



## زیست شناسی

گزینه ۱

۱

فقط مورد (ج) درست است.

دقت کنید که صورت سؤال به (هر جاندار پریاخته) اشاره کرده است که شامل تمام گیاهان، تمام جانوران، اکثر قارچها و برخی آغازیان می‌شود، ولی در موارد (الف) و (ب) و (د) به یاخته عصبی و سیناپس اشاره کرده که فقط مربوط به "اکثر" جانوران است؛ پس این گزینه‌ها حذف می‌شوند.

گزینه ۳

۲

الف) کانال‌های نشستی همانند پمپ سدیم - پتاسیم هم در پتانسیل عمل و هم در پتانسیل آرامش فعال هستند.  
ب) درست.

پ) همان‌طور که در تصویر کتاب درسی مشخص است، این امکان وجود دارد که این کانال‌ها در نقاط مختلف یک نورون، هم‌زمان باز باشند. البته دقت کنید که مربوط به دو پتانسیل عمل جدا از هم هستند.

ت) کانال‌های همیشه باز بدون نیاز به تغییر شکل تغییر شکل عبور مواد را تسهیل می‌کنند.

گزینه ۱

۳

ناقل عصبی پس از رسیدن به غشاء یاخته پس‌سیناپسی، به پروتئینی به نام گیرنده متصل می‌شود. این پروتئین همچنین کانالی است که با اتصال ناقل عصبی به آن باز می‌شود. به این ترتیب ناقل عصبی با تغییر نفوذپذیری غشاء یاخته پس‌سیناپسی به یونها، پتانسیل الکتریکی این یاخته را تغییر می‌دهد و بر اساس اینکه ناقل عصبی، تحریک‌کننده یا بازدارنده باشد، یاخته پس‌سیناپسی تحریک، یا فعالیت آن مهار می‌شود.

پس از انتقال پیام، مولکول‌های ناقل باقی‌مانده، باید از فضای سیناپسی تخلیه شوند تا از انتقال بیش‌ازحد پیام جلوگیری و امکان انتقال پیام‌های جدید فراهم شود. این کار به دو طریق صورت می‌گیرد:

۱- جذب دوباره ناقل‌های عصبی به یاخته پس‌سیناپسی؛ پس از انتقال پیام عصبی، ناقل‌های موجود در فضای سیناپسی توسط یاخته پس‌سیناپسی جذب می‌شوند.

۲- ترشح آنزیم‌های تجزیه‌کننده ناقل

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) همان‌طور که می‌دانید، ریزکیسه‌های حاوی ناقل عصبی قبل از رسیدن پیام عصبی به پایانه آکسون، در محل پایانه آکسون حضور دارند و پس از رسیدن پیام عصبی، این ریزکیسه‌ها با غشاء پایانه آکسون ادغام شده و برون‌رانی ناقل‌های عصبی صورت می‌گیرد.

۳) ناقل‌های عصبی از طریق برون‌رانی ترشح می‌شوند، نه انتقال فعال!

۴) ناقل‌های عصبی به یاخته پس‌سیناپسی وارد نمی‌شوند!!!! بلکه به گیرنده‌های ناقل عصبی در غشاء یاخته پس‌سیناپسی اتصال پیدا می‌کنند.

گزینه ۲

۴

فقط موارد (الف) و (ج) صحیح هستند.

بررسی همه موارد:

الف) متن کتاب درسی است و قطعاً صحیح است.

ب) در ثبت نوار مغزی، فقط عملکرد یاخته‌های عصبی مورد بررسی قرار می‌گیرد نه همه یاخته‌های مغز!

ج) دستگاه تهیه نوار مغزی، حاصل همکاری زیست‌شناسان با متخصصان سایر رشته‌ها است و در واقع مربوط به نگرش بین‌رشته‌ای است.

د) باتوجه به شکل ابتدای فصل کتاب درسی، نوار مغزی به صورت مجموعه‌ای از امواج نامنظم و غیرهم‌شکل ثبت می‌شود.

آکسون رشته‌ای است که پیام‌ها از جسم یاخته‌ای یک یاخته عصبی دور می‌کند. در هدایت پیام عصبی در طول رشته، در دو بخش مجاور هم، کانال‌های دریچه‌دار متفاوتی می‌توانند باز باشند. مثلاً در یک نقطه، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز شده و پتانسیل عمل ایجاد می‌شود، اما در نقطه قبل آن، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز شده و پتانسیل غشا به حالت آرامش باز می‌گردد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

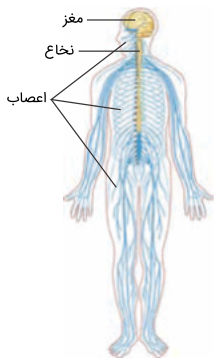
۱) در حالت آرامش و زمانی که کانال دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند (انتهای پتانسیل عمل)، پتانسیل سطح داخلی غشا می‌تواند منفی باشد.

۲) در زمان هدایت پیام عصبی در طول رشته عصبی، در دو بخش متفاوت از طول غشا کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی هم‌زمان باز هستند.

۴) در گره‌های رانویه، تعداد زیادی کانال دریچه‌دار وجود دارد، ولی در فاصله بین گره‌ها، این کانال‌ها وجود ندارند. این موضوع سبب می‌شود که حرکت یون‌ها از عرض غشا فقط در این گره‌ها صورت بگیرد و سرعت هدایت افزایش یابد.

اپی‌فیز، در مجاورت ساقه مغز قرار دارد و با ترشح هورمون (پیک شیمیایی دوربرد) ملاتونین، در تنظیم ریتم‌های شبانه‌روزی نقش دارد. اپی‌فیز پایین‌تر از بطن ۱ و ۲ و در خارج از آن قرار دارد. اجسام مخطط و شبکه‌های مویرگی ترشح‌کننده مایع مغزی - نخاعی در این بطن‌ها قرار دارند (نادرستی گزینه ۴). اپی‌فیز در مجاورت بطن سوم و پایین‌تر از آن، در بین دو نیمکره راست و چپ مخ قرار دارد (درستی گزینه ۱ و ۲). در عقب اپی‌فیز برجستگی‌های چهارگانه قرار دارند که دو برجستگی نزدیک‌تر به اپی‌فیز، بزرگ‌تر هستند (درستی گزینه ۳).

پیام‌های حرکتی برای دست‌ها از نخاع ناحیه گردنی ارسال می‌شود که درست زیر بصل‌النخاع قرار دارد. بصل‌النخاع در کنترل فشار خون و ضربان قلب نقش دارد.



بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: نادرست - مدت‌زمان دم را، مرکزی در پل مغزی که بالاتر از بصل‌النخاع است کنترل می‌کند.

گزینه ۲: نادرست - مرکز تنظیم دمای بدن، گرسنگی و خواب، هیپوتالاموس است که در بالای آن تالاموس‌ها قرار دارند.

گزینه ۴: نادرست - هماهنگی فعالیت ماهیچه‌ها و حرکات بدن به کمک مغز توسط مخچه صورت می‌گیرد که پشت ساقه مغز قرار دارد.

نخاع درون ستون مهره‌ها از بصل‌النخاع تا دومین مهرهٔ کمر کشیده شده است. (نه اینکه تا دومین مهرهٔ ستون مهره‌ها کشیده باشد). بررسی سایر گزینه‌ها:

(۲) مطابق شکل زیر همانند شکاف موجود در سطح شکمی نخاع، در سطح پشتی نخاع نیز چند شیار در مادهٔ سفید موجود در بخش قشری آن مشاهده می‌گردد.

(۳) مطابق شکل زیر این برآمدگی‌ها محل تجمع جسم سلول‌های عصبی حسی می‌باشد.

(۴) بخش H مانند یا پروانه‌ای شکل موجود در مرکز نخاع که دارای مادهٔ خاکستری بوده و محل برقراری سیناپس بین نورون‌های حسی و رابطه و همچنین بین نورون‌های رابط و حرکتی موجود در اعصاب نخاعی می‌باشد.



جمع‌بندی:

(۱) بخش H مانند یا پروانه‌ای شکل موجود در مرکز نخاع که دارای مادهٔ خاکستری مشاهده می‌شود.

(۲) هدایت جهشی پیام عصبی تنها در رشته‌های عصبی دارای میلین مشاهده می‌شود.

(۳) مرکز تنظیم تعادل و وضعیت بدن، مخچه است.

اگرچه یاخته‌های پشتیبان میلیون‌ساز در اطراف نورون‌های فاقد نورون نیستند، اما سایر انواع یاخته‌های پشتیبان در مجاورت این یاختهٔ عصبی قرار دارند. بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) پیام عصبی از یاخته‌ای به یاختهٔ دیگر انتقال می‌یابد نه هدایت.

(۳) در دستگاه عصبی مرکزی، یاخته‌های عصبی و غیر عصبی وجود دارند. این گزینه فقط در مورد یاخته‌های عصبی رابط درست است.

(۴) فقط قسمت دارای غلاق میلین در مادهٔ سفید است و برای مثال جسم یاخته‌ای یاخته می‌تواند در مادهٔ خاکستری باشد.

جمع‌بندی:

(۱) انواع مختلفی از یاخته‌های پشتیبان وجود دارند که در دفاع از یاخته‌های عصبی و حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف آن‌ها نقش دارند.

(۲) به‌صورت کلی یاخته‌هایی که در دستگاه عصبی یافت می‌شوند می‌توانند عصبی و یا غیرعصبی باشند.

(۳) در بافت عصبی اغلب یاخته‌ها از نوع پشتیبان و غیرعصبی بوده و برخی از یاخته‌ها از نوع عصبی و نورون هستند.

مطابق با شکل کتاب درسی، لایه اپیدرم پوست در محلی که مو وجود دارد به بافت پیوندی زیرین (لایه درم) نفوذ کرده و اطراف مو را احاطه می‌کند. گیرنده‌های فشار در بافت پیوندی زیر درم و درم پوست قرار دارند؛ نه لایه اپیدرم.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) مطابق با شکل کتاب درسی، ماهیچهٔ موجود در بخش درم، قسمتی از اپیدرم را به قسمتی دیگر از اپیدرم که اطراف چپاز مو قرار گرفته متصل می‌کند.

(۲) عروق خونی که به لایه درم (نه اپیدرم) نفوذ می‌کنند، از بافت پیوندی چربی که در زیر لایه درم قرار دارند خارج شده و یاخته‌های پوست را خون‌رسانی می‌کنند.

(۳) یاخته‌های پوششی فضای بین سلولی اندکی دارند و در لایه اپیدرم پوست قرار دارند. در بافت‌های پوششی، عروق خونی مشاهده نمی‌شود.

گیرنده‌های تماسی در بخش‌های مختلف بدن پراکنده شده‌اند و در پوست بخش‌های مختلف بدن، تعداد متفاوتی دارند. گیرنده‌های تماسی که بر اثر فشار، تماس یا ارتعاش تحریک می‌شوند از نوع مکانیکی هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) گیرنده‌های وضعیت در ماهیچه‌های اسکلتی، زردپی و کپسول پوشاننده مفاصل یافت می‌شوند. این گیرنده‌ها به کشیده‌شدن حساس هستند. مطابق با شکل کتاب درسی، گیرنده وضعیت درون زردپی حالتی منشعب دارد.

۳) گیرنده‌های دمایی در بخش‌هایی از درون بدن همچون برخی سپاهرگ‌های بزرگ و پوست جای دارند. گیرنده‌های دمایی ممکن است هم‌زمان با گیرنده‌های درد تحریک شوند (گرمای شدید)، اما لزومی ندارد.

۴) سرخرگ اکلیلی و همچنین شاخه‌های دیگری از سرخرگ آئورت انشعاب می‌گیرند. گیرنده‌های درد در پوست و سرخرگ‌های بدن یافت می‌شوند؛ گیرنده‌های درد هیچ‌گاه سازش نمی‌یابند.

به‌طور کلی گیرنده حسی، یاخته یا بخشی از آن است که اثر محرک (چه خارجی و چه داخلی) را دریافت می‌کند و اثر محرک در آن به پیام عصبی تبدیل می‌شود. در واقع به دنبال باز شدن کانال‌های یونی، پتانسیل الکتریکی غشاء گیرنده تغییر کرده و پیام عصبی ایجاد می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) مثلاً گیرنده درد توسط انواع مختلفی محرک (مثل بریدگی، سرما یا گرمای شدید و ...) تحریک می‌شود.

۲) گیرنده حسی می‌تواند تنها بخشی از یک یاخته باشد.

۳) محرک تحریک‌کننده گیرنده، لزوماً یک محرک خارجی نیست، مثلاً تغییرات فشار خون می‌تواند گیرنده‌های فشار خون در دیواره رگ‌ها را تحریک کند.

هر سلول مژک‌دار در حلزون گوش و مجاری نیم‌دایره با ارتعاش مایع درون خود مرتعش می‌شود و به یکدیگر وابسته و متصل نیستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: چون گوش اندام حس شنوایی-تعادلی است، بنابراین عصبی که از گوش به مغز می‌رود، از دو جزء تشکیل شده است: ۱- بخش شنوایی ۲- بخش تعادلی. پس دلیلی ندارد که حتماً با تحریک سلول‌های مژک‌دار، پیام شنوایی به مغز ارسال شود، بلکه ممکن است این تحریکات مربوط به پیام تعادلی باشند.

گزینه ۲: استخوان رکابی باعث ارتعاش مایع درون بخش حلزون گوش می‌شود، و با مرتعش شدن مایع، سلول‌های مژک‌دار تحریک شده و ایجاد پیام عصبی می‌نمایند. پس استخوان رکابی به‌طور مستقیم سلول‌های مجاری نیم‌دایره را تحریک نمی‌کند.

گزینه ۳: در زمانی که استخوان رکابی مرتعش می‌شود پیام عصبی در بخش حلزون گوش داخلی ایجاد شده و از طریق عصب شنوایی به مغز منتقل می‌شود.

در گیرنده مخروطی، نسبت به گیرنده استوانه‌ای، مقدار ماده حساس به نور کمتر است (درستی گزینه ۱). محل قرارگیری ماده حساس به نور در هر دو یاخته، در یک انتهای یاخته و دور از محل قرارگیری هسته است (نادرستی گزینه ۲ و ۳). ماده حساس به نور تحت تأثیر نور تجزیه (نه ساخته) می‌شود (نادرستی گزینه ۴).

همه موارد درست هستند.

پلک‌ها، مژه‌ها، بافت چربی روی کره چشم و اشک از چشم محافظت می‌کنند.

بررسی موارد:

الف) مولکول‌های چربی پس از گوارش در روده باریک وارد مویرگ‌های لنفی می‌شوند. مولکول‌های حاصل از گوارش چربی‌ها در کبد یا بافت چربی ذخیره می‌شوند. یاخته‌های چربی در محافظت از کره چشم نقش دارند.

ب) مرکز اصلی تنظیم تنفس در بصل‌النخاع قرار گرفته است. پل مغزی در بالای بصل‌النخاع استقرار یافته است و در تنظیم تنفس و ترشح اشک و بزاق نقش دارد. اشک از عوامل محافظتی چشم به شمار می‌رود.

ج و د) پلک همانند بخش‌های دیگر بدن دارای پوست است. یاخته‌های سطحی پوست که یاخته‌های پوششی هستند در چندلایه آرایش یافته‌اند. یاخته‌های پوششی دارای فضای بین‌سلولی اندکی و ارتباطات سلولی تنگاتنگی هستند. لایه درونی پوست (درم) از بافت پیوندی متراکم تشکیل شده است. در این لایه رشته‌های پروتئینی مستحکم (کلاژن) در هم تابیده شده‌اند.

در چشم دو نوع گیرندهٔ مخروطی و استوانه‌ای وجود دارد. یاخته‌های استوانه‌ای در نور کم و یاخته‌های مخروطی در نور زیاد تحریک می‌شوند. باتوجه‌به شکل زیر، مادهٔ حساس به نور در گیرنده‌های مخروطی چشم نسبت به گیرنده‌های استوانه‌ای کمتر است.



بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) باتوجه‌به شکل، مادهٔ حساس به نور در مجاورت هستهٔ سلول گیرنده قرار ندارد. در واقع، بین محل نگهداری مادهٔ حساس به نور و هستهٔ گیرنده‌های نوری، رشتهٔ دندریت قرار دارد.

۳) در گیرندهٔ مخروطی همانند گیرندهٔ استوانه‌ای، مادهٔ حساس به نور در یک انتهای سلول وجود دارد.

۴) گیرنده‌های مخروطی در نور زیاد به میزان بیشتری تحریک می‌شوند. با برخورد نور به شبکه، مادهٔ حساس به نور، درون گیرنده‌های نوری تجزیه می‌شود و واکنش‌هایی را به راه می‌اندازد که به ایجاد پیام عصبی منجر می‌شود. ویتامین A برای ساخت مادهٔ حساس به نور لازم است. دقت کنید در نور زیاد مادهٔ حساس به نور تجزیه می‌شود نه اینکه ساخته شود.

قسمت شماره ۴ بصل‌النخاع می‌باشد، که در انسان این قسمت از مغز، فعالیت‌های مربوط به ضربان قلب و تنفس را تنظیم می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ ۱: قسمت ۳ مخچه می‌باشد که در انسان وظیفهٔ تصحیح یا تغییر اغلب حرکات بدن را بر عهده دارد.

گزینهٔ ۲: قسمت ۲ لب بینایی می‌باشد. تلاموس در تقویت و پردازش اولیه اغلب اطلاعات حسی نقش مهمی دارد.

گزینهٔ ۴: قسمت ۱ نیمکره مخ می‌باشد. پیام‌های گیرنده‌های بویایی و بینایی به لب‌های بویایی و بینایی می‌روند.

در حشرات هر گره فعالیت‌های مربوط به یک بند را کنترل می‌کند. پیام عصبی ایجادشده در پای جلویی جیرجیرک به همهٔ گره‌های سراسر بدن جیرجیرک نمی‌رسد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲- همهٔ گیرنده‌ها کانال دریچه‌دار سدیمی دارند که نوعی پروتئین غشایی است.

۳- گیرنده‌های نوری چشم مرکب برخی حشرات مانند زنبور، پرتوهای فرابنفش (دارای طول موج کمتر از ۴۰۰ نانومتر) را نیز دریافت می‌کنند.

۴- هر گیرنده، پیام عصبی ایجاد شده را به دو رشتهٔ عصبی منتقل می‌کند.

هر واحد بینایی به‌طور مستقل عمل می‌کند و از بخشی از میدان بینایی تصویر تشکیل می‌دهد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) طبق شکل گیرنده‌های خط‌جانبی این مورد درست است.

۳) دندریت این گیرنده‌ها در موهای حسی قرار دارد و پس از رسیدن پیام به جسم یاخته‌ای توسط آکسون‌های این یاخته‌ها به سمت مغز برده می‌شود.

۴) طبق شکل و متن کتاب این مورد درست است. پردهٔ صماخ بین بند اول و دوم پاهای جلویی قرار دارد.

توجه داشته باشید باتوجه به شکل کتاب درسی که اجزای چشم چپ را از بالا نمایش می‌دهد، نقطه کور (محل خروج عصب بینایی) به سمت بینی (راست) و لکه زرد (بخش فرورفته شبکیه) به سمت گوش (سمت چپ) مستقر است.

## فیزیک

هنگام مدل‌سازی فقط اثرهای جزئی را می‌توانیم نادیده بگیریم؛ درحالی‌که نیروی جاذبه زمین که به توپ وارد می‌شود، یک اثر کلی و تعیین‌کننده مسیر حرکت توپ است؛ لذا نمی‌توان آن را نادیده گرفت.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) فشار از کمیت‌های نرده‌ای است.

(۳) کار، جریان الکتریکی و تندی از کمیت‌های نرده‌ای بوده و برای بیان آن عدد و یکای مناسب کفایت می‌کند.

(۴) برای بیان جرم، زمان و دما به یکای مناسب و عدد کفایت می‌کنیم و بنابراین همگی از کمیت‌های نرده‌ای می‌باشند.

اگر یکای A برحسب متر بر ثانیه (m/s) باشد، آنگاه یکای  $A^2$  به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$[A^2] = (m/s)^2 = m^2/s^2$$

از طرفی می‌دانیم که کمیت‌های هم‌جنس، با یکدیگر جمع و تفریق می‌شوند، بنابراین باتوجه به این که یکای D برحسب متر است می‌توان نوشت:

$$[CD] = m^2/s^2 \Rightarrow [C] \times m = m^2/s^2 \Rightarrow [C] = m/s^2 \text{ یا } \frac{\text{متر}}{(\text{ثانیه})^2}$$

$$1 \text{ AU} = 2 \times 10^{11} \text{ m}$$

$$d = 2/6 \times 10^5 \text{ Tm} \times \frac{10^{12} \text{ m}}{1 \text{ Tm}} \times \frac{1 \text{ AU}}{2 \times 10^{11} \text{ m}} = 1/3 \times 10^6 \text{ AU}$$

می‌دانیم که یکای SI نیوتون، معادل یکای فرعی  $\frac{\text{kg}\cdot\text{m}}{\text{s}^2}$  است، لذا  $\beta$  (توان یکای زمان یعنی ثانیه) باید برابر با ۲ باشد. برای به دست آوردن پیشوند  $\alpha$  می‌توان نوشت:

$$\begin{aligned} \frac{1 \text{ mg}\cdot\text{Mm}}{\alpha \text{ s}^2} &= 1 \text{ MN} \Rightarrow \frac{1 \text{ mg}\cdot\text{Mm}}{\alpha \text{ s}^2} \times \frac{10^{-3} \text{ g}}{1 \text{ mg}} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}} \times \frac{10^6 \text{ m}}{1 \text{ Mm}} \times \frac{1 \alpha \text{ s}^2}{\alpha^2 \text{ s}^2} \\ &= 1 \text{ MN} \times \frac{10^6 \text{ N}}{1 \text{ MN}} \times \frac{1 \frac{\text{kg}\cdot\text{m}}{\text{s}^2}}{1 \text{ N}} \Rightarrow \alpha^{-2} \frac{\text{kg}\cdot\text{m}}{\text{s}^2} = 10^6 \frac{\text{kg}\cdot\text{m}}{\text{s}^2} \\ &\Rightarrow \alpha = 10^{-3} \xrightarrow{\text{معادل با}} \alpha \equiv \text{m (میلی)} \end{aligned}$$

اکنون تعیین می‌کنیم که یکای فرعی  $\frac{\text{Mg}\cdot\alpha\text{m}^\beta}{\text{cs}^\gamma}$ ، به ازای  $\alpha \equiv \text{m}$  و  $\beta = 2$  معادل چیست:

$$\begin{aligned} \frac{1 \text{ Mg}\cdot\text{mm}^2}{\text{cs}^\gamma} &= \frac{1 \text{ Mg}\cdot\text{mm}^2}{\text{cs}^\gamma} \times \frac{10^6 \text{ g}}{1 \text{ Mg}} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}} \times \frac{(10^{-3})^2 \text{ m}^2}{1 \text{ mm}^2} \times \frac{1 \text{ cs}^\gamma}{(10^{-2})^\gamma \text{ s}^\gamma} \\ &= 10^1 \frac{\text{kg}\cdot\text{m}^2}{\text{s}^\gamma} \xrightarrow{\frac{\text{kg}\cdot\text{m}^2}{\text{s}^2} \equiv \text{J}} \frac{1 \text{ Mg}\cdot\text{mm}^2}{\text{cs}^\gamma} = 10^1 \text{ J} = 1 \text{ daJ} \end{aligned}$$

با توجه به بخش معلوم و مجهول معادله ابتدا کسرهای تبدیل را می‌نویسیم:

گندم = ? من  $5/2$

$$\frac{40 \text{ (سیر)}}{1 \text{ (من)}} = 1, \quad \frac{16 \text{ (مثقال)}}{1 \text{ (سیر)}} = 1, \quad \frac{96 \text{ (گندم)}}{1 \text{ (مثقال)}} = 1$$

کسرهای تبدیل را در قسمت معلوم معادله ضرب می‌کنیم:

$$5/2 \text{ (من)} \times \frac{40 \text{ (سیر)}}{1 \text{ (من)}} \times \frac{16 \text{ (مثقال)}}{1 \text{ (سیر)}} \times \frac{96 \text{ (گندم)}}{1 \text{ (مثقال)}} = \dots \text{ (گندم)}$$

حالا مرتبه بزرگی هرکدام از ضریب را نوشته و در هم ضریب می‌کنیم:

$$\left. \begin{array}{l} 5/2 = 10^1 \text{ مرتبه بزرگی} \\ 40 = 10^1 \text{ مرتبه بزرگی} \\ 16 = 10^1 \text{ مرتبه بزرگی} \\ 96 = 10^2 \text{ مرتبه بزرگی} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{مرتبه بزرگی} = 10^1 \times 10^1 \times 10^1 \times 10^2 = 10^5$$

ابتدا جرم و مساحت سطح تماس را برحسب یكاهای SI می‌یابیم:

$$m = 350 \text{ پوند} = 350 \times \frac{450 \text{ g}}{1 \text{ پوند}} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}} = 157.5 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} A &= 25 \text{ inch}^2 = 25 \text{ inch}^2 \times \left( \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ inch}} \times \frac{10^{-2} \text{ m}}{1 \text{ cm}} \right)^2 \\ &= 25 \times 2/5 \times 2/5 \times 10^{-4} \text{ m}^2 = 1/5625 \times 10^{-2} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

حال فشار حاصل از وزن شخص را که روی دو پایش قرار دارد، می‌یابیم:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} \Rightarrow P = \frac{157.5 \times 10}{2 \times 1/5625 \times 10^{-2}} = 50/400 \times 10^3 \text{ Pa} = 50/4 \text{ kPa}$$

تبدیل یکای هرکدام از گزینه‌ها را به صورت زیر انجام می‌دهیم:

$$۱) ۲/۹ \times ۱۰^{-۳} \text{ cm}^۲ = ۲/۹ \times ۱۰^{-۳} \text{ cm}^۲ \times \left( \frac{۱۰^{-۲} \cancel{\text{m}}}{۱ \text{ cm}} \times \frac{۱ \mu\text{m}}{۱۰^{-۶} \cancel{\text{m}}} \right)^۲ = ۲۹ \times ۱۰^۴ \mu\text{m}^۲$$

$$۲) ۲ \times ۱۰^۴ \frac{\text{ns}}{\text{mm}^۳} = ۲ \times ۱۰^۴ \frac{\cancel{\text{ms}}}{\text{mm}^۳} \times \frac{۱۰^{-۹} \cancel{\text{s}}}{۱ \cancel{\text{ns}}} \times \frac{۱ \text{Ts}}{۱۰^{۱۲} \cancel{\text{s}}} \\ \times \left( \frac{۱ \text{mm}}{۱۰^{-۳} \cancel{\text{m}}} \times \frac{۱۰^۳ \cancel{\text{m}}}{۱ \text{km}} \right)^۳ = ۲۰ \frac{\text{Ts}}{\text{km}^۳}$$

$$۳) ۵/۳ \times ۱۰^{-۵} \frac{\text{ms}}{\text{Mm}^۳} = ۵/۳ \times ۱۰^{-۵} \frac{\cancel{\text{ms}}}{\text{Mm}^۳} \times \frac{۱۰^{-۳} \cancel{\text{s}}}{۱ \cancel{\text{ms}}} \times \frac{۱ \text{ps}}{۱۰^{-۱۲} \cancel{\text{s}}} \\ \times \left( \frac{۱ \text{Mm}}{۱۰^۶ \cancel{\text{m}}} \times \frac{۱۰^۹ \cancel{\text{m}}}{۱ \text{Gm}} \right)^۳ = ۵/۳ \times ۱۰^{۱۳} \frac{\text{ps}}{\text{Gm}^۳}$$

$$۴) ۳ \times ۱۰^{-۷} \frac{\mu\text{m}^۲}{\text{ng} \cdot \text{ps}^۲} = ۳ \times ۱۰^{-۷} \frac{\mu\text{m}^۲}{\cancel{\text{ng}} \cdot \text{ps}^۲} \times \left( \frac{۱۰^{-۶} \cancel{\text{m}}}{۱ \mu\text{m}} \times \frac{۱ \text{cm}}{۱۰^{-۲} \cancel{\text{m}}} \right)^۲ \\ \times \frac{۱ \cancel{\text{ng}}}{۱۰^{-۹} \cancel{\text{g}}} \times \frac{۱۰^۱ \cancel{\text{g}}}{۱ \text{dag}} \times \left( \frac{۱ \text{ps}}{۱۰^{-۱۲} \cancel{\text{s}}} \times \frac{۱۰^۹ \cancel{\text{s}}}{۱۰ \text{Gs}} \right)^۲ = ۳ \times ۱۰^{۳۷} \frac{\text{cm}^۲}{\text{dag} \cdot \text{Gs}^۲}$$

باتوجه به یکاهای داده شده، یکای حاصل جمع در SI به صورت m/s.kg است؛ پس ابتدا یکای هر عدد را با استفاده از روش تبدیل زنجیره‌ای به این یکا تغییر می‌دهیم. داریم:

$$۱/۸ \frac{\text{km}}{\text{h.g}} \times \frac{۱۰^۳ \text{m}}{۱ \text{km}} \times \frac{۱ \text{h}}{۳۶۰۰ \text{s}} \times \frac{۱۰^۳ \text{g}}{۱ \text{kg}} = ۵۰۰ \text{m/s.kg}$$

$$۸۶۰ \frac{\text{cm}}{\text{s.kg}} \times \frac{۱۰^{-۲} \text{m}}{۱ \text{cm}} = ۸/۶ \text{m/s.kg}$$

$$\Rightarrow ۱/۸ \text{km/h.g} + ۸۶۰ \text{cm/s.kg} = ۵۰۸/۶ \text{m/s.kg} = ۵/۰۸۶ \times ۱۰^۲ \text{m/s.kg}$$

$$۱۲۴ \text{ ms} \times \frac{۱ \text{ s}}{۱۰^۳ \text{ ms}} \times \frac{۱ \text{ Gs}}{۱۰^۹ \text{ s}} = ۱۲۴ \times ۱۰^{-۱۲} \text{ Gs} = ۱/۲۴ \times ۱۰^{+۲} \times ۱۰^{-۱۲} \text{ Gs} \\ = ۱/۲۴ \times ۱۰^{-۱۰} \text{ Gs}$$

ابتدا حجم یک آجر و حجم یک انبار را حساب می‌کنیم:

$$\text{Max حجم هر آجر کامل} = ۱ \times ۲ \times ۰/۵ = ۱ (\text{mm})^۳ = ۱۰^{-۹} \text{ m}^۳$$

$$\text{حجم انبار} = ۵ \times ۲ \times ۱۰ = ۱۰۰ \text{ m}^۳$$

$$n_{\text{min}} = \frac{\text{حجم انبار}}{\text{max حجم آجر}} = \frac{۱۰^۲}{۱۰^{-۹}} = ۱۰^{۱۱}$$

این حداقل (min) تعداد آجرهای مورد نیاز است پس، به آجرهای بیشتری نیاز است فقط گزینه ۴ می‌تواند پاسخ سوال باشد.

دقت ترازو ۰/۰۱ کیلوگرم یا ۱۰ گرم است و باتوجه به نمادگذاری علمی فقط گزینه ۴ درست ثبت شده است.



دقت اندازه‌گیری ابزار دیجیتال (رقمی) برابر یک واحد از آخرین رقمی است که دستگاه می‌خواند، بنابراین:

$$\begin{aligned} \overset{\text{آخرین رقم}}{\uparrow} \\ ۲/۰۰ \quad ۴ \quad \text{mV} \Rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری} &= ۰/۰۰۱ \text{ mV} \\ \xrightarrow{۱ \text{ mV} = ۱۰^۳ \mu\text{V}} \text{دقت اندازه‌گیری} &= ۰/۰۰۱ \times ۱۰^۳ \mu\text{V} = ۱ \mu\text{V} \end{aligned}$$

استوانه A توپر است؛ لذا حجم آن خواهد شد:

$$V_A = SA = \pi R_A^2 h$$

اما استوانه B توخالی است؛ بنابراین:

$$V_B = \pi [R^2 - R'^2] h$$

R شعاع خارجی و R' شعاع داخلی است. باتوجه به صورت مسئله  $R = R_B = R_A$  و  $R' = \frac{1}{4} R_A$  داریم:

$$V_B = \pi \left[ R_A^2 - \left( \frac{1}{4} R_A \right)^2 \right] h = \frac{3}{4} \pi R_A^2 h$$

$$m_A = m_B \Rightarrow \rho_A V_A = \rho_B V_B \Rightarrow \rho_A \pi R_A^2 h = \rho_B \times \frac{3}{4} \pi R_A^2 h$$

$$\frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{3}{4}$$

حجم آب بیرون ریخته شده از ظرف پر از آب، برابر است با حجم قطعه که حجم قطعه با جمع کردن حجم آهن و حجم جیوه (حجم حفره) به دست می‌آید. می‌توان نوشت:

$$V_{\text{آهن}} = \frac{m_{\text{آهن}}}{\rho_{\text{آهن}}} = \frac{m_{\text{آهن}} = ۳۲۵۲/۶ \text{ g}}{\rho_{\text{آهن}} = ۷۸۰۰ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = ۷/۸ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} \rightarrow V_{\text{آهن}} = \frac{۳۲۵۲/۶}{۷/۸} = ۴۱۷ \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{حفره}} = V_{\text{جیوه}} = \frac{m_{\text{جیوه}}}{\rho_{\text{جیوه}}} = \frac{m_{\text{جیوه}} = ۵۶۱۹ - ۳۲۵۲/۶ = ۲۳۶۶/۴ \text{ g}}{\rho_{\text{جیوه}} = ۱۳۶۰۰ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = ۱۳/۶ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} \rightarrow V_{\text{حفره}} = \frac{۲۳۶۶/۴}{۱۳/۶} = ۱۷۴ \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{آب بیرون ریخته}} = V_{\text{قطعه}} = V_{\text{آهن}} + V_{\text{حفره}} = ۴۱۷ + ۱۷۴ = ۵۹۱ \text{ cm}^3$$

برای تعیین حجم نیمکره، می‌توان رابطه حجم کره (یعنی  $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ ) را تقسیم بر ۲ کرد:

$$V_{\text{نیمکره}} = \frac{2}{3}\pi R^3$$

برای تعیین حجم ماده سازنده شکلی که داده شده است، باید حجم نیمکره بیرونی را منهای حجم نیمکره خالی داخلی کرد؛ فقط توجه کنید که شعاع نیمکره خارجی  $R = 4 \text{ cm}$  و شعاع نیمکره داخلی،  $R' = 2 \text{ cm}$  است:

$$V = \frac{2}{3}\pi R^3 - \frac{2}{3}\pi R'^3 = \frac{2}{3}\pi(R^3 - R'^3)$$

$$\Rightarrow V = \frac{2}{3} \times \pi \times (4^3 - 2^3) = 112 \text{ cm}^3$$

برای محاسبه جرم نیمکره آهنی هم، می‌توان حجم محاسبه شده را در رابطه زیر قرار داد:

$$m = \rho V = 8 \text{ g/cm}^3 \times 112 \text{ cm}^3 = 896 \text{ g}$$

حال باید جرم آب داخل نیمکره را حساب کنیم:

$$m_{\text{آب}} = \rho V = \rho \times \frac{2}{3}\pi R'^3 = 1 \text{ g/cm}^3 \times \frac{2}{3} \times \pi \times (2 \text{ cm})^3 = 16 \text{ g}$$

به این ترتیب جرم کل، برابر می‌شود با:

$$896 \text{ g} + 16 \text{ g} = 912 \text{ g}$$

برای اینکه جسم غرق نشود، چگالی آن باید کوچک‌تر و یا مساوی چگالی آب باشد. پس:

$$\rho_{\text{جسم}} \leq \rho_{\text{آب}} \Rightarrow \rho_{\text{جسم}} \leq 1 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_{\text{جسم}} = \frac{m_{\text{فلز}} + m_{\text{چوب}}}{V_{\text{فلز}} + V_{\text{چوب}}} = \frac{\rho_{\text{فلز}} V_{\text{فلز}} + \rho_{\text{چوب}} V_{\text{چوب}}}{V_{\text{فلز}} + V_{\text{چوب}}} \leq 1$$

$$8V_{\text{فلز}} + 0.8V_{\text{چوب}} \leq V_{\text{فلز}} + V_{\text{چوب}}$$

$$\Rightarrow 7V_{\text{فلز}} \leq 0.2V_{\text{چوب}} \Rightarrow V_{\text{چوب}} \geq 35V_{\text{فلز}}$$

پس حداقل مقدار حجم چوب باید فلز  $35V$  باشد. درصد حجم این مقدار چوب از حجم کل برابر است با:

$$\frac{V_{\text{چوب}}}{V_{\text{چوب}} + V_{\text{فلز}}} \times 100 = \frac{35V_{\text{فلز}}}{35V_{\text{فلز}} + V_{\text{فلز}}} \times 100 = \frac{35}{36} \times 100 = 97.2\%$$

ابتدا جرم مایع داخل ظرف را حساب می‌کنیم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V \Rightarrow m = 600 \times 250 \times 10^{-6} = 150 \times 10^{-3} \text{ kg} = 150 \text{ g}$$

با خارج کردن  $\frac{3}{5}$  مایع از ظرف، جرم مایع داخل ظرف  $\frac{2}{5}$  برابر شده، ولی جرم ظرف تغییر نمی‌کند. طبق اطلاعات صورت سؤال، مجموع جرم ظرف و مایع در حالت جدید  $\frac{1}{3}$  مجموع جرم ظرف و مایع در حالت اولیه است.

$$\text{جرم مایع در حالت جدید} = 150 - \frac{3}{5}(150) = 60 \text{ g}$$

$$60 + m_{\text{ظرف}} = \frac{1}{3}(150 + m_{\text{ظرف}})$$

$$\Rightarrow 60 + m_{\text{ظرف}} = 75 + \frac{m_{\text{ظرف}}}{3} \Rightarrow m_{\text{ظرف}} = 30 \text{ g}$$

آزمایش و مشاهده در فیزیک، اهمیت زیادی دارد؛ اما آنچه بیش از همه در پیشبرد و تکامل علم فیزیک نقش ایفا کرده و می‌کند، تفکر نقادانه و اندیشه‌ورزی فعال فیزیک‌دانان نسبت به پدیده‌هایی است که با آنها مواجه می‌شوند.

حجم حفره درون کره با حجم آب درون آن برابر است. پس طبق رابطه چگالی برای آب می‌توان نوشت:

$$\rho_{\text{آب}} = \frac{m_{\text{آب}}}{V_{\text{آب}}} \Rightarrow 1 = \frac{\lambda_0}{V_{\text{آب}}} \Rightarrow V_{\text{آب}} = \lambda_0 \text{cm}^3 \Rightarrow V_{\text{حفره}} = \lambda_0 \text{cm}^3$$

از طرفی حجم ظاهری کره به این صورت به دست می‌آید:

$$V_{\text{ظاهری}} = \frac{4}{3}\pi(r)^3 = 10\lambda \text{cm}^3$$

$$\Rightarrow V_{\text{حفره}} = V_{\text{ظاهری}} - V_{\text{واقعی}} \Rightarrow \lambda_0 = 10\lambda - V_{\text{واقعی}} \Rightarrow V_{\text{واقعی}} = 2\lambda \text{cm}^3$$

اکنون اگر رابطه چگالی را برای فلز A بنویسیم، داریم:

$$\rho_A = \frac{m_A}{V_A} = \frac{350}{2\lambda} = 12.5 \text{g/cm}^3$$

و در نهایت می‌توان نوشت:

$$\rho_A = \frac{m'_A}{V'_A} \Rightarrow 12.5 = \frac{m'_A}{\lambda_0} \Rightarrow m'_A = 500 \text{g}$$

$$m_B = m'_A + 232 = 500 + 232 = 732 \text{g} \Rightarrow \rho_B = \frac{m_B}{V_B} = \frac{732}{\lambda_0} = 18/3 \text{g/cm}^3$$

با نزدیک کردن میله با بار مثبت به کره فلزی خنثی، بارهای منفی کره تمایل به نزدیک شدن به بارهای مثبت میله را دارند و بر اثر جاذبه بارهای ناهمنام یکدیگر را جذب می‌کنند. پس از تماس، بارهای میله و کره همنام شده و اگر نزدیک کنیم یکدیگر را دفع می‌کنند.

$$q_1 + q_2 = 18 \mu\text{C}$$

بار کره‌های مشابه پس از اتصال برابرند با:

$$q' = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{18}{2} = 9 \mu\text{C}$$

اگر بار کره‌ای که بار بیشتری در ابتدا داشته  $q_2$  و دیگری را  $q_1$  بنامیم و باتوجه به فرض سؤال که بار کره  $q_2$  به میزان ۲۵ درصد کاهش یافته، داریم:

$$q' = \frac{75}{100} q_2 \Rightarrow 9 = \frac{3}{4} q_2 \Rightarrow q_2 = 12 \mu\text{C} \xrightarrow{q_1 + q_2 = 18 \mu\text{C}} q_1 = 6 \mu\text{C}$$

$$q_1 \text{ درصد افزایش بار کره } = \frac{\Delta q}{q_1} = \frac{9 - 6}{6} = 0.5 = +50\%$$

باتوجه به جدول اگر دو ماده B و D را به هم مالش دهیم، B الکترون از دست داده و D الکترون می‌گیرد. در این صورت ماده B، باردار با بار مثبت خواهد شد. در این صورت داریم:

$$q_B = +ne = +10^{15} \times 1/6 \times 10^{-19} = +1/6 \times 10^{-4} \text{C} = +160 \mu\text{C}$$

با توجه به شرایط اولیه مسئله می‌توان نوشت:

$$F = \frac{kq_1q_2}{r^2} \Rightarrow F = \frac{k(f \times 10^{-6})q_2}{r^2} \quad (I)$$

$$\begin{cases} q'_1 = \frac{100}{100}q_1 = \frac{100}{f}q_1 = \frac{100}{f}(f \times 10^{-6})C = 100 \times 10^{-6}C \\ q'_2 = q_2 + \frac{100}{100}q_1 = q_2 + 1 \times 10^{-6}C \end{cases}$$

$$F' = \frac{kq'_1q'_2}{r^2} \Rightarrow \frac{100}{100}F = \frac{k(100 \times 10^{-6})(q_2 + 1 \times 10^{-6})}{r^2} \quad (II)$$

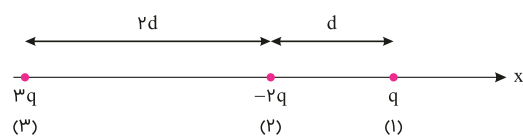
طرفین رابطه II را به طرفین رابطه I تقسیم می‌کنیم.

$$\frac{100}{100} = \frac{(100 \times 10^{-6})(q_2 + 1 \times 10^{-6})}{(f \times 10^{-6})(q_2)} \Rightarrow \frac{100}{f} = \frac{100(q_2 + 10^{-6})}{f(q_2)}$$

طرفین را ضربدر  $\frac{f}{100}$  می‌کنیم.

$$\frac{1}{1} = \frac{q_2 + 10^{-6}}{q_2} \Rightarrow 1q_2 = q_2 + 10^{-6} \Rightarrow q_2 = 10^{-6}C = 1\mu C$$

ابتدا نیروی خالص وارد بر بار  $q_3$  را حساب می‌کنیم:

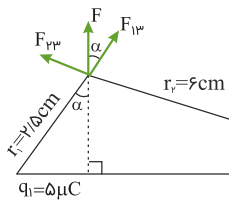


$$\left. \begin{aligned} F_{13} &= \frac{k(3q)(q)}{4d^2} = \frac{kq^2}{4d^2} \\ F_{33} &= \frac{k(2q)(3q)}{d^2} = \frac{6kq^2}{d^2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow F_{net,3} = F_{33} - F_{13} = \frac{6kq^2}{d^2} - \frac{kq^2}{4d^2} = \frac{23kq^2}{4d^2}$$

حال نیروی خالص وارد بر بار  $q_2$  را حساب می‌کنیم.

$$\left. \begin{aligned} F_{12} &= \frac{kq(2q)}{d^2} = \frac{2kq^2}{d^2} \\ F_{32} &= F_{23} = \frac{6kq^2}{d^2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow F_{net,2} = F_{12} - F_{32} = \frac{2kq^2}{d^2} - \frac{6kq^2}{d^2} = -\frac{4kq^2}{d^2}$$

$$\Rightarrow \frac{F_{net,2}}{F_{net,3}} = \frac{-\frac{4kq^2}{d^2}}{\frac{23kq^2}{4d^2}} = -\frac{16}{23} \Rightarrow F_2 = -\frac{16}{23}F_3 \Rightarrow \vec{F}_2 = +\frac{16}{23}\vec{F}_3$$

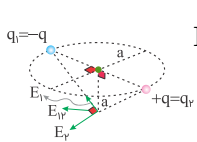


از آنجا که نیروی برآیند در راستای قائم قرار دارد. بنابراین  $\tan \alpha$  را در مثلث بزرگ و مثلث نیروها بدست می‌آوریم و آن‌ها را برابر قرار می‌دهیم. به این ترتیب داریم:

$$\tan \alpha = \frac{F_{12}}{F_{13}} = \frac{2/5}{6} \Rightarrow \frac{\frac{kq_2q_3}{r_v^2}}{\frac{kq_1q_3}{r_1^2}} = \frac{2/5}{6}$$

$$\Rightarrow \frac{q_2}{q_1} \left( \frac{r_1}{r_v} \right)^2 = \frac{2/5}{6}$$

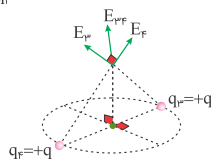
$$\frac{q_2}{5} \left( \frac{2/5}{6} \right)^2 = \frac{2/5}{6} \Rightarrow q_2 = 12 \mu C$$



$$E_1 = E_2 = \frac{kq}{\sqrt{2}a^2} \Rightarrow E_{12} = \sqrt{2} \times \frac{kq}{\sqrt{2}a^2}$$

$$E_3 = E_4 = \frac{kq}{\sqrt{2}a^2} \Rightarrow E_{34} = \sqrt{2} \times \frac{kq}{\sqrt{2}a^2}$$

با توجه به آنچه مشاهده می‌کنید میدان‌های  $E_{12}$  و  $E_{34}$  نیز بر یکدیگر عمودند:



$$E_{1234} = \sqrt{2} \left( \sqrt{2} \times \frac{kq}{\sqrt{2}a^2} \right) = \frac{kq}{a^2}$$

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} = \frac{10/18 N \vec{i} - 14/4 N \vec{j}}{2 \times 10^{-6}} = 5/4 \times 10^6 N/C \vec{i} - 7/2 \times 10^6 N/C \vec{j}$$

$$|\vec{E}| = \sqrt{(5/4 \times 10^6)^2 + (7/2 \times 10^6)^2} = \sqrt{11 \times 10^{12}} = 9 \times 10^6 N/C$$

روش اول: (کلاسیک)  
فاصله بین بارهای  $q_1$  تا  $q_2$  را حساب می‌کنیم.

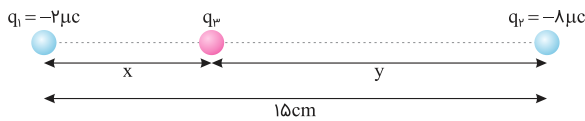
$$r_{1,2} = \sqrt{(12 - 0)^2 + (0 - 9)^2} = 15 \text{ cm}$$

چون دو بار هم نام‌اند:

بار  $q_3$  باید در نقطه‌ای بین خط واصل دو بار قرار بگیرد. اگر فاصله آن تا بار  $q_1$  را  $x$  بگیریم، فاصله آن تا بار  $q_2$  برابر  $(15 - x)$  cm است. چون نیروی خالص وارد بر آن صفر است. پس میدان دو بار در محل آن صفر است یعنی میدان دو بار  $q_1$  و  $q_2$  در محل آن باهم هم‌اندازه است. پس:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow k \frac{|q_1|}{x^2} = k \frac{|q_2|}{(15 - x)^2} \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{2}{15 - x} \Rightarrow x = 5 \text{ cm}$$

روش دوم:



$$\begin{cases} \frac{x}{y} = \sqrt{\frac{|q_2|}{|q_1|}} = 2 \\ x + y = 15 \text{ cm} \end{cases} \Rightarrow \underline{x = 5 \text{ cm}}$$

گلوله در حالت تعادل قرار دارد و با داشتن اندازه میدان الکتریکی و بار می‌توان با استفاده از رابطه زیر مقدار نیروی وارد بر گلوله را بدست آورد:

$$F = Eq_0 \Rightarrow F = 4\sqrt{2} \times 3 \times 10^{-6} = 12\sqrt{2} \times 10^{-6} \text{ N}$$

چون بار گلوله مثبت است جهت نیروی وارد بر آن هم در راستای میدان الکتریکی و به سمت چپ است.

اگر میدان الکتریکی فقط  $E_x = -7/5 \times 10^4 \hat{i}$  بود:

$$\Delta U_{E_x}^{A \rightarrow B} = -|q|E_x d_x = -4 \times 10^{-6} \times 7/5 \times 10^4 \times 0/6 = -0/18 \text{ J}$$

و اگر میدان الکتریکی فقط  $E_y = -10^5 \hat{j}$  بود:

$$\Delta U_{E_y}^{A \rightarrow B} = -|q|E_y d_y = -4 \times 10^{-6} \times 10^5 \times 0/8 = -0/32 \text{ J}$$

و اکنون که هر دو میدان  $E_x$  و  $E_y$  وجود دارند:

$$\Delta U_E^{A \rightarrow B} = -0/18 - 0/32 = -0/50 \text{ J} = -500 \text{ mJ}$$

جعبه ابزار:

$$\Delta U = \pm |q|Ed$$

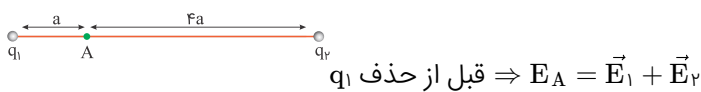
هم‌امتداد نبودن  $AB$  با هیچ‌کدام از امتدادهای افقی و قائم میدان الکتریکی.

پتانسیل الکتریکی محل بار مثبت کاهش و محل بار منفی افزایش می‌یابد و انرژی پتانسیل آن‌ها به یک‌میزان کاهش یافته و بنابراین انرژی جنبشی آن‌ها به یک‌میزان افزایش می‌یابد.

حرکت از A تا B، حرکت در خلاف جهت میدان الکتریکی است و بار الکتریکی منفی به‌طور خود به خود در خلاف جهت میدان الکتریکی حرکت می‌کند و انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد و بار الکتریکی مثبت چون به‌طور خود به خود در جهت میدان الکتریکی حرکت می‌کند پس در حرکت از A تا B انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد.

$$E = \frac{kq}{r^2}$$

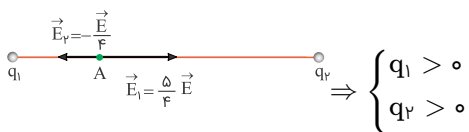
گام اول:



$$q_1 \text{ حذف از بعد } \Rightarrow E'_A = \vec{E} = \vec{E}_2 = -\frac{\vec{E}}{4}$$

$$\Rightarrow \vec{E}_1 + \left(-\frac{\vec{E}}{4}\right) \Rightarrow \vec{E}_1 = \frac{5}{4}\vec{E}$$

گام دوم: تشخیص این که  $q_1$  و  $q_2$  هم‌علامتند یا مختلف‌العلامت؛ فرض کنید  $\vec{E}$  از چپ به راست باشد:



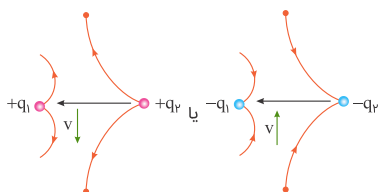
گام سوم: یافتن  $\frac{q_2}{q_1}$

$$\begin{cases} \vec{E}_2 = -\frac{\vec{E}}{4} \\ \vec{E}_1 = \frac{5}{4}\vec{E} \end{cases} \Rightarrow \left| \frac{\vec{E}_2}{\vec{E}_1} \right| = \left( \frac{|q_2|}{|q_1|} \right) \left( \frac{r_1}{r_2} \right)^2 = \frac{1}{5}$$

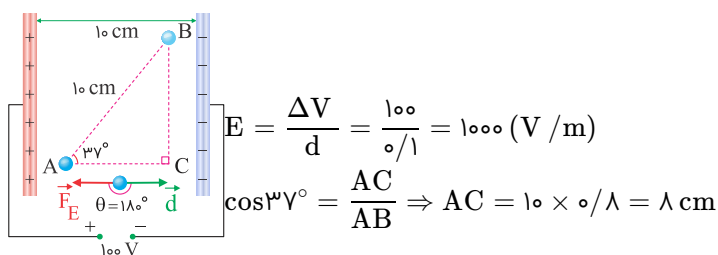
$$\Rightarrow \left| \frac{q_2}{q_1} \right| \left( \frac{a}{fa} \right)^2 = \frac{1}{5} \Rightarrow \left| \frac{q_2}{q_1} \right| = \frac{16}{5}$$

$$\xrightarrow{\left| \frac{q_2}{q_1} \right| > 0} \left| \frac{q_2}{q_1} \right| = \frac{16}{5}, |q_2| > |q_1|$$

گام سوم: در نقطه‌ای در سمت چپ نقطه O،  $\vec{E}_T = \vec{0}$  پس از حوالی  $q_2$  تا وسط فاصله دو بار بسته به این که  $\begin{cases} q_1 < 0 \\ q_2 < 0 \end{cases}$  یا  $\begin{cases} q_1 > 0 \\ q_2 > 0 \end{cases}$



اندازه میدان الکتریکی یکنواخت بین دو صفحه و طول پاره خط AC را به دست می‌آوریم:



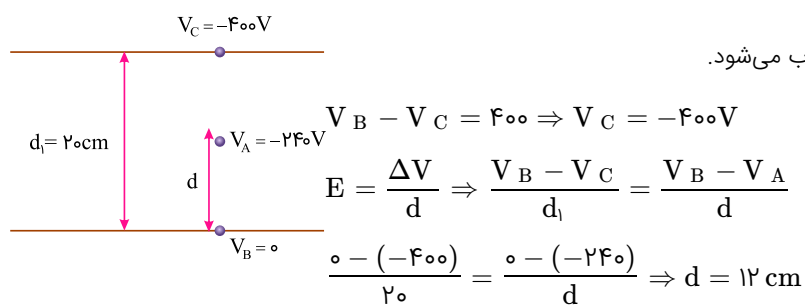
در جابجایی‌های عمود بر خطوط میدان الکتریکی، تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی ذره برابر صفر است. بنابراین برای تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی ذره در مسیر ABC داریم:

$$\Delta U_{AB} = \Delta U_{AC} + \Delta U_{CB} \xrightarrow{\Delta U_{CB}=0} \Delta U_{AB} = \Delta U_{AC} = -|q|Ed \cos \theta$$

$$\xrightarrow{d=AC=9.5 \text{ cm}} \Delta U_{AB} = -| -\lambda \times 10^{-6} | \times 1000 \times 9.5 \times 10^{-2} \times \cos 18^\circ$$

$$\Rightarrow \Delta U_{AB} = 64 \times 10^{-5} \text{ J} \Rightarrow \Delta U_{AB} = 0.64 \text{ mJ}$$

این تست را به کمک رابطه  $\Delta V = Ed$  می‌توان به راحتی حل کرد.



$V_B = 0$  چون به زمین متصل است به عنوان پتانسیل مرجع انتخاب می‌شود.

صفحه پایینی که دارای بار مثبت است و باید به عنوان پتانسیل مرجع در نظر گرفت و همچنین بین دو صفحه میدان الکتریکی یکنواخت ایجاد شده است و در تمامی نقاط بین این دو صفحه میدان دارای اندازه ثابتی است.

وقتی یک جسم باردار را در نزدیکی یک رسانای بدون بار قرار می‌دهیم، جسم باردار، باری ناهمنام با خود را روی سطح نزدیک‌تر رسانا و باری همنام با خود را روی سطح دورتر القا می‌کند. چون بارهای همنام دورترند، نیروی دافعه وارد بر آنها، کوچکتر از نیروی جاذبه‌ای است که به بارهای غیرهمنام وارد می‌گردد و در کل رسانا و جسم باردار، یکدیگر را جذب می‌کنند.  
در این سؤال هم همین پدیده القا به خاطر وجود بار مثبت زنبور عسل و همچنین وجود گرده بدون بار رخ می‌دهد.

باتوجه به اینکه می‌تواند اجسام A، B و C هر سه دارای بار باشند، در آن صورت B و C باید مخالف A باشند، پس همدیگر را دفع می‌کنند و همچنین می‌تواند B و C خنثی بوده و توسط القا توسط جسم A جذب شده باشند و به هم نیرویی وارد نکنند و همچنین ممکن است یکی از B و C خنثی باشد و دیگری دارای بار باشد و در این حالت همدیگر را جذب خواهند کرد.



با استفاده از رابطه  $E = \frac{F}{q_0}$  می توان نوشت:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} = \frac{F_x}{q_0} \vec{i} + \frac{F_y}{q_0} \vec{j} = \frac{13/5}{3 \times 10^{-6}} \vec{i} + \frac{18}{3 \times 10^{-6}} \vec{j} = 4/5 \times 10^6 \vec{i} + 6 \times 10^6 \vec{j}$$

$$E_T = \sqrt{(4/5 \times 10^6)^2 + (6 \times 10^6)^2} = 7/5 \times 10^6 \text{ N/C}$$

باتوجه به خطوط میدان رسم شده، بار A مثبت و بار B منفی است و اندازه بار نقطه A بزرگتر است. پس باتوجه به مخالف بودن بارها، نقطه C در خارج فاصله بارها است و چون بار B کوچکتر است به آن نزدیکتر است.

## شیمی

الف) درست. عنصر هیدروژن با درصد فراوانی تقریبی بیش از ۹۰ فراوانترین عنصر سازنده مشتری و عنصر آهن با درصد فراوانی تقریبی بیش از ۴۰ فراوانترین عنصر سازنده زمین است؛ بنابراین درصد فراوانی هیدروژن به تقریب ۲ برابر درصد فراوانی آهن است.  
ب) درست.

پ) نادرست. بیشتر عنصرهای سازنده مشتری گازی اند ولی برخی از آنها مانند گوگرد و کربن چنین نیستند.

ت) نادرست. نماد شیمیایی گاز نجیب نئون که از گازهای اصلی سازنده مشتری است به صورت Ne است. نماد شیمیایی N مربوط به گاز نیتروژن است که گاز نجیب نیست.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: درست. در بین هشت عنصر فراوانتر کره زمین ۵ عنصر فلزی وجود دارد. (Al, Ca, Ni, Mg, Fe)

عبارت دوم: درست. عناصر اکسیژن و گوگرد در بین عناصر فراوانتر سیاره‌های مشتری و زمین حضور دارند، این دو عنصر در گروه ۱۶ جدول تناوبی قرار دارند.

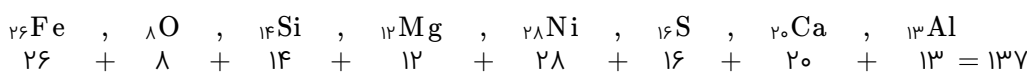
عبارت سوم: درست. در بین هشت عنصر فراوانتر سیاره مشتری سه عنصر He, Ne, Ar در گروه گازهای نجیب قرار دارند.

$$\text{درصد گازهای نجیب} = \frac{3}{8} \times 100 = 37/5$$

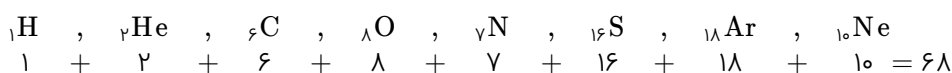
عبارت چهارم: درست. در بین ۸ عنصر فراوانتر سیاره مشتری عنصر فلزی وجود ندارد به همین دلیل پیش‌بینی می‌شود که سیاره مشتری بیشتر از جنس گاز باشد.

با مطالعه خواص و رفتار ماده و برهم‌کنش نور و ماده، نمی‌توان به چگونگی پیدایش هستی پی برد. پاسخ به این پرسش در قلمروی علم تجربی نیست.

زمین



مشتری



مجموع شمار اتم‌ها در ۷۲۴ میلی‌گرم گلوکز نشان‌دار برابر است با:

$$724 \times 10^{-3} \text{ g گلوکز} \times \frac{1 \text{ mol گلوکز}}{181 \text{ g گلوکز}} \times \frac{23 \text{ mol اتم}}{1 \text{ mol گلوکز}} \times \frac{N_A \text{ اتم}}{1 \text{ mol اتم}} = 9/2 \times 10^{-2} N_A$$

مجموع ذره‌های زیراتمی باردار (الکترون‌ها و پروتون‌ها) در ۰/۰۲۵ مول  $^{36}\text{Kr}$  برابر است با:

$$0.025 \text{ mol Kr} \times \frac{72 \text{ mol باردار}}{1 \text{ mol Kr}} \times \frac{N_A}{1 \text{ mol ذره}} = 1/8 N_A$$

اکنون نسبت این دو مجموع را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{9/2 \times 10^{-2} N_A}{1/8 N_A} = 5/1 \times 10^{-2}$$

باتوجه به نیم‌عمر این عنصر، پس از گذشت هر ۱۲/۳۲ سال مقدار ماده نصف می‌شود؛ پس بعد از گذشت ۲ دوره نیم‌عمر مقدار آن به ۲۵٪ می‌رسد و در سومین دوره نیم‌عمر، مقدار آن کمتر از ۲۰ درصد مقدار اولیه می‌شود.

$$3 \times 12/32 = 36/96$$

$$\begin{aligned} \text{در طبیعت: } & \frac{92}{118} \times 100 = 77/96\% \\ \text{ساختگی: } & \frac{26}{118} \times 100 = 22/03\% \end{aligned}$$

از ۳۰ اتم نشان داده‌شده، اگر  $X$  اتم از ایزوتوپ سنگین‌تر باشد، فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر برابر  $\frac{X}{30}$  خواهد بود.

(فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر  $\times$  تفاوت جرم دو ایزوتوپ) + جرم ایزوتوپ سبک‌تر = جرم اتمی میانگین

$$\Rightarrow 26/7 = 24 + (3 \times \frac{X}{30}) \Rightarrow 2/7 = 0/1X \Rightarrow X = 27$$

این شکل شامل ۲۷ دایره سیاه‌رنگ و سه دایره سفیدرنگ باید باشد.

$$n = 3 \rightarrow {}_{12}\text{Mg}, {}_{13}\text{Al} \rightarrow 13 - 12 = 1$$

$$n = 5 \rightarrow {}_{38}\text{Sr}, {}_{49}\text{In} \rightarrow 49 - 38 = 11$$

$$n = 6 \rightarrow {}_{56}\text{Ba}, {}_{81}\text{Tc} \rightarrow 81 - 56 = 25$$

گزینه ۳ صحیح است.

بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: نادرست. در نماد پروتون و نوترون، جرم نسبی برای هر دو ذره یکسان بوده و برابر  $1 \text{ amu}$  است؛ اما جرم نسبی در بالا و سمت چپ نماد قرار می‌گیرد.

گزینه ۲: نادرست. الکترون و پروتون ذرات زیراتمی باردار هستند که نماد آن‌ها به ترتیب برابر  ${}_{-1}^0\text{e}$  و  ${}_{+1}^1\text{p}$  می‌باشد. می‌بینیم که در سمت چپ نماد پروتون، عدد مشترک ۱ دیده می‌شود.

گزینه ۳: نادرست. جرم ذرات زیراتمی الکترون، پروتون و نوترون به ترتیب برابر  $0.0005$ ،  $1.0073$  و  $1.0087$  است که مجموع این سه عدد برابر  $2.0165 \text{ amu}$  خواهد بود. هر مولکول هیدروژن ( $\text{H}_2$ ) نیز که شامل ایزوتوپ  ${}^1\text{H}$  است، دارای دو پروتون و دو الکترون است که جرم آن معادل  $2.0156 \text{ amu}$  خواهد بود. می‌بینیم که مجموع جرم ذرات زیراتمی، از جرم یک مولکول هیدروژن سبک بیشتر است.

گزینه ۴: درست. ذرات زیراتمی هسته شامل نوترون ( $n$ ) و پروتون ( $p$ ) است که با تبدیل آن‌ها به حروف بزرگ، نماد شیمیایی عناصر نیتروژن ( ${}^{\nu}\text{N}$ ) و فسفر ( ${}^{15}\text{P}$ ) دیده می‌شود که هر دو در گروه ۱۵ جدول تناوبی قرار دارند.

گزینه ۱ صحیح است.

محاسبه جرم مولی اتانول:

$$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = 2(12) + 6(1) + 1(16) = 46 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

در هر مول اتانول، ۲ مول اتم کربن وجود دارد:

$$1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH} \cong 2 \text{ mol C}$$

$$\begin{aligned} ? \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH} &= 1/806 \times 10^{22} \text{ atom C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{6/02 \times 10^{23} \text{ atom C}} \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}}{2 \text{ mol C}} \\ &\times \frac{46 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 0/69 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH} \end{aligned}$$

بررسی موارد نادرست:

(پ) ۱۰ گرم از عنصر A دارای  $1/505 \times 10^{23}$  اتم است.

$$10 \text{ g A} \times \frac{1 \text{ mol A}}{40 \text{ g A}} \times \frac{6/02 \times 10^{23} \text{ اتم A}}{1 \text{ mol A}} = 1/505 \times 10^{23} \text{ اتم A}$$

(ت) عدد اتمی  ${}^{52}\text{C}$  با مجموع عدد اتمی A و B برابر است.

فرمول اتیل بوتانوات  $C_6H_{12}O_2$  بوده و جرم مولی آن ۱۱۶ گرم بر مول است.

به راحتی و با نسبت  $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$  تعداد مول آن محاسبه می‌شود:

$$1C_6H_{12}O_2 \sim 1C_6H_{12}O_2$$

$$\frac{23/2}{116 \times 1} = \frac{x}{1} \Rightarrow x = 0.2 \text{ mol}$$

برای محاسبه تعداد اتم H کافی است نسبت‌های  $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$  را برای هم‌ارزی زیر بنویسیم:

$$1C_6H_{12}O_2 \sim 12H$$

$$\frac{23/2}{116 \times 1} = \frac{y}{6/0.2 \times 10^{23} \times 12} \Rightarrow y = 2/4 \times 6/0.2 \times 10^{23} = 1/44 \times 10^{24} \text{ H اتم}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{NaN}_3 = 23 + 14 + 3(16) = 85 \text{ g.mol}^{-1}, \text{ اتم } 5 \\ 1 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{85 \text{ g}} \times \frac{6/0.2 \times 10^{23}}{1 \text{ mol}} \times \frac{5 \text{ atom}}{1 \text{ NO}_3} \Rightarrow \frac{5}{85} \times \text{NA} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} C_2H_5OH = 2(12) + 5(1) + 16 + 1 = 46 \text{ g.mol}^{-1}, \text{ اتم } 9 \\ 1 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{46 \text{ g}} \times \frac{6/0.2 \times 10^{23}}{1 \text{ mol}} \times \frac{9}{1} \Rightarrow \frac{9}{46} \text{NA} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Al_2O_3 = 2(27) + 3(16) = 102 \text{ g.mol}^{-1}, \text{ اتم } 5 \\ 1 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{102 \text{ g}} \times \frac{6/0.2 \times 10^{23}}{1 \text{ mol}} \times \frac{5}{1} \Rightarrow \frac{5}{102} \text{NA} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} CaCO_3 = 40 + 12 + 3(16) = 100 \text{ g.mol}^{-1}, \text{ اتم } 5 \\ 1 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{100 \text{ g}} \times \frac{6/0.2 \times 10^{23}}{1 \text{ mol}} \times \frac{5}{1} \Rightarrow \frac{5}{100} \text{NA} \end{array} \right.$$

$$\begin{array}{cccc} \frac{9}{46} \text{NA} & > & \frac{5}{85} \text{NA} & > & \frac{5}{100} \text{NA} & > & \frac{5}{102} \text{NA} \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\ 0.195 \text{NA} & > & 0.058 \text{NA} & > & 0.050 \text{NA} & > & 0.049 \text{NA} \end{array}$$

(با علامت) بار - مجموع عدد اتمی‌ها = تعداد الکترون‌ها

$$\text{CO}_3^{2-} \text{ در } e^- \text{ تعداد} = (1 \times 6) + (3 \times 8) - (-2) = 32 e^-$$

$$\text{CO}_3^{2-} \text{ جرم مولی} = (1 \times 12) + (3 \times 16) = 60 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$e^- \text{ تعداد} = 0.75 \text{ g CO}_3^{2-} \times \frac{1 \text{ mol CO}_3^{2-}}{60 \text{ g CO}_3^{2-}} \times \frac{6/0.2 \times 10^{23} \text{ CO}_3^{2-}}{1 \text{ mol CO}_3^{2-}} \times \frac{32 e^-}{1 \text{ CO}_3^{2-}} = 24/0.8 \times 10^{22} e^-$$

عبارت‌های "ب" و "پ" درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

الف) نادرست. در اتم  ${}^4\text{He}$  دو پروتون، دو نوترون و دو الکترون وجود دارد. اگر بخواهیم با دقت زیاد، جرم این اتم را اندازه بگیریم، جرم پروتون و نوترون اندکی بیشتر از ۱ amu بوده و باید جرم e را هم محاسبه کنیم. از این رو جرم یک اتم هلیم بزرگتر از ۴ amu می‌شود درحالی‌که عدد  $4 \times 1/66 \times 10^{-24}$  گرم، جرم ۴ amu را نشان می‌دهد.  
ب) درست.

$$\text{جرم مولی متانول} = 12 + (3 \times 1) + 16 + 1 = 32 \text{ g}$$

$$? \text{ mL CH}_3\text{OH} = 0/6 \text{ mol CH}_3\text{OH} \times \frac{32 \text{ g CH}_3\text{OH}}{1 \text{ mol CH}_3\text{OH}} \times \frac{1 \text{ mL CH}_3\text{OH}}{0/8 \text{ g CH}_3\text{OH}} = 24 \text{ mL CH}_3\text{OH}$$

پ) درست. طول موج، فاصله بین دو نقطه مشابه متوالی در راستای انتشار موج است. فاصله  $x$ ،  $1/75$  برابر  $\lambda$  یا همان طول موج را نشان می‌دهد.

$$\lambda + 0/75\lambda = 1/75\lambda \xrightarrow{\lambda=600 \text{ nm}} 1/75 \times 600 \text{ nm} = 1050 \text{ nm}$$

ت) نادرست. در شکل، طول موج نور A از طول موج نور B بیشتر است؛ اما در نور مرئی طول موج نور نارنجی بیشتر از طول موج نور زرد می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: درست. رنگ شعله نمک‌های سدیم و لیتیم به ترتیب زرد و قرمز هستند و همچنین در هنگام عبور نور خورشید از منشور، رنگ زرد انحراف بیشتری دارد.

گزینه ۲: درست. بر اساس متن کتاب درسی درست است.

گزینه ۳: نادرست. طیف مرئی تنها جزء کوچکی از پرتوهای الکترومغناطیسی است و ممکن است طیف نشری-خطی یک عنصر هیچ خطی در محدوده مرئی (۷۰۰ - ۴۰۰ nm) نداشته باشد.

گزینه ۴: درست. از آنجایی که انرژی موج آبی‌رنگ بیشتر از انرژی موج زردرنگ می‌باشد، در نتیجه دمای شعله آبی‌رنگ بیشتر است.

هر ۴ مورد صحیح است.

$$\begin{array}{l} {}_6\text{C} = 12/01, {}_{14}\text{Si} = 28/09 \quad 28/09 - 12/01 = 16/08 \\ {}_{14}\text{Si} = 28/09, {}_{32}\text{Ge} = 72/64 \quad 72/64 - 28/09 = 44/55 \\ {}_{32}\text{Ge} = 72/64, {}_{50}\text{Sn} = 118/70 \quad 118/70 - 72/64 = 46/06 \\ {}_{50}\text{Sn} = 118/70, {}_{82}\text{Pb} = 207/20 \quad 207/20 - 118/70 = 88/5 \end{array}$$

در دمای بالاتر از  $400^\circ \text{C}$  واکنش می‌دهد.  $\text{I}_2(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HI}(\text{g})$

بیشترین خصلت فلزی مربوط به فلزی است که شعاع اتمی بزرگتری دارد.

بیشترین خصلت نافلزی نیز مربوط به نافلزی است که شعاع اتمی کوچکتری دارد. (به جز گازهای نجیب)

باتوجه به اینکه در یک دوره از چپ به راست شعاع اتمی کاهش و در یک گروه از بالا به پایین شعاع افزایش می‌یابد، عناصری که در سمت چپ پایین جدول تناوبی قرار دارند، بیشترین خصلت فلزی و عناصری که در سمت راست و بالای جدول تناوبی جای دارند (به جز گازهای نجیب) بیشترین خصلت نافلزی را دارند.

بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: درست.

گزینه ۲: درست. C نافلز، Si و Ge شبه‌فلز، Sn و Pb و Fl فلز.

گزینه ۳: نادرست. مثلاً کربن درخشندگی ندارد.

گزینه ۴: درست. شکل‌پذیری جزء خواص فیزیکی فلزات است.

موارد "الف" و "ب" درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

الف) درست. As, Cu, Mn, K ← کروم دارای ۲ زیرلایه نیمه‌پر است؛ پس به شمار نمی‌آید.

ب) درست.

پ) نادرست. کاتیون عنصر Li به آرایش گاز نجیب He می‌رسد که این آرایش هشت‌تایی نیست.

ت) نادرست. تشکیل رسوب از نشانه‌های تغییر شیمیایی است؛ اما نه همیشه به‌طور مثال با سرد کردن یک محلول سیرشده، مقداری از حل‌شونده آن به‌صورت رسوب از محلول جدا می‌شود، اما این یک تغییر شیمیایی نیست.

توجه داشته باشید که ممکن است کاتیون فلز به آرایش نئون و آنیون نافلز ترکیب یونی حاصل به آرایش آرگون رسیده باشد که دو حالت زیر خواهد بود:



همچنین ممکن است کاتیون فلز به آرایش آرگون و آنیون نافلز به آرایش نئون رسیده باشد که باز هم دو حالت دیگر ایجاد می‌شود:



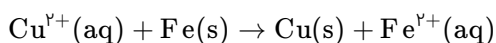
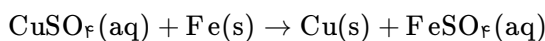
توجه: گوگرد (S) در دما و فشار اتاق به صورت مولکول دواتمی نیست، فقط عبارت "ث" همواره درست است.

گزینه ۳: درست. با انجام واکنش اتم‌های آهن موجود در ساختار میخ با از دست دادن ۲ الکترون به کاتیون سبزرنگ  $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$  تبدیل شده و در مقابل هریک از کاتیون‌های  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  آبی‌رنگ موجود در محلول با گرفتن دو الکترون، به‌صورت اتم‌های مس  $\text{Cu}(\text{s})$  در محلول رسوب می‌نماید و این رسوب قرمز رنگ به میخ آهنی می‌چسبد و یا در ته ظرف قرار می‌گیرد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: نادرست. محلول از رنگ آبی به‌مرور به رنگ سبز تغییر می‌کند.

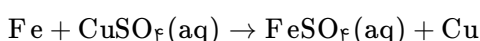
گزینه ۲: نادرست.



اختلاف جرم  $\text{Cu} - \text{Fe} = 64 - 56 = 8 \text{ g}$

$$\frac{1 \times 0/1 \text{ Cu}^{2+} \text{ محلول}}{1 \text{ mol Cu}^{2+} \text{ محلول}} = \frac{x}{8 \text{ g}} \Rightarrow x = 0/8$$

گزینه ۴: نادرست. واکنش اگر به‌صورت طبیعی (خودبه‌خودی) انجام شود، فرآورده آن پایداری بیشتری از مواد واکنش‌دهنده خواهد داشت.

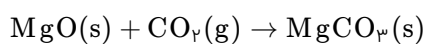


پس محلول  $\text{FeSO}_4$  پایدارتر از محلول مس II سولفات است.

$$\text{MgO} = ۴۰, \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = ۳۴۲, \text{Fe}_2\text{O}_3 = ۱۶۰, \text{Li}_2\text{CO}_3 = ۷۴ : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

ابتدا تبدیل  $\text{MgO}$  به کمک  $\text{CO}_2$  به  $\text{MgCO}_3$

$$\frac{\text{مقدار ساده}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{مول}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}$$



$$\frac{۲۴}{۱ \times ۴۰} = \frac{x}{۱} \Rightarrow x = ۰/۶ \text{mol CO}_2$$

به کمک مول  $\text{CO}_2$ ، جرم  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  معلوم می‌شود.



$$\frac{\text{مقدار (گرم)}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{مول}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}$$

$$\frac{x}{۱ \times ۷۴} = \frac{۰/۶}{۱} \Rightarrow x = ۴۴/۴ \text{ g Li}_2\text{CO}_3$$

$$\text{جرم Al}_2(\text{SO}_4)_3 = ۳۰۰/۹ - ۴۴/۴ = ۲۵۶/۵ \text{ g}$$



$$\frac{\text{مقدار ماده}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{مقدار ماده} \times \frac{p}{۱۰۰}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}$$

$$\frac{۲۵۶/۵}{۱ \times ۳۴۲} = \frac{x \times \frac{۸۰}{۱۰۰}}{۱ \times ۱۶۰} \Rightarrow x = ۱۵۰ \text{ g Fe}_2\text{O}_3$$

فرض می‌کنیم ۱۰۰ g نمونه مرطوب داریم:

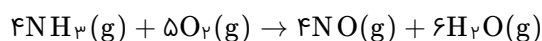
$$\text{آب } ۶۳ \text{ g} \xrightarrow{\times ۰/۶۳} \text{نمونه مرطوب } ۱۰۰ \text{ g} : \text{در حالت اول}$$

$$\xrightarrow{\text{خارج می‌شود } ۴۰\% \text{ آب اولیه خارج می‌شود}} ۶۳ \times \frac{۴۰}{۱۰۰} = ۲۵/۲ \text{ g H}_2\text{O}$$

$$\Rightarrow ۶۳ \text{ g} - ۲۵/۲ \text{ g} = ۳۷/۸ \text{ g H}_2\text{O}$$

$$\text{جرم محلول باقی‌مانده } ۱۰۰ - ۲۵/۲ = ۷۴/۸ \text{ g}$$

$$\text{درصد H}_2\text{O} = \frac{۳۷/۸ \text{ g}}{۷۴/۸ \text{ g}} \times ۱۰۰ = ۵۰/۵۳\%$$



$$? \text{LNH}_3(g) = ۴/۵۶ \text{ g فرآورده} \times \frac{۴ \text{ mol NH}_3}{(۴ \times ۳۰ + ۶ \times ۱۸) \text{ g فرآورده}}$$

$$\times \frac{۲۲/۴ \text{ L NH}_3}{۱ \text{ mol NH}_3} \times \frac{۱۰۰}{۲۰} = ۸/۹۶ \text{ L NH}_3$$

$$\text{CaCO}_3 \text{ مولی جرم} = 40 + 12 + 3(16) = 100$$

$$? \text{ L CO}_2 = 40 \text{ g CaCO}_3 \times \frac{80}{100} \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{100 \text{ g CaCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol CaCO}_3} \times \frac{22.4 \text{ L}}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{75}{100} \approx 5/4 \text{ L CO}_2$$

عبارت اول و پنجم درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: درست. موادی که از طبیعت به دست می‌آوریم، مجدداً به طبیعت بازمی‌گردند و جرم کل مواد موجود در کره زمین به تقریب ثابت می‌ماند (مقدار بسیار جزئی از ماده طی واکنش‌های هسته‌ای به انرژی تبدیل می‌شود).

عبارت دوم: نادرست. پیشرفت صنعت الکترونیک بر اجزایی مبتنی است که از موادی به نام نیمه‌رساناها ساخته می‌شوند.

عبارت سوم: نادرست. قطعه‌های دوچرخه از فرآوری مواد معدنی و مواد نفتی موجود در زمین به دست می‌آیند.

عبارت چهارم: نادرست. اگرچه میزان بهره‌برداری از منابع یک کشور می‌تواند با توسعه‌یافتگی آن کشور رابطه داشته باشد اما توسعه‌یافتگی یک کشور مشروط به تحقق شرایط دیگری نیز است؛ مانند پیشرفت تکنولوژی، مدیریت منابع انسانی و ...

عبارت پنجم: درست. پنبه، نشاسته و سنگ فیروزه مواد طبیعی و بقیه موارد ماده مصنوعی هستند.

بررسی موارد:

Cl: نادرست. کلر در ترکیبات، خود به صورت آنیون شرکت می‌کند و نمی‌تواند با آنیونی چند اتمی، رسوب تشکیل دهد. کلر می‌تواند با کاتیونی مانند  $\text{Ag}^+$  رسوب تشکیل دهد.

Ba: درست. باریم با آنیون چند اتمی سولفات، رسوب سفیدرنگ  $\text{BaSO}_4$  را تشکیل می‌دهد.

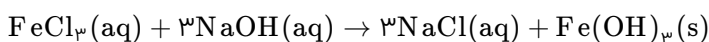
Fe: درست. آهن با آنیون چند اتمی هیدروکسید، رسوب‌های  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  و  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  را تشکیل می‌دهد.

Ca: درست. کلسیم با آنیون چند اتمی فسفات، رسوب سفیدرنگ  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  را تشکیل می‌دهد.

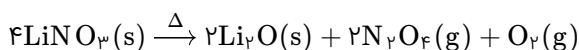
Mg: درست. منیزیم با آنیون چند اتمی هیدروکسید، رسوب  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  را تشکیل می‌دهد.

I: نادرست. ید در ترکیبات، خود به صورت آنیون شرکت می‌کند و نمی‌تواند با آنیونی چند اتمی، رسوب تشکیل دهد.

گزینه موردنظر این است که هرچه فلز فعال‌تر باشد، میل بیشتری به ایجاد ترکیب دارد و ترکیب‌هایش پایدارتر از خودش است. به دیگر سخن هرچه واکنش‌پذیری فلزی بیشتر باشد، استخراج آن فلز دشوارتر است.



مجموع ضرایب برابر ۸ است.

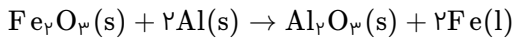


$$1120 \text{ ml گاز} \times \frac{1 \text{ mol گاز}}{22.4 \times 10^3 \text{ ml گاز}} \times \frac{4 \text{ mol LiNO}_3}{3 \text{ mol گاز}} \times \frac{100}{65} \times \frac{69 \text{ g LiNO}_3}{1 \text{ mol LiNO}_3}$$

$$= 7/076 \text{ g} = 7076 \text{ mg}$$

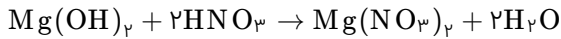


از واکنش ترمیم برای جوش دادن خطوط راه آهن استفاده می شود.



بررسی سایر گزینه ها:

گزینه ۱: واکنش درست موازنه نشده است. موازنه درست آن به صورت زیر است:



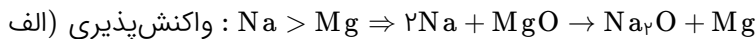
گزینه ۲: کاتالیزور واکنش تولید آب،  $\text{Pt}(\text{s})$  است. (پلاتین)

گزینه ۳: فلز مس ( $\text{Cu}$ ) به دلیل واکنش پذیری کمتر، با اسید ( $\text{HCl}$ ) واکنش نمی دهد.

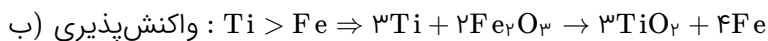
فلزات گروه ۱ و ۲،  $\text{Zn}$ ،  $\text{Al}$  و  $\text{Fe}$  با اسید واکنش می دهند.

فلزات  $\text{Cu}$ ،  $\text{Au}$ ،  $\text{Ag}$  و  $\text{Pt}$  با اسید واکنش نمی دهند.

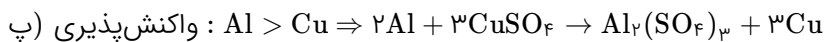
همه واکنش های داده شده به طور خودبه خودی انجام می شوند.



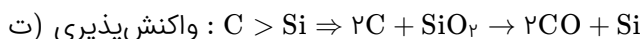
$11\text{Na}$  با آرایش  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ ،  $5$  الکترون با  $l = 0$  داشته و دومین فلز قلیایی خاکی  $\text{Mg}$  است.



در  $22\text{Ti}$  با آرایش  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$ ، تعداد الکترون های لایه سوم  $5$  برابر لایه چهارم است.



$29\text{Cu}^{2+}$  کاتیونی با آرایش  $[\text{Ar}]3d^9$  بوده و  $\text{Al}$  آخرین فلز دوره سوم است.



اولین شبه فلز گروه ۱۴،  $\text{Si}$  است.

الف) درست - در دوره سوم  $8$  عنصر وجود دارد که به جز  $14\text{Si}$  و  $18\text{Ar}$  بقیه توانایی مبادله الکترون دارند؛ یعنی  $\%75 = 100 \times \frac{6}{8}$

ب) نادرست - در دوره سوم، دو عنصر گازی کلر ( $\text{Cl}$ ) و آرگون ( $\text{Ar}$ ) و یک شبه فلز سیلیسیم ( $\text{Si}$ ) داریم.

پ) نادرست - سطح فسفر درخشان نیست بلکه کدر است و جریان برق و گرما را عبور نمی دهد.

ت) درست.

## ریاضی

هدف علم آمار قضاوت و پیش بینی مناسب در مورد پدیده های تصادفی است.

میزان لذت بردن از آشپزی به یکی از حالت های زیر بیان می شود که نوعی ترتیب در آن وجود دارد. خیلی کم، کم، متوسط، زیاد، خیلی زیاد.

$$(\bar{x} \text{ میانگین داده‌های اولیه}) = \frac{10 + 7 + 11 + 6 + 7 + 13}{6} = \frac{54}{6} = 9$$

با افزودن ۴ داده، میانگین داده‌های جدید برابر است با:

$$9 \times \frac{2}{3} = 6$$

$$(\bar{x} \text{ میانگین داده‌های جدید}) = 6 \Rightarrow \frac{\text{مجموع داده‌ها}}{10} = 6 \Rightarrow \text{مجموع داده‌ها} = 6 \times 10 = 60$$

مجموع داده‌های جدید برابر ۶۰ است، از آنجا که مجموع داده‌های اولیه ۵۴ می‌باشد، مجموع ۴ داده اضافه شده برابر ۶۰ - ۵۴ = ۶ خواهد بود. گزینه‌ای پاسخ سوال است که مجموع ۴ داده آن برابر ۶ باشد، یعنی گزینه ۴.

میانگین داده‌های آماری برابر است با:

$$\bar{x} = \frac{6 + a + 7 + 18 + 10 + b}{6} = 10$$

پس داریم:

$$\frac{41 + a + b}{6} = 10 \Rightarrow a + b = 19$$

برای به دست آوردن میانه باید داده‌ها را مرتب کنیم:

$$6, 7, 10, 18, a, b$$

اما جای  $a$  و  $b$  را نمی‌دانیم. باتوجه به اینکه  $a + b = 19$ ، در می‌یابیم که  $a$  و  $b$  هر دو با هم نمی‌توانند از ۷ کوچک‌تر باشند یا از ۱۰ بزرگ‌تر باشند (در این صورت دو داده ۷ و ۱۰ وسط قرار می‌گیرند و میانه برابر با  $\frac{10+7}{2} = 8.5$  خواهد شد)، پس حالات زیر را در نظر می‌گیریم: ( $a < b$ )

(۱)  $a < 7$ : اگر  $a < 7$  باشد، آنگاه چون  $b = 19 - a$ ، پس  $b > 12$  و در این صورت باز هم دو داده ۷ و ۱۰ وسط قرار می‌گیرند که مطلوب نیست.

(۲)  $7 < a < 10$ : اگر  $7 < a < 10$  باشد، دو ترتیب ۱۸، ۱۰،  $a$ ،  $b$ ، ۷ یا ۱۸،  $b$ ،  $a$ ، ۷، ۱۰ را برای داده‌های آماری می‌توان در نظر گرفت.

حالت ترتیب ۱۸، ۱۰،  $a$ ،  $b$ ، ۷، ۶ به سادگی رد می‌شود زیرا میانه برابر  $\frac{19}{2} = 9.5$  می‌شود که مطلوب نیست. اما حالت

۱۸،  $b$ ، ۱۰،  $a$ ، ۷، ۶ تنها حالت مطلوب مسئله است که در این صورت  $\frac{a+10}{2} = 9$  میانه خواهد بود. پس داریم:

$$\frac{a+10}{2} = 9 \Rightarrow a+10 = 18 \Rightarrow a = 8 \xrightarrow{b=19-a} b = 11 \Rightarrow a.b = 88$$

$$0/65, 0/95, 1, 1/11, 1/3, 1/3, 1/52, 1/84, 2, 2/01, 2/3, 2/5, 3, 3/2, 3/74, 3/9$$

$$\text{میان} = \frac{1/84 + 2}{2} = 1/92, \quad \bar{x} = \frac{\text{مجموع ۱۶ داده}}{16} = \frac{32/32}{16} = 2/02$$

$$\text{اختلاف میانگین و میان} = 2/02 - 1/92 = 0/1$$

داده‌ها به صورت زیر هستند:

$$21, 23, 23, 25, 25, 25, 27, 27, \underbrace{29, 29, \dots}_{m \text{ تا}}$$

برای آنکه میان ۲۷ شود، یعنی داده هفتم یا هشتم، تعداد داده‌ها باید ۱۳، ۱۴ یا ۱۵ باشد. پس  $m$  می‌تواند ۵، ۶ یا ۷ باشد.

مجموع اختلاف از میانگین داده‌ها، همیشه صفر است؛ یعنی:

$$x + (-1) + (0) + 3 + 6 = x + 8 = 0 \Rightarrow x = -8$$

دامنه تغییرات برابر با تفاضل کوچک‌ترین و بزرگ‌ترین داده است (که برابر با بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین اختلاف داده از میانگین نیز است):

$$R = 6 - (-8) = 14$$

چون یک داده با فراوانی ۳ داریم، یکی از دو حالت زیر رخ می‌دهد:

$$۱) x, x, x, y, y + 1, y + 2$$

$$۲) y, x, x, x, x + 1, x + 2$$

باتوجه به فرض مسئله، در هر دو حالت داریم:

$$۱) (y + 2) - x = 5, \quad \bar{x} = \frac{x + x + x + y + y + 1 + y + 2}{6} = 15$$

$$\Rightarrow \begin{cases} y - x = 3 \\ 3x + 3y + 3 = 90 \Rightarrow x = 13 \end{cases}$$

$$۲) (x + 2) - y = 5, \quad \bar{x} = \frac{y + x + x + x + x + 1 + x + 2}{6} = 15$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x - y = 3 \\ y + 5x + 3 = 90 \Rightarrow x = 15 \end{cases}$$

پس داده با فراوانی ۳ باید ۱۳ یا ۱۵ باشد.

$$\sigma^2 = \frac{\sum x_i^2}{n} - \bar{x}^2 \Rightarrow 5 = \frac{\sum x_i^2}{n} - 12^2 \Rightarrow \frac{\sum x_i^2}{n} = 149 = \text{میانگین مساحت‌ها}$$

برای دامنه تغییرات دو حالت وجود خواهد داشت.

حالت اول)  $a$  کوچک‌ترین داده و  $13$  بزرگ‌ترین داده باشد؛ پس  $a = 13 - 10 = 3$  است. در این حالت واریانس را محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{x} = \frac{5 + 12 + 3 + 8 + 10 + 13}{6} = 8/5$$

$$\sigma^2 = \frac{(5 - 8/5)^2 + (12 - 8/5)^2 + (3 - 8/5)^2 + (8 - 8/5)^2 + (10 - 8/5)^2 + (13 - 8/5)^2}{6}$$

$$\Rightarrow \sigma^2 = \frac{77/5}{6} \Rightarrow \sigma^2 \simeq 12/92$$

حالت دوم)  $a$  بزرگ‌ترین داده و  $5$  کوچک‌ترین داده باشد؛ پس  $a = 10 + 5 = 15$  است. در این حالت نیز داریم:

$$\bar{x} = \frac{5 + 12 + 15 + 8 + 10 + 13}{6} = 10/5$$

$$\sigma^2 = \frac{(5 - 10/5)^2 + (12 - 10/5)^2 + (15 - 10/5)^2 + (8 - 10/5)^2 + (10 - 10/5)^2 + (13 - 10/5)^2}{6}$$

$$\Rightarrow \sigma^2 = \frac{65/5}{6} \Rightarrow \sigma^2 \simeq 10/92$$

بنابراین گزینه "۱" درست است.

$$\bar{x} = \frac{a-1+a+1+a+3+a+5}{4} = \frac{4a+8}{4} = a+2$$

برای محاسبه واریانس اعداد  $a-1$  و  $a+1$ ،  $a+3$ ،  $a+5$ ، مقدار  $a$  واحد از همه کم می‌کنیم تا به داده‌های  $5$ ،  $3$ ،  $1$  و  $-1$  برسیم. این عدد تشکیل دنباله حسابی با قدر نسبت  $2$  می‌دهند؛ پس:

$$\sigma^2 = \frac{4^2 - 1}{12} \times 2^2 = 5$$

چون میانگین و واریانس برابرند، داریم:

$$a+2=5 \Rightarrow a=3$$

در پایان باید واریانس  $12$ ،  $9$ ،  $6$  و  $3$  را محاسبه کنیم:

$$\sigma^2 = \frac{4^2 - 1}{12} \times 3^2 = 11/25$$

نکته: واریانس  $n$  داده آماری که تشکیل دنباله حسابی با قدر نسبت  $d$  می‌دهند برابر است با:

$$\sigma^2 = \frac{n^2 - 1}{12} \times d^2$$

$\bar{x} \times n =$  تعداد کل داده‌ها  $\times$  میانگین = مجموع داده‌های اولیه

$$= 30 \times 20 = 600$$

$$\bar{x} \text{ جدید} = \frac{\text{مجموع داده‌های اولیه} + 35 + 32 + 25 + 28 + 30}{25} = \frac{600 + 150}{25}$$

$$= \frac{750}{25} = 30$$

$$\sigma^2 \text{ اولیه} = \frac{(x_1 - 30)^2 + (x_2 - 30)^2 + \dots + (x_{20} - 30)^2}{20} = 16$$

$$\Rightarrow (x_1 - 30)^2 + (x_2 - 30)^2 + \dots + (x_{20} - 30)^2 = 320$$

$$\sigma^2 \text{ جدید} = \frac{(x_1 - 30)^2 + (x_2 - 30)^2 + \dots + (x_{20} - 30)^2 + (35 - 30)^2 + (25 - 30)^2 + (32 - 30)^2 + (28 - 30)^2 + (30 - 30)^2}{25}$$

$$= \frac{320 + 58}{25} = \frac{378}{25} = \frac{1512}{100} = 15/12$$

گام اول: ابتدا میانگین تمام داده‌ها را به دست می‌آوریم:

$$\bar{X} = \frac{6 \times 12 + 9 \times 14}{6 + 9} = 13/2$$

گام دوم: رابطه دوم واریانس را برای هرکدام از دسته داده‌ها می‌نویسیم:

$$\sigma_1^2 = \frac{\sum x_i^2}{n_1} - \bar{x}^2 \Rightarrow 6 = \frac{\sum x_i^2}{6} - 12^2 \Rightarrow \sum x_i^2 = 900$$

$$\sigma_2^2 = \frac{\sum y_i^2}{n_2} - \bar{y}^2 \Rightarrow 4 = \frac{\sum y_i^2}{9} - 14^2 \Rightarrow \sum y_i^2 = 1800$$

گام سوم: حال واریانس تمام داده‌های ترکیب شده را می‌یابیم:

$$\sigma^2 = \frac{\sum x_i^2 + \sum y_i^2}{n_1 + n_2} - \bar{X}^2 \Rightarrow \sigma^2 = \frac{900 + 1800}{15} - (13/2)^2 \Rightarrow \sigma^2 = 5/4$$

$$\Rightarrow \sigma = 2/4$$

۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹

باید اعداد زوج، غیرتکراری و با بیشترین میانگین باشند. بنابراین همه اعداد زوج ۱۸، ۱۶، ۱۴، ۱۲، ۱۰ را کنار می‌گذاریم. از اعداد باقی‌مانده که فرد هستند (۹، ۱۱، ۱۳، ۱۵، ۱۷، ۱۹) به صورتی دوتا دوتا انتخاب می‌کنیم که اختلاف آن‌ها تکراری نباشد و همچنین بیشترین میانگین شود. بنابراین داریم:

$$17 - 9 = 8$$

$$19 - 13 = 6$$

$$15 - 11 = 4$$

در نتیجه دنباله اعداد زیر حاصل می‌شود:

۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴، ۱۶، ۱۸

حال انحراف معیار این اعداد را محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{x} = \frac{4 + 6 + 8 + 10 + 12 + 14 + 16 + 18}{8} = \frac{88}{8} = 11$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{7^2 + 5^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 + 3^2 + 5^2 + 7^2}{8}} = \sqrt{\frac{2(49 + 25 + 9 + 1)}{8}}$$

$$= \sqrt{\frac{2(84)}{8}} = \sqrt{21}$$

## گام اول

اگر  $n$  داده  $x_1, x_2, \dots, x_n$  داشته باشیم، ضریب تغییرات این داده‌ها به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{x}}$$

که  $\bar{x}$  میانگین داده‌هاست و داریم:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

و  $\sigma$  انحراف معیار داده‌هاست و داریم:

$$\sigma^2 = \frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n}$$

## گام دوم

با دو روش می‌توان ضریب تغییرات  $u_i$ ها را محاسبه کرد.  
روش اول:

$$u_i = 12x_i + 6 \Rightarrow u_i = 18, 30, 42, 54, 66$$

$$\bar{x} = \frac{18 + 30 + 42 + 54 + 66}{5} = \frac{210}{5} = 42$$

$$\sigma^2 = \frac{(18 - 42)^2 + (30 - 42)^2 + (42 - 42)^2 + (54 - 42)^2 + (66 - 42)^2}{5} = \frac{576 + 144 + 0 + 144 + 576}{5} = 288$$

$$\Rightarrow \sigma = \sqrt{288} = 12\sqrt{2}$$

بنابراین ضریب تغییرات  $u_i$ ها برابر است با:

$$CV = \frac{12\sqrt{2}}{42} = \frac{2\sqrt{2}}{7} \simeq \frac{2 \times 1/4}{7} = 0/4$$

## روش دوم:

نکته ۱: اگر تمام داده‌ها را در یک عدد ثابت ضرب کنیم آنگاه میانگین داده‌ها نیز در آن عدد ثابت ضرب می‌شود و اگر تمام داده‌ها با یک عدد ثابت جمع شود آنگاه میانگین داده‌ها نیز با آن عدد ثابت جمع می‌شود.

نکته ۲: اگر تمام داده‌ها را در یک عدد ثابت ضرب کنیم آنگاه انحراف معیار داده‌ها نیز در آن عدد ثابت ضرب می‌شود و اگر تمام داده‌ها با یک عدد ثابت جمع شود آنگاه انحراف معیار داده‌ها تغییری نمی‌کند.

ابتدا با استفاده از روابط گام اول، میانگین و انحراف معیار  $x_i$ ها را به دست می‌آوریم، سپس با توجه به دو نکته بالا، میانگین و انحراف معیار  $u_i$ ها و در آخر ضریب تغییرات آن‌ها را محاسبه می‌کنیم.

$$x_i = 1, 2, 3, 4, 5$$

$$\bar{x} = \frac{15}{5} = 3 \Rightarrow \bar{x}_{\text{جدید}} = 12\bar{x} + 6 = 12(3) + 6 = 42$$

$$\sigma^2 = \frac{(1-3)^2 + (2-3)^2 + (3-3)^2 + (4-3)^2 + (5-3)^2}{5} = \frac{4+1+0+1+4}{5} = 2$$

$$\Rightarrow \sigma = \sqrt{2} \Rightarrow \sigma_{\text{جدید}} = 12\sigma = 12(\sqrt{2}) = 12\sqrt{2}$$

بنابراین:

$$CV_{\text{جدید}} = \frac{\sigma_{\text{جدید}}}{\bar{x}_{\text{جدید}}} = \frac{12\sqrt{2}}{42} \approx \frac{2 \times 1/4}{7} = 0/4$$

گزینه ۳

۱۱۶

$$\text{میانگین داده‌ها: } \bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{72}{12} = 6$$

$$\text{واریانس داده‌ها: } \sigma^2 = \frac{\sum x_i^2}{n} - \bar{x}^2 = \frac{480}{12} - 36 = 4$$

$$\Rightarrow \text{ضریب تغییرات داده‌ها: } CV = \frac{\sigma}{\bar{x}} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$$

گزینه ۳

۱۱۷

$$\text{ضریب تغییرات} = \frac{\text{انحراف معیار}}{\text{میانگین}} \Rightarrow CV = \frac{\sigma}{\bar{x}} \xrightarrow{\bar{x}=15, CV=0/2} \sigma = 3 \Rightarrow \sigma^2 = 9$$

مطابق رابطه واریانس داریم:

$$\sigma^2 = \frac{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2}{n} - \bar{x}^2 \xrightarrow{\substack{x_i^2 = S_i \\ \bar{x}=15}} 9 + 15^2 = \frac{S_1 + S_2 + \dots + S_n}{n} = \bar{S} \Rightarrow \bar{S} = 234$$

گزینه ۴

۱۱۸

نکته: واریانس داده‌ها را می‌توان از رابطه  $\sigma^2 = \frac{\sum x_i^2}{n} - \left(\frac{\sum x_i}{n}\right)^2$  به دست آورد.  
اگر طول اضلاع مربع‌ها را  $x_i$  در نظر بگیریم، باتوجه به فرض سؤال داریم:

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{x}} = 0/2 \xrightarrow{\bar{x}=15} \sigma = 15 \times 0/2 = 3 \Rightarrow 9 = \frac{\sum x_i^2}{n} - 15^2 \Rightarrow \frac{\sum x_i^2}{n} = 234$$

از آنجا که مساحت مربع‌ها به صورت  $x_i^2$  است، پس میانگین مساحت مربع‌ها برابر ۲۳۴ است.

گزینه ۲

۱۱۹

اگر ۲۵ داده داشته باشیم، به کمک چارک‌ها می‌توانیم داده‌ها را به صورت زیر تقسیم‌بندی کنیم:

$$\underbrace{x_1 \dots x_6}_{\text{دسته اول}} \quad \underbrace{x_7 \dots x_{12}}_{\text{دسته دوم}} \quad \underbrace{x_{13}}_{Q_2} \quad \underbrace{x_{14} \dots x_{19}}_{\text{دسته سوم}} \quad \underbrace{x_{20} \dots x_{25}}_{\text{دسته چهارم}}$$

$$\text{میانگین کل} = \frac{6 \times 4 + 6 \times 8 + 6 \times 10 + 6 \times 12 + Q_2}{25} = 8/54$$

$$\Rightarrow 6(34) + Q_2 = 25 \times 8/54 \Rightarrow 204 + Q_2 = 213/5$$

$$\Rightarrow Q_2 = 213/5 - 204 = 9/5$$

ابتدا داده‌ها را مرتب می‌کنیم:

۷, ۸, ۹, ۱۰, ۱۰, ۱۱, ۱۲, ۱۴, ۱۵, ۱۷, ۱۸, ۱۸

چون تعداد داده‌ها زوج است، میانه برابر میانگین دو داده وسط است. چارک اول میانه نیمه اول داده‌ها و چارک سوم میانه نیمه دوم داده‌ها است.

$$Q_1 = \frac{9+10}{2} = 9.5$$

$$Q_3 = \frac{15+17}{2} = 16$$

$$Q_2 = \frac{11+12}{2} = 11.5$$

۷, ۸,  $\underbrace{9, 10}$ , ۱۰,  $\underbrace{11, 12}$ , ۱۴,  $\underbrace{15, 17}$ , ۱۸, ۱۸

سوم داده‌های بین چارک اول و سوم : ۱۰, ۱۰, ۱۱, ۱۲, ۱۴, ۱۵

$$\bar{x} = \frac{10 + 10 + 11 + 12 + 14 + 15}{6} = \frac{72}{6} = 12$$

$$\sigma^2 = \frac{(10-12)^2 + (10-12)^2 + (11-12)^2 + (12-12)^2 + (14-12)^2 + (15-12)^2}{6}$$

$$= \frac{4 + 4 + 1 + 0 + 4 + 9}{6} = \frac{22}{6} = \frac{11}{3} \Rightarrow \sigma = \sqrt{\frac{11}{3}} \approx 1.9$$

## زمین شناسی

گزینه ۲

۱۲۱

باتوجه به وجود عنصر آرسنیک در آب شرب منطقه، امکان حضور کانی اورپیمان وجود دارد.

گزینه ۴

۱۲۲

فقط مورد دوم صحیح نیست. (یک مورد) ارتباط نزدیکی با زیست‌شناسی، شیمی و شاخه‌های علم پزشکی دارد.

گزینه ۴

۱۲۳

عنصر مدنظر سؤال اکسیژن است که یک عنصر اصلی و اساسی محسوب می‌شود.

گزینه یک: ویژگی عناصر اساسی است.

گزینه دو: منظور سوپراکسیدها مثل لیتیم سوپراکسید است  $\text{LiO}_2$ .گزینه سه:  $\text{SiO}_4$  واحد بنیادی سیلیکات‌ها است.

گزینه چهار: نادرست است زیرا دومین عنصر فراوان پوسته جامد زمین سیلیسیم است. (نه اکسیژن)

گزینه ۴

۱۲۴

در علم ژئوشیمی، ترکیب شیمیایی سنگ، خاک و آب تعیین می‌شود. مطالعات ژئوشیمیایی نشان می‌دهد که توزیع عناصر در زمین و ترکیب سنگ‌ها در مناطق مختلف، متفاوت است.

زمین‌شناسان با تهیه نقشه پراکندگی ژئوشیمیایی عناصر، مناطقی را که احتمال خطر بیماری‌های خاصی در آن‌ها وجود دارد، معرفی می‌کنند. برای مثال نقشه ژئوشیمیایی فلز سمی کادمیم در خاک کشور سوئد در شکل کتاب درسی نشان داده شده است.

به همین ترتیب می‌توان با تهیه نقشه از مناطقی که در آن بیماری‌های خاصی شایع است، به بررسی عوامل زمین‌شناسی مؤثر بر ایجاد آن‌ها پرداخت.

گزینه ۴

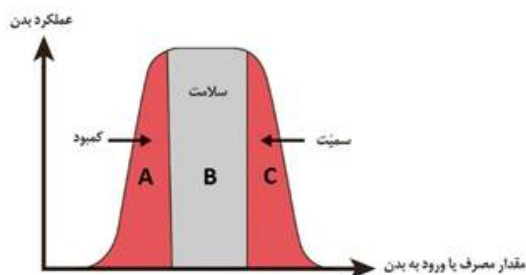
۱۲۵

یکی از نشانه‌های مسمومیت با سرب، ایجاد خط آبی رنگ در محل اتصال دندان‌ها به لثه است.



مطابق نمودار زیر، محدوده A نشان دهنده کمبود روی در بدن، محدوده B نشان دهنده ورود مقدار معمول و مورد نیاز روی برای سلامتی بدن و محدوده C نشان دهنده ورود بیش از نیاز بدن است که نقش سمیت را به دنبال خواهد داشت.

شخص "الف" دارای کوتاهی قد است که در اثر کمبود روی در بدن ایجاد می شود پس در محدوده A قرار می گیرد. شخص "ب" دارای کم خونی است که در اثر ازدیاد روی ایجاد می شود پس در محدوده C قرار می گیرد. و شخص "ج" دارای اختلال در سیستم ایمنی است که می تواند از کمبود روی ناشی شود؛ پس مقدار روی در بدن این شخص در محدوده A قرار دارد.



آتشفشانها افزون بر عناصر اساسی، عناصر دیگری مانند آرسنیک، بریلیم، کادمیم، جیوه، سرب، رادون، اورانیوم را هم وارد محیط می کنند که در شرایط خاص، خطرناک هستند.

برخی ترکیبها مانند نیتراتها و عناصری مانند جیوه، آرسنیک، سرب، کادمیم و... برای سلامت انسان مضر هستند. (ترکیبات نیترات همانند جیوه و سرب برای سلامت انسان مضر هستند)

ازدیاد آرسنیک که از طریق آب آلوده وارد بدن می شود باعث سرطان پوست می شود. ازدیاد کادمیم که از طریق آب و گیاه وارد بدن می شود باعث نرمی استخوان می شود. ازدیاد کلسیم و منیزیم که از طریق آب وارد بدن می شود باعث سنگ کلیه می شود. کمبود روی که از طریق گیاهان وارد بدن می شود باعث اختلال سیستم ایمنی می شود.

گزینه یک نادرست است زیرا آرسنیک عنصری سمی و در نتیجه جزئی است پس سلنیم نمی تواند برخلاف آرسنیک در دسته عناصر جزئی باشد. گزینه دو و سه نادرست زیرا سلنیم خاصیت ضد سرطانی دارد ولی آرسنیک باعث سرطان پوست می شود. گزینه چهار درست است زیرا آرسنیک در پیریت  $FeS_2$  یافت می شود که نوعی کانی سولفیدی است و سلنیم هم طبق متن کتاب درسی در کانیهای سولفیدی یافت می شود.