \begin{cases} \sin x = -1 \\ \sin x = \frac{3}{4} \end{cases}$$

برای یافتن تعداد جواب‌های معادله در بازه  $[-\pi, 2\pi]$  کافی است نمودار تابع  $y = \sin x$  را با خطوط  $y = -1$  و  $y = \frac{3}{4}$  قطع دهیم:



همانطور که از روی شکل مشخص است تعداد نقاط تلاقی برابر ۴ نقطه است، پس معادله دارای ۴ جواب در بازه  $[-\pi, 2\pi]$  است.

### گروه آموزشی ماز

۱۲۹- دوره تناوب  $f(x) = \cos^4 \frac{2\pi x}{3} - \sin^4 \frac{2\pi x}{3}$ ، چند برابر دوره تناوب تابع  $g(x) = \frac{\sin^2 x}{1 - \cos^2 x}$  است؟

$\frac{3}{2\pi}$  (۴)

$\frac{3\pi}{2}$  (۳)

$\frac{3}{\pi}$  (۲)

$3\pi$  (۱)

(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۴۰۲)

پاسخ: گزینه ۴



به به! بالاخره رسیدیم به «دوره تناوب توابع مثلثاتی»:



۱)  $a \sin(bx + c) + d \Rightarrow T = \frac{2\pi}{|b|}$

۲)  $a \sin^m(bx + c) + d \Rightarrow T = \frac{2\pi}{|b|}$  فرد: m

۳)  $a \cos(bx + c) + d \Rightarrow T = \frac{2\pi}{|b|}$

۴)  $a \cos^m(bx + c) + d \Rightarrow T = \frac{2\pi}{|b|}$  فرد: m

۵)  $a \tan(bx + c) + d \Rightarrow T = \frac{\pi}{|b|}$

۶)  $a \cot(bx + c) + d \Rightarrow T = \frac{\pi}{|b|}$

۷)  $a \sin^m(bx + c) + d \Rightarrow T = \frac{\pi}{|b|}$  زوج: m

۸)  $a \cos^m(bx + c) + d \Rightarrow T = \frac{\pi}{|b|}$  زوج: m



ابتدا ضابطه هر یک از توابع  $f$  و  $g$  را تا حد امکان ساده می‌کنیم:

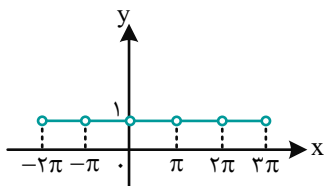
$$f(x) = \cos^4 \frac{2\pi x}{3} - \sin^4 \frac{2\pi x}{3} = (\cos^2 \frac{2\pi x}{3} + \sin^2 \frac{2\pi x}{3})(\cos^2 \frac{2\pi x}{3} - \sin^2 \frac{2\pi x}{3})$$

$$f(x) = 1 \times \cos^2 \frac{2\pi x}{3} - \sin^2 \frac{2\pi x}{3} = \cos^2 \frac{2\pi x}{3} - \sin^2 \frac{2\pi x}{3} \Rightarrow T_f = \frac{2\pi}{\frac{2\pi}{3}} = 3$$

$$g(x) = \frac{\sin^2 x}{1 - \cos^2 x} = \frac{\sin^2 x}{\sin^2 x} = 1 \Rightarrow D_g = \mathbb{R} - \{x | x = k\pi\}$$



نمودار تابع  $g$  که تابعی ثابت است به صورت زیر می باشد. پس دوره تناوب تابع برابر  $\pi$  می باشد زیرا نمودار تابع در فواصلی به طول  $\pi$  تکرار می شود. پس خواهیم داشت:  $T_p = \pi$ .



$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{\frac{2}{2}}{\frac{2}{\pi}} = \frac{3}{2\pi}$$

### گروه آموزشی ماز

۱۳۰- باقی مانده تقسیم چندجمله ای  $p(x)$  بر  $(x-2)$  و  $(x+4)$  به ترتیب برابر با  $a$  و  $b$  است. اگر باقی مانده تقسیم چندجمله ای  $p(x)$  بر  $(x^2 + 2x - 8)$  برابر  $(6x+9)$  باشد، مقدار  $a-b$  کدام است؟

۳۶ (۴)

۲۶ (۳)

۱۶ (۲)

۶ (۱)

(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۲۰۳)

پاسخ: گزینه ۴



می دانیم برای یافتن باقی مانده تقسیم  $p(x)$  بر  $(x-a)$  کافی است ریشه مقسوم علیه را در عبارت مقسوم قرار دهیم، یعنی باید  $p(a)$  را محاسبه کنیم. بنابراین خواهیم داشت:

$$x-2=0 \Rightarrow x=2 \Rightarrow p(2)=a$$

$$x+4=0 \Rightarrow x=-4 \Rightarrow p(-4)=b$$

حال باقی مانده تقسیم بر عبارت  $(x^2 + 2x - 8)$ ، داده شده است. پس خواهیم داشت:

$$p(x) = (x^2 + 2x - 8)Q(x) + (6x + 9)$$

$$\Rightarrow p(x) = (x-2)(x+4)Q(x) + (6x + 9)$$

$$\Rightarrow \begin{cases} p(2) = 21 \Rightarrow a = 21 \\ p(-4) = -15 \Rightarrow b = -15 \end{cases} \Rightarrow a - b = 21 - (-15) = 36$$

### گروه آموزشی ماز

۱۳۱- اگر  $n$  عددی طبیعی باشد، حاصل  $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2x - 4x^3 - 2x^4 + 6x^n}{3x^n + 7x^3 - 11x^2 + 1}$  برابر کدام گزینه نمی تواند باشد؟

$-\infty$  (۴)

$+\infty$  (۳)

$\frac{4}{3}$  (۲)

۲ (۱)

(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۲۰۳)

پاسخ: گزینه ۴



راستی می دونستید «قاعده پرتوان» چه موقع استفاده می شد؟

اگر  $f(x) = \frac{g(x)}{h(x)}$ ، آن گاه برای  $\lim_{x \rightarrow \pm\infty} f(x)$  از قاعده پرتوان استفاده می کنیم. یعنی بالاترین توان در بین جملات  $g(x)$  و  $h(x)$  را نگه داشته و در نتیجه حد عبارات باقی مانده را حساب می کنیم.

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^5 - \sqrt{x^6} + 2\sqrt{x^{11}}}{3x^{5/5} - x^4} = ?$$

مثال:

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2\sqrt{x^{11}}}{3x^{5/5}} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2x^{11/2}}{3x^{1}} = \frac{2}{3}$$

پاسخ:



$$\text{اگر } n > 4 \Rightarrow \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2x - 4x^3 - 2x^4 + 6x^n}{3x^n + 7x^3 - 11x^2 + 1} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{6x^n}{3x^n} = 2$$

$$\text{اگر } n = 4 \Rightarrow \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2x - 4x^3 - 2x^4 + 6x^n}{3x^n + 7x^3 - 11x^2 + 1} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{4x^4}{3x^4} = \frac{4}{3}$$

$$\text{اگر } n = 3 \Rightarrow \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{2x - 4x^3 - 2x^4 + 6x^n}{3x^n + 7x^3 - 11x^2 + 1} = \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{-2x^4}{1 \cdot x^3} = \lim_{x \rightarrow -\infty} -\frac{2}{1}x = +\infty$$

$$\text{اگر } n \leq 2 \Rightarrow \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{2x - 4x^3 - 2x^4 + 6x^n}{3x^n + 7x^3 - 11x^2 + 1} = \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{-2x^4}{7x^3} = \lim_{x \rightarrow -\infty} -\frac{2}{7}x = +\infty$$

پس حاصل حد نمی تواند برابر  $-\infty$  شود.

### گروه آموزشی ماز

۱۳۲- حاصل  $\lim_{x \rightarrow (\frac{\pi}{2})^+} \frac{[\cos x]}{\sin x - \sin^2 x}$  و  $\lim_{x \rightarrow -\infty} x^2 \left[ \frac{1}{x^2} \right]$  به ترتیب کدام است؟

(۴)  $-\infty$  و صفر

(۳)  $+\infty$  و صفر

(۲) صفر و ۱

(۱) صفر و -۱

(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۲۰۳)

پاسخ: گزینه ۴

پاسخ تشریحی:

$$\lim_{x \rightarrow (\frac{\pi}{2})^+} \frac{[\cos x]}{\sin x - \sin^2 x} = \lim_{x \rightarrow (\frac{\pi}{2})^+} \frac{[\cos x]}{\sin x(1 - \sin x)} = \frac{[-]}{1 \times (.+)} = \frac{-1}{.+} = -\infty$$

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} x^2 \left[ \frac{1}{x^2} \right] = +\infty \left[ .+ \right] = (+\infty) \times (\text{صفر مطلق}) = 0$$

پس جواب به صورت  $-\infty$  و صفر است.

### گروه آموزشی ماز

۱۳۳- حاصل  $\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}^+} \frac{\tan^4 x - 1}{\sqrt{1 + \cos 4x}}$  کدام است؟

(۴)  $2\sqrt{2}$

(۳)  $-2\sqrt{2}$

(۲)  $4\sqrt{2}$

(۱)  $-4\sqrt{2}$

(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۲۰۳)

پاسخ: گزینه ۴

پاسخ تشریحی:

$$\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}^+} \frac{\tan^4 x - 1}{\sqrt{1 + \cos 4x}} = \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}^+} \frac{\frac{\sin^4 x}{\cos^4 x} - 1}{\sqrt{2 \cos^2 2x}} = \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}^+} \frac{\frac{\sin^4 x - \cos^4 x}{\cos^4 x}}{\sqrt{2} |\cos 2x|} = \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}^+} \frac{(\sin^2 x - \cos^2 x)(\sin^2 x + \cos^2 x)}{\cos^4 x \times \sqrt{2} (-\cos 2x)}$$

توجه شود که چون  $x \rightarrow \frac{\pi}{4}^+$ ، پس  $2x \rightarrow \frac{\pi}{2}^+$ ، بنابراین  $\cos 2x$  عددی منفی است، به همین دلیل به صورت قرینه از قدر مطلق خارج می شود.

$$\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}^+} \frac{(-\cos 2x) \times 1}{\cos^4 x \times \sqrt{2} \times (-\cos 2x)} = \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}^+} \frac{1}{\sqrt{2} \cos^4 x} = \frac{1}{\sqrt{2} \times (\frac{\sqrt{2}}{2})^4} = \frac{1}{\sqrt{2} \times \frac{1}{4}} = \frac{4}{\sqrt{2}} = 2\sqrt{2}$$

### گروه آموزشی ماز



۱۳۴-  $f$  تابعی خطی است به طوری که از نقطه  $A(1, 4)$  می‌گذرد. اگر وارون تابع  $f$  از نقطه  $B(-2, -1)$  بگذرد، حاصل  $\lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{|f(x)| + x}{f^{-1}(x) + |x|}$  کدام است؟

۳- (۴)

$-\frac{1}{3}$  (۳)

۳ (۲)

$\frac{1}{3}$  (۱)

(متوسط - ترکیبی / محاسباتی - ۱۲۰۳)

پاسخ: گزینه ۲



رفتار قدرمطلق در بی‌نهایت هم جالبه!



اگر  $f(x)$  تابعی چندجمله‌ای از درجه  $n$  به صورت  $f(x) = a_n x^n + \dots + a_1 x^1 + a_0$  ( $a_n \neq 0$ ) باشد، آنگاه داریم:

$$\begin{aligned} 1) x \rightarrow +\infty &\Rightarrow \begin{cases} a_n > 0 \Rightarrow \lim_{x \rightarrow +\infty} |f(x)| = \lim_{x \rightarrow +\infty} f(x) \\ a_n < 0 \Rightarrow \lim_{x \rightarrow +\infty} |f(x)| = \lim_{x \rightarrow +\infty} -f(x) \end{cases} \\ 2) x \rightarrow -\infty &\Rightarrow \begin{cases} a_n > 0 \Rightarrow \lim_{x \rightarrow -\infty} |f(x)| = \lim_{x \rightarrow -\infty} -f(x) \\ a_n < 0 \Rightarrow \lim_{x \rightarrow -\infty} |f(x)| = \lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) \end{cases} ; \text{ فرد } n \\ 3) x \rightarrow -\infty &\Rightarrow \begin{cases} a_n > 0 \Rightarrow \lim_{x \rightarrow -\infty} |f(x)| = \lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) \\ a_n < 0 \Rightarrow \lim_{x \rightarrow -\infty} |f(x)| = \lim_{x \rightarrow -\infty} -f(x) \end{cases} ; \text{ زوج } n \end{aligned}$$

پاسخ شریعی:

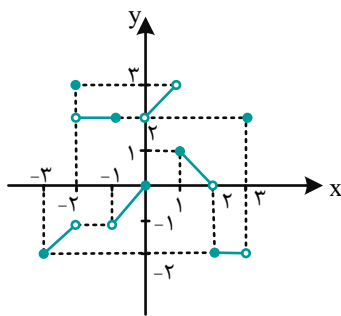
چون  $f$  تابعی خطی است پس به شکل کلی  $f(x) = ax + b$  است. از طرفی، چون تابع وارون تابع  $f$  از نقطه  $B(-2, -1)$  می‌گذرد، پس تابع  $f$  از نقطه  $B'(-1, -2)$  می‌گذرد. بنابراین معادله تابع  $f$  را که از دو نقطه  $A(1, 4)$  و  $B'(-1, -2)$  می‌گذرد، به دست می‌آوریم:

$$m = \frac{4+2}{1+1} = 3 \Rightarrow f \text{ معادله تابع } y - 4 = 3(x - 1) \Rightarrow y = 3x + 1 \Rightarrow x = \frac{y-1}{3} \Rightarrow f^{-1}(x) = \frac{x-1}{3} = \frac{1}{3}x - \frac{1}{3}$$

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{|f(x)| + x}{f^{-1}(x) + |x|} = \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{|3x+1| + x}{\frac{1}{3}x - \frac{1}{3} + |x|} = \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{-3x-1+x}{\frac{1}{3}x - \frac{1}{3} - x} = \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{-2x-1}{-\frac{2}{3}x - \frac{1}{3}} = \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{-2x}{-\frac{2}{3}x} = 3$$

گروه آموزشی ماز

۱۳۵- اگر نمودار تابع  $y = f(x)$  به صورت شکل مقابل باشد، حاصل  $\lim_{x \rightarrow (-1)^-} f \circ f \circ f(x)$  کدام است؟



۳ (۱)

۲ (۲)

صفر (۳)

وجود ندارد. (۴)

(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۲۰۳)

پاسخ: گزینه ۱



پاسخ شریعی:

توجه شود که حد چپ تابع  $f(x)$  در  $x \rightarrow (-1)^-$  دقیقاً برابر ۲ است. (زیرا تابع در بازه  $(-2, -1)$  تابع ثابت  $f(x) = 2$  می‌باشد)، پس حد تابع  $f(x)$  در

$$\lim_{x \rightarrow (-1)^-} f \circ f \circ f(x) = f \circ f(2) = f(-2) = 3$$

$x \rightarrow (-1)^-$  عدد ۲ مطلق می‌شود، یعنی خواهیم داشت:

گروه آموزشی ماز



۱۳۶- اگر  $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^3 - 2x^2 - x + 2}{x^3 + ax + b} = \frac{1}{2}$  باشد، حاصل  $2a + 3b$  کدام است؟

۴ (۴)

۴ (۳)

-۳۰ (۲)

۳۰ (۱)

(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۲۰۳)

پاسخ: گزینه ۳



حاصل حد صورت کسر در نقطه  $x = 1$  برابر صفر است و حاصل کل حد برابر  $\frac{1}{2}$  است. پس قطعاً حد مخرج کسر نیز در نقطه  $x = 1$  برابر صفر بوده است تا به حالت مبهم  $\frac{0}{0}$  تبدیل شده و پس از رفع ابهام، حاصل حد برابر  $\frac{1}{2}$  شود، از این رو داریم:

$$x = 1 \xrightarrow{\text{جای گذاری در مخرج}} 1 + a + b = 0 \Rightarrow b = -1 - a \quad (1)$$

$$\Rightarrow \lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^3 - 2x^2 - x + 2}{x^3 + ax - 1 - a} = \lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2(x-2) - (x-2)}{x^3 - 1 + a(x-1)}$$

$$= \lim_{x \rightarrow 1} \frac{(x-2)(x^2-1)}{(x-1)(x^2+x+1) + a(x-1)} = \lim_{x \rightarrow 1} \frac{(x-2)(x-1)(x+1)}{(x-1)(x^2+x+1+a)}$$

$$= \lim_{x \rightarrow 1} \frac{(x-2)(x+1)}{x^2+x+1+a} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{(-1)(2)}{3+a} = \frac{1}{2} \Rightarrow 3+a = -4 \Rightarrow a = -7$$

$$\xrightarrow{(1)} b = -1 + 7 = 6 \Rightarrow 2a + 3b = 2(-7) + 3(6) = 4$$

گروه آموزشی ماز

۱۳۷- اگر  $\lim_{x \rightarrow -3} \frac{2 \sin \frac{\pi}{x} + 1}{3x^2 + ax + b} = -\infty$ ، آن گاه حاصل  $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{12x - \sqrt{2ax^2 + 4x + 1}}{bx + |2 - 3x|}$  کدام است؟

۰ / ۸ (۴)

۰ / ۶ (۳)

۰ / ۴ (۲)

۰ / ۲ (۱)

(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۲۰۳)

پاسخ: گزینه ۱

این حالت ها هم شاید به دردتون بخوره!

حالت های مختلف حد که بی نهایت می شد:

$$\frac{\text{عدد مثبت}}{\text{صفر راست}} = +\infty$$

$$\frac{\text{عدد مثبت}}{\text{صفر چپ}} = -\infty$$

$$\frac{\text{عدد منفی}}{\text{صفر راست}} = -\infty$$

$$\frac{\text{عدد منفی}}{\text{صفر چپ}} = +\infty$$

دقت شود که اگر مخرج کسر دارای ریشه ای باشد که به تعداد زوج بار تکرار شده باشد، آن گاه قطعاً (صفر مثبت) خواهد بود.

مثال:

$$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{-1}{(x-2)^4} = \frac{-1}{0^+} = -\infty$$



$$\lim_{x \rightarrow -3} \frac{2 \sin \frac{\pi}{x} + 1}{3x^2 + ax + b} = -\infty \Rightarrow \lim_{x \rightarrow -3} \frac{-\sqrt{3} + 1}{3x^2 + ax + b} = -\infty$$

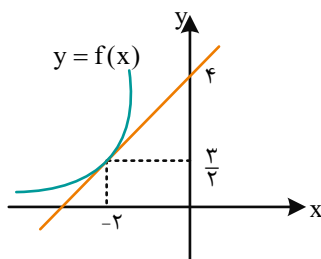
چون حد تابع در  $x \rightarrow -3$  هم از چپ و هم از راست برابر  $-\infty$  شده است و حد صورت کسر در این نقطه عددی منفی است، پس قطعاً مخرج کسر دارای ریشه مضاعف  $x = -3$  بوده است و چون ضریب  $x^2$  برابر ۳ است، پس مخرج کسر به صورت زیر بوده است:

$$3x^2 + ax + b = 3(x+3)^2 \Rightarrow 3x^2 + ax + b = 3(x^2 + 6x + 9) \Rightarrow 3x^2 + ax + b = 3x^2 + 18x + 27 \Rightarrow a = 18, b = 27$$

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{12x - \sqrt{2ax^2 + 4x + 1}}{bx + |2 - 3x|} = \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{12x - \sqrt{36x^2 + 4x + 1}}{27x + |2 - 3x|} = \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{12x - 6x}{27x + 3x - 2} = \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{6x}{30x} = \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{6}{30} = \frac{1}{5} = 0.2$$

گروه آموزشی ماز

۱۳۸- اگر خط مماس بر نمودار تابع  $f$  در نقطه  $x = -2$  به صورت مقابل باشد، حاصل  $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(-2) - f(-2-h)}{2h}$  کدام است؟



- (۱)  $-\frac{5}{8}$   
(۲)  $\frac{5}{8}$   
(۳)  $\frac{5}{4}$   
(۴)  $-\frac{5}{4}$

(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۲۰۴)

پاسخ: گزینه ۲

پاسخ سریعی:

چون خط مماس بر نمودار تابع  $f$  در نقطه  $x = -2$  از نقاط  $(-2, \frac{3}{4})$  و  $(0, \frac{5}{4})$  می‌گذرد، شیب خط مماس برابر است با:  $m = \frac{\frac{5}{4} - \frac{3}{4}}{0 - (-2)} = \frac{\frac{2}{4}}{2} = \frac{1}{4}$  پس  $f'(-2) = \frac{1}{4}$ .  
از طرفی، حاصل حد مطلوب برابر است با:

$$\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(-2) - f(-2-h)}{2h} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(-2-h) - f(-2)}{-2h} = \frac{1}{2} \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(-2-h) - f(-2)}{-h}$$

با فرض  $-h = t$  خواهیم داشت:

$$\frac{1}{2} \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(-2-h) - f(-2)}{-h} = \frac{1}{2} \lim_{t \rightarrow 0} \frac{f(-2+t) - f(-2)}{t} = \frac{1}{2} f'(-2) = \frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{8}$$

گروه آموزشی ماز

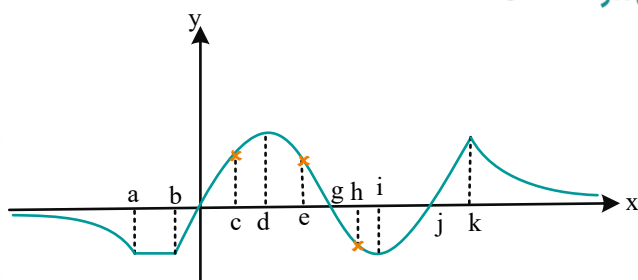
۱۳۹- با توجه به نمودار تابع  $y = f(x)$  چه تعداد از گزاره‌های زیر صحیح هستند؟

الف: در نقاط  $c$  و  $h$  حاصل  $f'(x)$  مثبت است.

ب: در بازه  $(j, k)$  علامت مشتق تابع  $f$  دو بار عوض می‌شود.

پ: در بازه  $(g, j)$  مقدار مشتق تابع در حال افزایش است.

ت: در بی‌شمار نقطه از دامنه تابع  $f$ ، مقدار مشتق تابع برابر صفر است.



- (۱) ۱  
(۲) ۲  
(۳) ۳  
(۴) ۴

(متوسط - مفهومی - ۱۲۰۴)

پاسخ: گزینه ۴

تناظری جالب:

مشتق و شیب تابع با هم متناظرند، گاهی باید از این مفهوم در سوالات استفاده کنی.

بررسی موارد:

گزاره الف، صحیح است، زیرا در نقطه  $c$  هر دو مقدار  $f(x)$  و  $f'(x)$  مثبت و در نقطه  $h$  هر دو مقدار  $f(x)$  و  $f'(x)$  منفی هستند (در نقاطی که تابع  $f$  صعودی اکید است، مقدار مشتق، مثبت و در نقاطی که تابع  $f$  نزولی اکید است مشتق، منفی است).

گزاره ب، صحیح است، زیرا در بازه  $(c, d)$  مشتق مثبت و در بازه  $(d, e)$  مشتق منفی و در بازه  $(e, g)$  مشتق مثبت است، پس علامت مشتق تابع، دو بار عوض می‌شود.

گزاره پ، صحیح است، زیرا در بازه  $(g, j)$  شیب خطوط مماس بر منحنی در حال افزایش هستند، پس مقدار مشتق تابع در این بازه در حال افزایش است.

گزاره ت، صحیح است، زیرا در بازه  $(a, b)$  تابع  $f$ ، تابع ثابت است و در بی‌شمار نقطه از این بازه، مشتق تابع برابر صفر است.

گروه آموزشی ماز



۱۴۰- مقدار مشتق تابع  $f(x) = (x-2)(2x-2)(3x-2)\dots(nx-2)$  در نقطه  $x=2$  برابر  $16 \times 2048$  است.  $n$  کدام است؟

۱۷ (۴)

۱۶ (۳)

۱۵ (۲)

۱۴ (۱)

(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۲۰۴)

پاسخ: گزینه ۳



پاسخ تشریحی:

$$f'(2) = \lim_{x \rightarrow 2} \frac{f(x) - f(2)}{x - 2} = \lim_{x \rightarrow 2} \frac{(x-2)(2x-2)(3x-2)\dots(nx-2)}{x-2}$$

$$= \lim_{x \rightarrow 2} (2x-2)(3x-2)\dots(nx-2) = 2 \times 4 \times 6 \times \dots \times (2n-2) = 2 \times (2 \times 2) \times (2 \times 3) \times \dots \times (2(n-1)) = 2^{n-1} \times (n-1)!$$

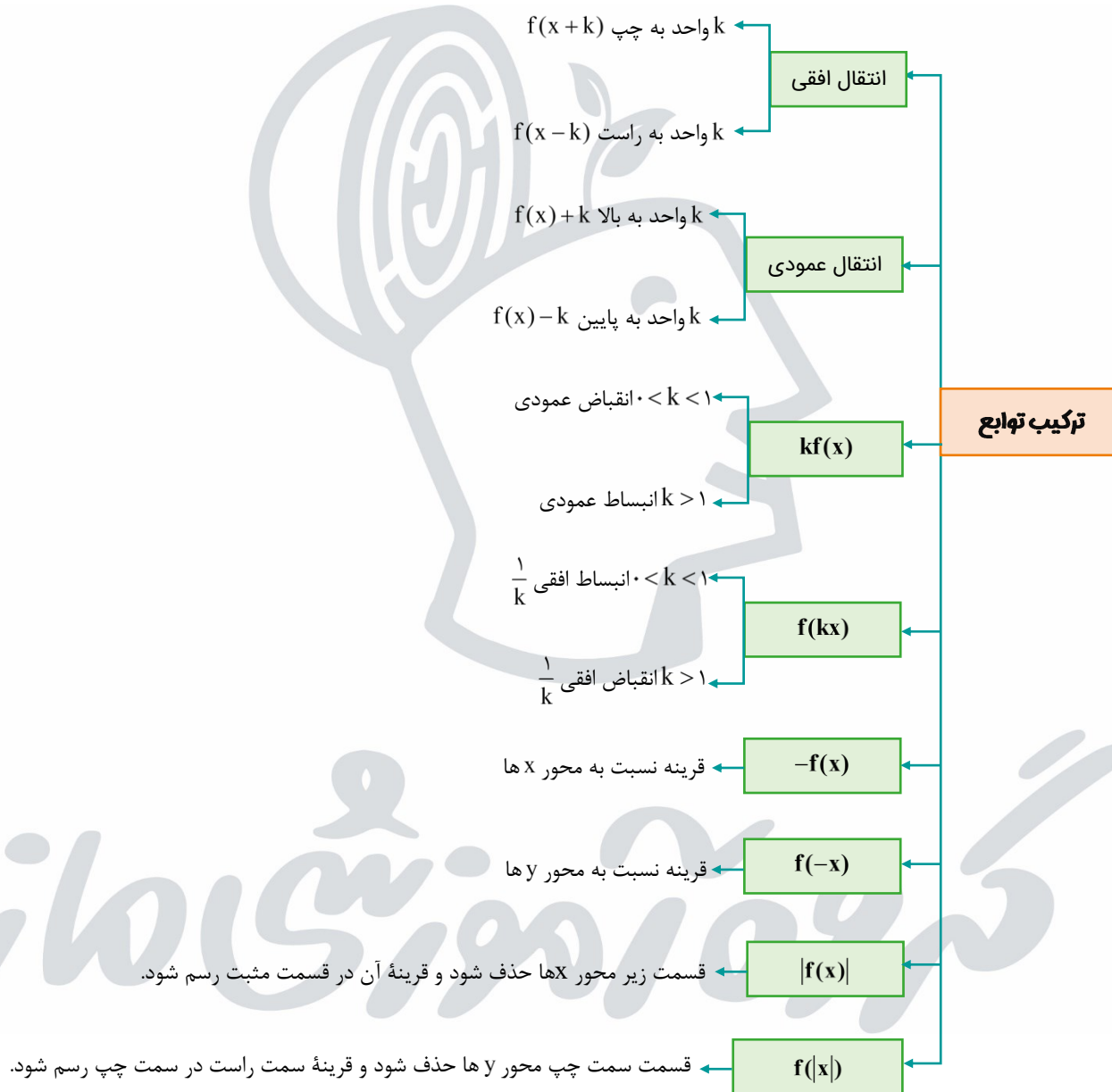
$$\text{طبق فرض: } 2^{n-1} \times (n-1)! = 2^{11} \times 16! = 2^{11} \times 16 \times 15! = 2^{15} \times 15! \Rightarrow n-1 = 15 \Rightarrow n = 16$$

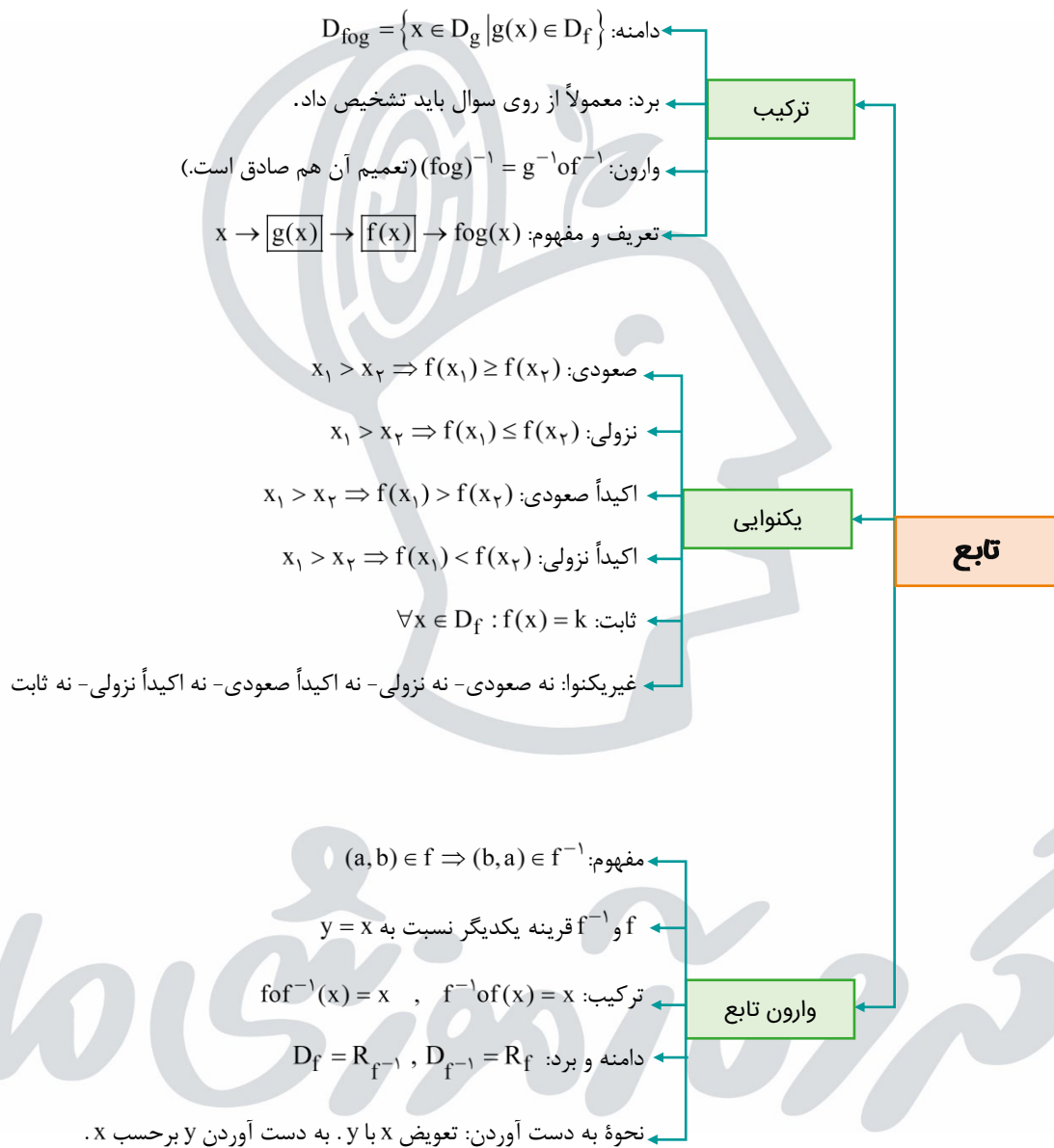
گروه آموزشی ماز



### جمع‌بندی سریع

فب فسته نباشیرا! حالا بریم کل مباحث این آزمون رو به شکل نمودار درختی مرور کنیم تا یه نقشه ذهنی خوب از این مباحث توی ذهنتون شکل بگیره!









$\forall x \in D_f \quad f(x+T) = f(x)$  دوره تناوب  $T$

جمع و تفریق چند تابع متناوب  $\leftarrow$  دارای تناوب کمم آن هاست.

$$f_1 + f_2 = g \quad T_g = [T_{f_1}, T_{f_2}] \rightarrow \text{کمم}$$

$$T = \frac{2\pi}{|b|} \quad \text{فرد } m \quad f(x) = a \sin^m(bx+c) + d$$

$$T = \frac{2\pi}{|b|} \quad \text{فرد } m \quad f(x) = a \cos^m(bx+c) + d$$

$$T = \frac{\pi}{|b|} \quad \text{زوج } m \quad f(x) = a \sin^m(bx+c) + d$$

$$T = \frac{\pi}{|b|} \quad \text{زوج } m \quad f(x) = a \cos^m(bx+c) + d$$

$$T = \frac{\pi}{|b|} \quad f(x) = a \tan(bx+c) + d$$

$$T = \frac{\pi}{|b|} \quad f(x) = a \cot(bx+c) + d$$

دوره تناوب توابع مهم

حاصل ضرب و تقسیم چند تابع متناوب  $\leftarrow$  فرمول خاصی ندارد. از روی سوال باید تشخیص داد.

رسم توابع

تابع در  $(x = k\pi + \frac{\pi}{4}, k \in \mathbb{Z})$  تعریف نشده است.

تابع در هر نقطه از دامنه پیوسته خود، اکیداً صعودی است.

$$\max = |a| + d, \min = d$$

$$\max = |a| + d, \min = -|a| + d$$

زوج  $m$

فرد  $m$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{زوج } m \\ \text{فرد } m \end{array} \right\} \leftarrow a \sin^m(bx+c) + d$$

$$\max = |a| + d, \min = d$$

$$\max = |a| + d, \min = -|a| + d$$

زوج  $m$

فرد  $m$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{زوج } m \\ \text{فرد } m \end{array} \right\} \leftarrow a \cos^m(bx+c) + d$$

$$\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha$$

$$\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha$$

$$\cos 2\alpha = 2 \cos^2 \alpha - 1$$

$$\cos 2\alpha = 1 - 2 \sin^2 \alpha$$

دو برابر کمان

$$x = 2k\pi + \alpha \text{ یا } x = 2k\pi + \pi - \alpha \leftarrow \sin x = \sin \alpha$$

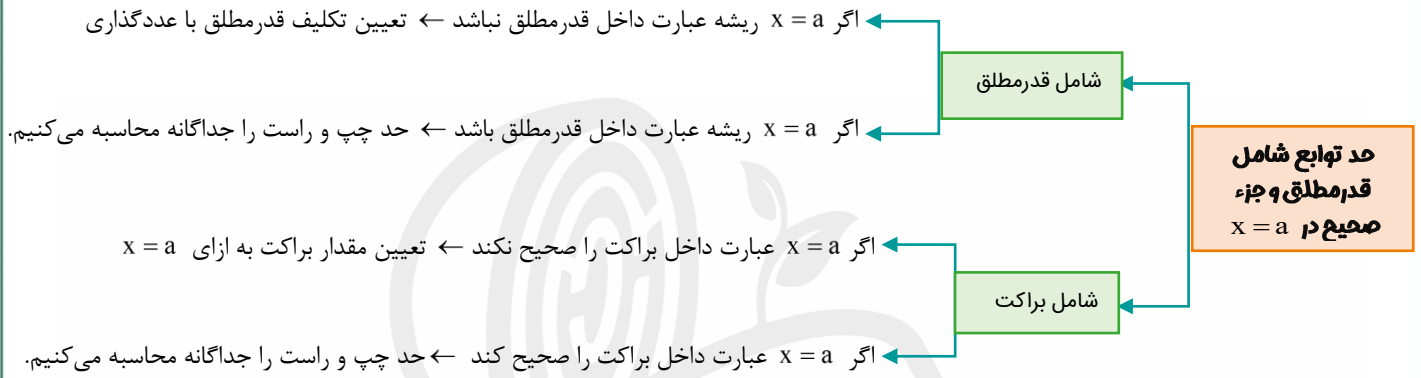
$$x = 2k\pi \pm \alpha \leftarrow \cos x = \cos \alpha$$

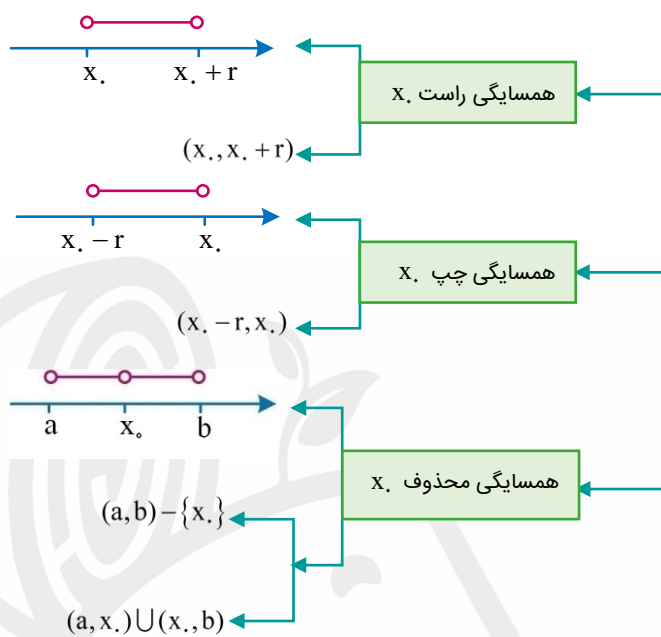
$$x = k\pi + \alpha \leftarrow \tan x = \tan \alpha$$

$$x = k\pi + \alpha \leftarrow \cot x = \cot \alpha$$

معادلات مثلثاتی

مثلات





$$f(x) = p(x)q(x) + r(x)$$

### تعاریف اولیه

#### قضیه تقسیم

اگر مقسوم از درجه  $n$  و مقسوم علیه از درجه  $m$  باشد.

خارج قسمت از درجه  $n - m$

باقی مانده، حداکثر از درجه  $m - 1$  است.

باقی مانده تقسیم  $f(x)$  بر  $p(x)$  برابر صفر است.

اگر  $f(x)$  بر  $p(x)$  بخش پذیر باشد

$f(x)$  بر همه عامل های  $p(x)$  نیز بخش پذیر است.

$$\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = \lim_{x \rightarrow a^-} f(x) : \text{شرط وجود حد}$$

$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) \pm g(x) = L_1 \pm L_2$$

$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) \times g(x) = L_1 \times L_2$$

$$\lim_{x \rightarrow a} \frac{f(x)}{g(x)} = \frac{L_1}{L_2}, L_2 \neq 0$$

$$\lim_{x \rightarrow a} (cf(x)) = cL_1$$

$$\lim_{x \rightarrow a} (f(x))^n = (L_1)^n$$

$$\text{اگر } \lim_{x \rightarrow a} f(x) = L_1 \text{ و } \lim_{x \rightarrow a} g(x) = L_2 \text{ باشد}$$



فاکتورگیری، تجزیه، ...

حذف عامل ابهام از صورت و مخرج به کمک

تقسیم عبارت به عامل ابهام

$$\lim_{x \rightarrow a} \frac{f(x)}{g(x)} = \frac{0}{0} \xrightarrow{\text{HOP}} \lim_{x \rightarrow a} \frac{f'(x)}{g'(x)} \quad \text{قاعده هوییتال:}$$

$$(\sqrt{a} - \sqrt{b})(\sqrt{a} + \sqrt{b}) = a - b \quad \text{استفاده از اتحاد مزدوج در عبارت‌های رادیکالی:}$$

$$(\sqrt[3]{a} \pm \sqrt[3]{b})(\sqrt[3]{a^2} \mp \sqrt[3]{ab} + \sqrt[3]{b^2}) = a \pm b \quad \text{استفاده از اتحاد چاق و لاغر در عبارت‌های رادیکالی:}$$

$$\sin^2 x = 1 - \cos^2 x = (1 - \cos x)(1 + \cos x)$$

$$\sin^2 x + \cos^2 x = 1$$

$$\cos^2 x = 1 - \sin^2 x = (1 - \sin x)(1 + \sin x)$$

$$\sin 2x = 2 \sin x \cos x$$

استفاده از اتحادهای

$$\cos 2x = \cos^2 x - \sin^2 x = 2 \cos^2 x - 1 = 1 - 2 \sin^2 x$$

$$\cos^2 x = \frac{1 + \cos 2x}{2}$$

$$\sin^2 x = \frac{1 - \cos 2x}{2}$$

رفع ابهام

هم‌ارزی کم‌توان: در چندجمله‌ای‌ها، جمله‌های با کم‌ترین توان رو نگه می‌داریم و بقیه رو حذف می‌کنیم.

استفاده از هم‌ارزی در صفر

$$\sin u \sim u$$

$$\sin^n u \sim u^n$$

$$\tan u \sim u$$

$$\tan^n u \sim u^n$$

هم‌ارزی مثلثاتی ( $u \rightarrow 0$ )

$$\cos u \sim 1 - \frac{u^2}{2}$$

$$\cos^n u \sim 1 - \frac{nu^2}{2}$$

پیوستگی در نقطه:  $\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = \lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = f(a)$

پیوستگی راست:  $\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = f(a)$

پیوستگی چپ:  $\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = f(a)$

انواع

عبارت داخل براکت به ازای  $x = a$  عدد صحیح نباشد  $\leftarrow$  تابع در  $x = a$  پیوسته

$x = a$  مینیمم نسبی تابع است  $\leftarrow$

$x = a$  در تابع پیوسته  $\leftarrow$

عبارت داخل براکت به ازای  $x = a$  عدد صحیح باشد

در غیراین صورت تابع در

$x = a$  ناپیوسته

در توابع  $y = g(x)[f(x)]$ ، اگر  $f(a) \in \mathbb{Z}$  و  $g(a) = 0$  باشد، تابع در  $x = a$  پیوسته است.

پیوستگی تابع براکتی  $y = [f(x)]$

پیوستگی

توابع همواره پیوسته در دامنه خود:  $\sin x$ ،  $\cos x$ ، چندجمله‌ای‌ها، رادیکالی با فرجه فرد، توابع نمایی و لگاریتمی و ....

توابع کسری در ریشه مخرج خود ناپیوسته‌اند.

تابع  $y = \tan x$  در نقاط به طول  $x = k\pi + \frac{\pi}{2}$  ناپیوسته است.

تابع  $y = \cot x$  در نقاط به طول  $x = k\pi$  ناپیوسته است.

در توابع به فرم  $y = \sqrt{ax+b}$ ، تابع در ریشه عبارت زیر رادیکال یعنی  $x = -\frac{b}{a}$  ناپیوسته است.

توابع رادیکالی با فرجه زوج  $\leftarrow$  عبارت زیر رادیکال باید همواره نامنفی باشد.

توابع گویا  $\leftarrow$  مخرج کسر باید ریشه نداشته باشد.

پیوستگی در  $\mathbb{R}$  توابع خاص

هریک از ضابطه‌ها در دامنه خود پیوسته باشند.

چندضابطه‌ای

تابع در نقاط مرزی دامنه پیوسته باشد.



$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = -\infty \text{ یا } \lim_{x \rightarrow a} f(x) = +\infty$$

$\frac{+ \text{ عدد}}{-} = -\infty$	$\frac{- \text{ عدد}}{-} = +\infty$	$\frac{- \text{ عدد}}{+} = -\infty$	$\frac{+ \text{ عدد}}{+} = +\infty$
-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

تعیین علامت  $\infty$ :

$\frac{\text{عدد}}{\text{صفر حدی}} = \infty$	$\frac{\text{صفر حدی}}{\text{صفر حدی}} = \cdot$ (مبهم)	$\frac{\text{صفر حدی}}{\text{صفر مطلق}} = \text{وجود ندارد}$	$\frac{\text{صفر مطلق}}{\text{صفر مطلق}} = \text{وجود ندارد}$	$\frac{\text{صفر مطلق}}{\text{صفر حدی}} = \cdot$
--	--	--	---	--

حد نامتناهی

انواع

$$\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = -\infty$$

$$\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = -\infty$$

$$\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = +\infty$$

$$\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = +\infty$$

$$\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = -\infty$$

$$\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = +\infty$$

$$\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = -\infty$$

$$\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = +\infty$$

$$\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = -\infty$$

$$\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = +\infty$$

$$\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = +\infty$$

$$\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = -\infty$$

خاص:  $x = k \Leftarrow \lim_{x \rightarrow k} \frac{f(x)}{ax^r + bx + c} = \pm\infty$  ریشه مضاعف مخرج کسر است.

ساده کردن با مخرج مشترک گیری

ضرب در مزدوج

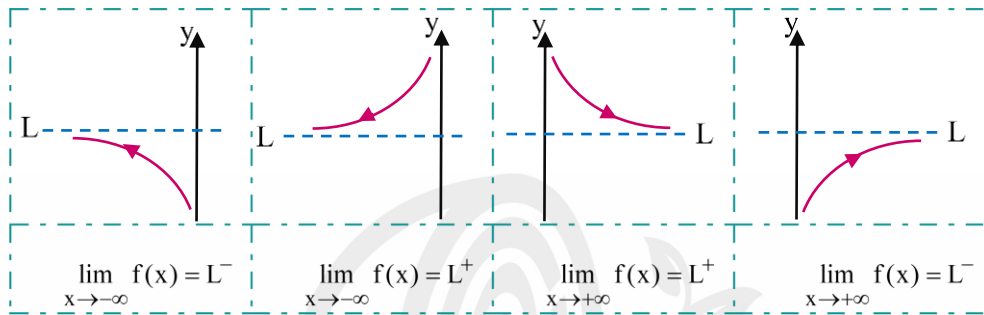
رفع حالت مبهم  $(\infty - \infty)$

هم‌ارزی نیوتن (بنا):  $x \rightarrow \pm\infty: \sqrt[n]{ax^n + bx^{n-1} + \dots} \sim \sqrt[n]{a} \left| x + \frac{b}{na} \right|$





$$\lim_{x \rightarrow \pm\infty} f(x) = L (L \in \mathbb{R}) \text{ یا } \lim_{x \rightarrow \pm\infty} f(x) = \infty$$



حد  
بنهایت

اگر مخرج کسری  $\infty$  و صورت کسر، عدد شود، حاصل حد برابر صفر است.  $(a \in \mathbb{R})(n > 0)$  ،  $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{a}{x^n} = 0$

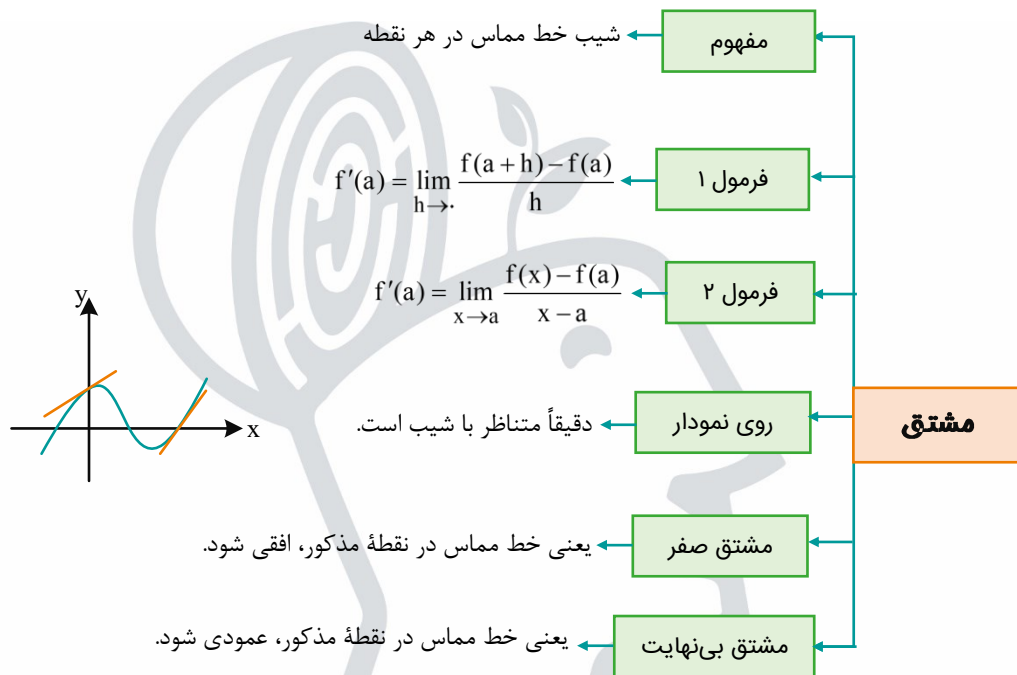
قاعده پرتوان: در چندجمله‌ای‌ها جمله با بیشترین توان را نگه می‌داریم و بقیه را حذف می‌کنیم.

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{ax^n + a'x^{n-1} + \dots}{bx^m + b'x^{m-1} + \dots} = \begin{cases} \infty & n > m \\ \frac{a}{b} & n = m \text{ : در عبارت‌های گویا} \\ 0 & n < m \end{cases}$$

اگر  $x \rightarrow +\infty$ : جمله با بزرگ‌ترین پایه را انتخاب می‌کنیم و بقیه را حذف می‌کنیم.

در توابع نمایی به فرم  $y = a^x + b^x + \dots$

اگر  $x \rightarrow -\infty$ : جمله با کمترین پایه را انتخاب می‌کنیم و بقیه را حذف می‌کنیم.





# دیجی ماز ، کتابخانه ی دیجیتال ماز

دیجی ماز به پلتفرم الکترونیکی و آموزشی که بهتون کمک میکنه در هر زمان و مکانی به کتاب های درسی و کمک درسیتون دسترسی داشته باشین و ازشون استفاده کنین .



دیجی ماز این بستر رو برات فراهم میکنه تا بتونی همه ی کتاب هات رو در یک اپلیکیشن کنار هم داشته باشی و همه جا با خودت ببریشون



تولید کمتر کاغذ به  
حفظ محیط زیستمون  
کمک میکنه



هزینه ی کتاب های الکترونیکی  
خیلی کمتر از کتاب های  
چاپ شده است



یک بار هر کتابی رو میخری  
ولی با هر چاپ جدید و  
آپدیت محتوای کتاب ،  
بهش دسترسی  
کامل داری !



## سری کتاب های تاپ گان ماز منتشر شد

کامل ترین سلاح هر کنکوری

تهیه ی **کتاب تاپ گان ریاضی و فیزیک** ،

هم اکنون از طریق سایت و اپلیکیشن دیجی ماز

آشنایی بیشتر با امکانات اپلیکیشن و تهیه ی کتاب ها از طریق [سایت digimaze.org](http://digimaze.org)



[digimaze\\_org](https://www.instagram.com/digimaze_org)



[AzmonVIP](https://t.me/AzmonVIP)



[digimaze.org](http://digimaze.org)

# دسترسی رایگان به آرشیو آزمون های ماز در سال تحصیلی گذشته

همه دانش آموزان مازی که در سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳  
در آزمون ماز شرکت می کنند

برای دسترسی به آرشیو کامل سوالات و پاسخنامه آزمون های  
ماز در سال گذشته، تنها کافیست سه مرحله زیر را سیری کنید

✓ اپلیکیشن دیجی ماز را از سایت دیجی ماز ([digimaze.org](https://digimaze.org))  
دانلود کنید.

✓ با شماره تماسی که در سایت ماز حساب کاربری ایجاد کرده اید  
در اپلیکیشن دیجی ماز وارد شوید. (نیاز به ثبت نام نیست)

✓ در بخش (کتاب های من) فایل آرشیو آزمون ها را دانلود و استفاده کنید.

دانلود نسخه اندروید اپلیکیشن دیجی ماز



دانلود نسخه iOS اپلیکیشن دیجی ماز



دانلود نسخه دسکتاپ اپلیکیشن دیجی ماز



<https://B2n.ir/k43352>

## تذکر

برای دانش آموزانی که از این به بعد در آزمون ماز (یا هر محصول ماز که شامل آزمون ماز  
هست) ثبت نام کنند، حداکثر **ظرف مدت ۵ روز** این آرشیو در اپلیکیشن دیجی

ماز فعال می شود.



AzmonVIP