



زیست شناسی

گزینه ۲

۱

موارد (ج) و (د) عبارت مورد نظر را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

بررسی همه موارد:

الف) از نتایج آزمایش گریفیت مشخص شد که ماده وراثتی می‌تواند از یاخته‌ای به یاخته دیگر منتقل شود، ولی ماهیت این ماده و چگونگی انتقال آن مشخص نشد (تأیید مورد الف).

ب) در آزمایش گریفیت هنگامی مخلوطی از باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده با گرما و زنده، بدون پوشینه را به موش‌ها تزریق کرد و دید برخلاف انتظار، موش‌ها مُردند! او در بررسی خون و شش‌های موش‌های مرده، مقدار زیادی از باکتری‌های پوشینه‌دار زنده مشاهده کرد؛ گریفیت توانست با بیان اینکه انتقال ماده وراثتی باعث این پدیده شده است پوشینه‌دار شدن باکتری‌ها را توجیه کند (رد مورد ب).

ج) و (د) ایوری در پژوهش‌های خود کشف کرد برخلاف عقیده اکثر دانشمندان آن زمان ماده وراثتی همان دنا است، بنابراین توانست نوکلئیک‌اسید بودن ماده وراثتی را توجیه کند (رد مورد ج) (تأیید مورد د).

گزینه ۳

۲

جفت بازها در مولکول دنا در بهتر فشرده شدن فام‌تن‌ها مؤثر هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: باعث یکسان شدن قطر مولکول دنا می‌شود.

گزینه ۲: هر پیوند هیدروژنی به تنهایی انرژی کمی دارد.

گزینه ۴: در حین همانندسازی جدا شدن دو رشته دنا در بعضی از نقاط بدون اینکه پایداری دنا به هم بخورد انجام می‌شود.

گزینه ۲

۳

قرار گرفتن بازهای مکمل یعنی A مقابل T و C مقابل G باعث ثبات قطر دو رشته می‌شود؛ که شامل گروه‌های پورین و پیریمیدین است.

آزمایشات ایوری و همکارانش عامل اصلی انتقال صفات را مشخص کرد. در دومین مرحله پس از استفاده از سانتیفریوژ هر یک از لایه‌های به‌دست‌آمده را به‌صورت جداگانه به محیط کشت باکتری‌ها اضافه کردند.
بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) در آن زمان بسیاری از دانشمندان عقیده داشتند که پروتئین‌ها مادهٔ وراثتی یاخته هستند.
(۳) در این آزمایشات از عصارهٔ باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده استفاده شد، که از قبل در سومین مرحلهٔ آزمایشات گریفیت مشاهده شد که این باکتری‌ها به‌تنهایی قادر به کشتن موش‌ها نیستند.
(۴) نتایج به‌دست‌آمده در دومین مرحلهٔ آزمایشات ایوری موردقبول عده‌ای قرار نگرفت، پس آزمایشات سومین مرحله برای تأیید آن‌ها انجام شد.

آنزیم دنا بسپاراز پس از برقراری هر پیوند فسفو دی‌استر برمی‌گردد و رابطهٔ مکملی نوکلئوتیدها را بررسی می‌کند.
بررسی سایر گزینه‌ها:
گزینهٔ ۱: فعالیت بسپارازی و نوکلئازی را انجام می‌دهد.
گزینهٔ ۲: گاهی می‌تواند اشتباهی صورت بگیرد.
گزینهٔ ۴: در هنگام ویرایش که دنباسپاراز فعالیت نوکلئازی دارد ابتدا پیوند فسفو دی‌استر که نوعی پیوند اشتراکی است شکسته می‌شود.

تنها مورد (ب) صحیح نیست.
بررسی همهٔ موارد:
الف) اغلب باکتری‌ها (پروکاریوت‌ها) تنها یک نقطهٔ آغاز همانندسازی در دناهای خود دارند.
ب) پروکاریوت‌ها ممکن است علاوه بر دناهای اصلی دناهای دیگری نیز داشته باشند که باعث افزایش مقاومت آن‌ها در برابر پادزیست‌ها شود.
ج) دناهای اصلی در همهٔ باکتری‌ها در سیتوپلاسم قرار دارد و به غشاء یاخته متصل است.
د) در پروکاریوت‌ها، مولکول‌های وراثتی در غشا محصور نبوده و همانند دناهای میتوکندری و دیسه‌ها از نوع حلقوی است.

همه پروکاریوت‌ها دارای دناهای حلقوی هستند که در سیتوپلاسم قرار دارد و متصل به غشایی پلاسمایی است.
بررسی سایر گزینه‌ها:
گزینهٔ ۱: شامل همه باکتری‌ها می‌شوند.
گزینهٔ ۲: فام‌تن اصلی به‌صورت یک مولکول حلقوی است.
گزینهٔ ۴: همه پروکاریوت‌ها دیسک ندارند و تعدادی از آن‌ها ممکن است دیسک‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک داشته باشند.

صورت سؤال در رابطه با آنزیم دنابسپاراز است. همهٔ موارد صحیح هستند.
بررسی همهٔ موارد:

(الف) آنزیم دنابسپاراز پس از برقراری هر پیوند فسفودیاستر برمی‌گردد و رابطهٔ مکملی نوکلئوتید را بررسی می‌کند.

(ب) این آنزیم در ویرایش فعالیت نوکلئازی (شکستن پیوند) و در همانندسازی حالت بسپارازی (ایجاد پیوند فسفودیاستر) دارد.

(ج) آنزیم دنابسپاراز نوکلئوتیدها را بر اساس رابطهٔ مکملی مقابل هم قرار می‌دهد ولی گاهی در این مورد اشتباهی صورت می‌گیرد.

(د) در یک دوراهی همانندسازی ۲ آنزیم در پشت هر آنزیم هلیکاز قرار داشته که به‌طور کلی می‌توان ۴ آنزیم را مشاهده کرد.

هیچ‌یک از موارد ذکر شده عبارت موردنظر را به‌درستی تکمیل نمی‌کنند.
بررسی همهٔ موارد:

(الف) در صورتی که میزان شعله به میزان کافی نباشد، ممکن است باکتری‌های پوشینه‌دار قرارگرفته در معرض شعله از بین نروند و سبب مرگ موش بشوند.

(ب) مشاهدات و تحقیقات چارگاف روی دناهای جانداران نشان داد که مقدار آدنین در دنا با مقدار تیمین برابر است و مقدار گوانین در آن با مقدار سیتوزین برابری می‌کند. تحقیقات بعدی دانشمندان دلیل این برابری نوکلئوتیدها را مشخص کرد؛ بنابراین گزینه عبارتت کاملاً متناقض را بیان می‌کند.

(ج) در آزمایش مزلسون و استال، دنا با استفاده از نوکلئوتیدهایی که ایزوتوپ سنگین نیتروژن دارند یعنی ^{15}N ، نشانه‌گذاری می‌شوند. در صورتی که این نیتروژن سنگین به نیتروژن سبک در محیط تقسیم تغییر کند، دیگر نتایج آزمایش قابل تفسیر نخواهد بود.

(د) در آزمایش‌های ایوری انتقال مادهٔ وراثتی از عصارهٔ باکتری پوشینه‌دار به باکتری‌های فاقد پوشینه که در محیط کشت زندگی می‌کنند، مشاهده گردید. در این صورت دیگر انتقال مادهٔ وراثتی از باکتری پوشینه‌دار به فاقد پوشینه مشاهده نمی‌گردد.

در دوران جنینی در مراحل مورولا و بلاستولا سرعت تقسیم زیاد تعداد نقاط آغاز همانندسازی زیاد و پس از تشکیل اندام سرعت تقسیم کم می‌شوند.

مبنای تشکیل سطح دوم ساختار پروتئین‌ها، الگوهای پیوندهای هیدروژنی می‌باشد.

مطابق با شکل کتاب درسی، در سطح دوم ساختار پروتئین‌ها، پیوند هیدروژنی بین اتم H گروه آمینی یک آمینواسید با اتم O گروه کربوکسیل آمینواسید دیگر شکل می‌گیرد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) مطابق با شکل کتاب درسی، پیوندهای هیدروژنی ساختار دوم پروتئین‌ها، تنها بین اتم‌های هیدروژن و اکسیژن شکل می‌گیرند نه اتم‌های هیدروژن و نیتروژن.

(۲) الگوهای مختلفی از پیوندهای هیدروژنی موجب تشکیل ساختار دوم پروتئین‌ها می‌شود. الگوهای ماریچ و صفحه‌ای، نمونه‌هایی از این ساختارها در سطح دوم هستند (یعنی نمونه‌های دیگری نیز هستند).

(۴) در الگوی ساختار صفحه‌ای، گروه‌های عاملی R عمود بر صفحه قرار می‌گیرند و موجب ایجاد ویژگی‌های منحصر به فرد هر آمینواسید می‌شوند. گروه‌های کربوکسیل موجب ایجاد خاصیت اسیدی آمینواسید می‌شوند.

گزینه ۱: نادرست. باید گفته شود ممکن است.
گزینه ۲: نادرست. برخی بخش‌ها درست است.
گزینه ۴: نادرست. برخی بخش‌های پلی‌پیتید هیچ‌یک از این دو ساختار را ندارند.

در ساختار سوم پیوندهای متنوعی بین آمینواسیدها می‌تواند وجود داشته باشد؛ از جمله پیوند پپتیدی، پیوند هیدروژنی ساختار دوم و پیوندهای ساختار سوم که گروه‌های جانبی آمینواسیدها نیز در آن شرکت می‌کنند.
بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: پیوند هیدروژنی در ساختار سوم نیز باعث پایداری ساختار می‌شود.
گزینه ۲: همواره گروه‌های R با پیوند کووالان به کربن مرکزی متصل می‌شوند.
گزینه ۳: هر دو مربوط به یک زنجیره پلی‌پپتیدی می‌باشند.

بیشتر آنزیم‌ها پروتئینی هستند و بعضی آنزیم‌ها برای فعالیت به یون‌های فلزی نیاز دارند و همه، سرعت واکنش‌هایی را که در بدن موجود زنده انجام‌شدنی هستند، زیاد می‌کنند.

بعضی پروتئین‌ها به‌صورت گیرنده‌هایی در سطح یاخته قرار دارند و برخی پروتئین‌ها مثل هموگلوبین جزء پروتئین‌های انتقال‌دهنده در درون خون هستند.

سؤال دربارهٔ ساختارهای مختلف پروتئین‌ها مطرح شده است. شکل (۱) ساختار دوم پروتئین را نشان می‌دهد و شکل (۲) ساختار سوم پروتئین را نشان می‌دهد.

(۱) پیوندهای هیدروژنی منشأ تشکیل ساختار دوم هستند. دقت کنیم برقراری پیوند هیدروژنی خودبه‌خودی و بدون نیاز به آنزیم صورت می‌گیرد.

(۲) دقت کنیم در ساختار سوم تاخوردگی بیشتر صفحات رخ می‌دهد (نه شروع!).

(۳) در ساختار دوم پروتئین فقط پیوند هیدروژنی و پیوند پپتیدی بین آمینواسیدها وجود دارد؛ اما در ساختار سوم علاوه بر پیوندهای هیدروژنی جدید، پیوندهای اشتراکی و یونی و ... مجموعه نیروی این پیوندها قسمت‌های مختلف پروتئین را به‌صورت بهم‌پیچیده نگه می‌دارد.

(۴) این گزینه به‌صورت برعکس بیان شده است؛ پس نادرست است.

برهم‌کنش‌های آبگریز میان گروه‌های R عامل اصلی تشکیل ساختار سوم پروتئین‌ها می‌باشد. گروه‌های عاملی R در هر آمینواسید موجب ایجاد ویژگی‌های منحصر به فرد آن آمینواسید می‌شوند.
بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۱) در آمینواسیدها حداقل یکی از ظرفیت‌های اتم کربن مرکزی توسط اتم هیدروژن پر می‌شود. در یکی از آمینواسیدها، گروه عاملی R معادل اتم هیدروژن می‌باشد و در نتیجه دو ظرفیت کربن مرکزی توسط هیدروژن پر می‌شود.
- (۲) ساختار و عملکرد پروتئین‌ها به نوع، ترتیب، تکرار و توالی آمینواسیدها بستگی دارد که در ساختار اول پروتئین‌ها مورد توجه قرار می‌گیرد.
- (۴) هر آمینواسیدی در شکل‌دهی ساختار یک پروتئین می‌تواند مؤثر باشد. اما باید توجه داشت که تأثیر هر آمینواسید تنها به گروه عاملی R (نه گروه‌های متصل به کربن مرکزی) بستگی دارد.

نوکلئوتیدها مونومرهایی هستند که در آزمایش ایوری از حالت پلیمری (نوکلئیک‌اسید) خارج می‌شوند ولی خود مونومرها آسیبی نمی‌بینند.
بررسی سایر گزینه‌ها:

- گزینه "۱": انتقال صفت در آزمایش ایوری از طریق دنا صورت می‌گیرد که در باکتری‌ها از نوع حلقوی است.
- گزینه "۲": مادهٔ وراثتی در آزمایش ایوری به محیط کشت اضافه می‌شود نه اینکه به جانوری تزریق شود.
- گزینه "۴": اغلب رناها مانند رنای پیک فاقد پیوند هیدروژنی هستند.

آزمایشات ایوری قبل از چارگاف صورت گرفت که در آخرین مرحلهٔ آن، مولکول دنا که نوعی نوکلئیک‌اسید است، تنها در یک ظرف آزمایش از بین رفته بود.
بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۱) آزمایشات گریفیت قبل از ایوری صورت گرفت که در آن انتقال مادهٔ وراثتی از باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده به باکتری‌های زندهٔ فاقد پوشینه مشاهده شد.
- (۳) در آزمایشات ویلکینز و فرانکلین که قبل از واتسون و کریک انجام گرفت، مشاهده شد که دنا ساختاری مارپیچی داشته و دارای بیش از یک رشته است.
- (۴) آزمایشات چارگاف قبل از ویلکینز و فرانکلین انجام گرفته است. در این آزمایشات می‌توان برابری بازهای پورین و پیریمیدین را با توجه به نتایج مشاهده کرد.

در مرحلهٔ اول آزمایش گریفیت از باکتری‌های زندهٔ پوشینه‌دار استرپتوکوکوس نومونیا استفاده شد که دارای دناى اصلی و همین‌طور دیسک هستند؛ بنابراین در لولهٔ سانتریفیوژ چهار نوار خواهیم دید که دو نوار متعلق به دناى اصلی و دو نوار متعلق به دناى دیسک خواهد بود.

گزینه ۱

۲۱

میله پلاستیکی از طریق مالش دارای بار الکتریکی منفی می‌شود و در حالتی که این میله به کلاهک الکتروسکوپ خنثی نزدیک شود، تعدادی از الکترون‌های آزاد کلاهک در اثر نیروی رانشی بار منفی میله، به ورقه‌ها انتقال می‌یابند. در نتیجه کلاهک دارای بار خالص مثبت و ورقه‌ها دارای بار خالص منفی می‌شوند. لذا ورقه‌ها در اثر نیروی رانشی بین بارهای همنام از هم دور می‌شوند.

گزینه ۲

۲۲

بار یک جسم برحسب تعداد الکترون‌های خارج یا وارد شده به آن برابر است با:

$$q = \pm ne$$

در این سؤال بار جسم به اندازه $+4q$ تغییر کرده، پس داریم:

$$4q = ne \Rightarrow 4q = 25 \times 10^9 \times 1/6 \times 10^{-19} \Rightarrow q = 10^{-9} \text{ C} = 1 \text{ nC}$$

گزینه ۳

۲۳

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:

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

گزینه ۲

۲۴

با استفاده از قانون کولن رابطه بین نیروی الکتریکی در دو حالت را می‌یابیم:

$$F = k \frac{|q||q|}{r^2} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = \left(\frac{r}{1/2r}\right)^2 = \frac{1}{1/44} = \frac{100}{144} \Rightarrow F_2 = \frac{100}{144} F_1$$

برای محاسبه درصد تغییرات نیرو می‌توان نوشت:

$$\frac{\Delta F}{F_1} \times 100 = \frac{F_2 - F_1}{F_1} \times 100 = \left(\frac{\frac{100F_1}{144} - F_1}{F_1} \times 100 \right) = -\frac{44}{144} \times 100 \simeq -30\%$$

شکل ساده‌ای رسم می‌کنیم و باتوجه به علامت بارها، جهت نیروی الکتریکی‌ای که هر بار بر بار q_5 وارد می‌کند را مشخص می‌کنیم. طول هر ضلع مربع 6 cm است، بنابراین فاصلهٔ بار q_5 از هر یک از بارها $3\sqrt{2}\text{ cm}$ است و از تکنیک محاسباتی 90° در قانون کولن می‌توان نوشت:

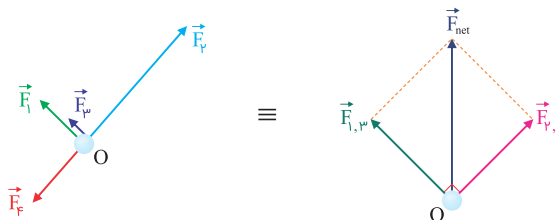
$$F_1 = 90 \times \frac{4 \times 4}{(3\sqrt{2})^2} = 80\text{ N} ; F_2 = 90 \times \frac{4 \times 7}{(3\sqrt{2})^2} = 140\text{ N}$$

$$F_3 = 90 \times \frac{4 \times 1}{(3\sqrt{2})^2} = 20\text{ N} ; F_4 = 90 \times \frac{4 \times 2}{(3\sqrt{2})^2} = 40\text{ N}$$

نیروهای \vec{F}_1 و \vec{F}_3 هم‌جهت هستند، بنابراین $F_{1,3} = 20 + 80 = 100\text{ (N)}$ ، همچنین نیروهای \vec{F}_2 و \vec{F}_4 در خلاف جهت هم هستند، بنابراین:

$$F_{2,4} = 140 - 40 = 100\text{ N}$$

قطرهای مربع بر هم عمودند، بنابراین داریم:




$$|\vec{F}_{\text{net}}| = \sqrt{F_{1,3}^2 + F_{2,4}^2} = \sqrt{100^2 + 100^2}$$

$$\Rightarrow |\vec{F}_{\text{net}}| = 100\sqrt{2}\text{ N}$$

نیروی خالص در جهت محور y است، پس می‌توان نوشت:

$$\vec{F}_{\text{net}} = +100\sqrt{2}\vec{j}$$

شرط متعادل ماندن دو گوی نسبت به یکدیگر:



$$Mg = F_E \Rightarrow \frac{2/5}{1000} \times 10 = \frac{9 \times 10^9 q^2}{36 \times 10^{-4}}$$

$$\Rightarrow q^2 = 25 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{-13} \Rightarrow q = 10^{-7}\text{ C}$$

$$n = \frac{q}{|e|} \Rightarrow n = \frac{10^{-7}}{1.6 \times 10^{-19}} = \frac{10^{12}}{1.6} = 6.25 \times 10^{11}$$

ابتدا اندازه نیرویی که بر بار آزمون وارد می‌شود را محاسبه می‌کنیم:

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{(\omega \times 10^{-6})^2 + (12 \times 10^{-6})^2} = 13 \times 10^{-6} \text{ N}$$

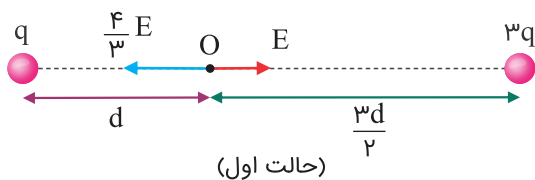
حالا از رابطه $E = \frac{F}{q_0}$ بزرگی میدان را در آن نقطه به دست می‌آوریم:

$$E = \frac{F}{q_0} = \frac{13 \times 10^{-6}}{\omega \times 10^{-9}} = 2/6 \times 10^3 \text{ N/C}$$

میدان الکتریکی کمیتی برداری است و باتوجه به رابطه $E = \frac{kq}{r^2}$ ، با مجذور فاصله نسبت عکس و با اندازه بار الکتریکی نسبت مستقیم دارد.

فرض کنید بزرگی میدان الکتریکی بار q در فاصله d از آن برابر E باشد. در این صورت قبل از تغییر علامت بار q ، مطابق شکل، میدان ناشی از بار $3q$ در نقطه O برابر $E_2 = \frac{3}{2} E = \frac{4}{3} E$ بوده و برای محاسبه میدان الکتریکی خالص در این نقطه،

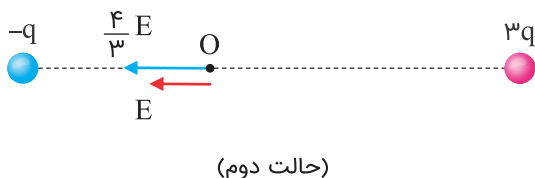
می‌توان نوشت:



$$E_{\text{net}} = \frac{4}{3}E - E \Rightarrow E_{\text{net}} = \frac{E}{3}$$

$$\Rightarrow 700 = \frac{E}{3} \Rightarrow E = 2100 \text{ (N/C)}$$

در حالت دوم که بار q به $-q$ تبدیل می‌شود، جهت میدان الکتریکی ناشی از این بار در نقطه O در خلاف جهت اولیه قرار می‌گیرد و می‌توان نوشت:



$$E'_{\text{net}} = \frac{4}{3}E + E \Rightarrow E'_{\text{net}} = \frac{7}{3}E$$

$$\xrightarrow{E=2100 \text{ N/C}} E'_{\text{net}} = 4900 \text{ N/C}$$

بزرگی میدان الکتریکی را در فاصله ۲ حساب می‌کنیم.

$$E = \frac{F}{q} = \frac{0.16}{10 \times 10^{-6}} \text{N/C} = \frac{0.16}{10^{-5}} \text{N/C} = 16000 \text{N/C}$$

با دو برابر شدن فاصله، اندازه میدان به $\frac{1}{4}$ اولیه کاهش می‌یابد یعنی به 4000N/C

ابتدا تغییرات انرژی جنبشی ذره را حساب می‌کنیم.

$$\Delta K = \cancel{K_2} - K_1 = -\frac{1}{2} \times 20 \times 10^{-3} \times (20)^2 = -4 \text{ J}$$

کار نیروی وزن را به دست می‌آوریم:

$$W_{mg} = -mgd = -20 \times 10^{-3} \times 10 \times 2 = -0.4 \text{ J}$$

طبق قضیه کار و انرژی جنبشی، کار نیروی الکتریکی را به دست می‌آوریم:

$$W_{mg} + W_{FE} = \Delta K \Rightarrow -0.4 + W_{FE} = -4 \Rightarrow W_{FE} = -3.6 \text{ J}$$

کار نیروی الکتریکی از رابطه $W = E|q|d \cos \theta$ به دست می‌آید. طبق این رابطه اندازه بار ذره برابر است با:

$$W = E|q|d \cos \theta \Rightarrow -3.6 = 10^5 \times |q| \times 2 \times (-1) \Rightarrow |q| = 1/8 \times 10^{-5} = 12.5 \mu\text{C}$$

کار نیروی الکتریکی منفی است بنابراین نیروی وارد بر ذره در خلاف جابه‌جایی و رو به پایین است یعنی در خلاف جهت میدان الکتریکی، پس بار ذره منفی است. پس $q = -12.5 \mu\text{C}$ است.

گام اول

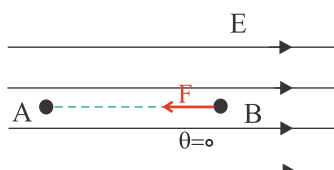
- الف) در میدان الکتریکی یکنواخت $E = 10^5 \text{ N/C} \leftarrow 10^5 \text{ N/C}$
- ب) ذره‌ای با بار الکتریکی $q = -5 \mu\text{C} = -5 \times 10^{-6} \text{ C} \leftarrow q = -5 \mu\text{C}$
- ج) ذره در نقطه B بدون سرعت اولیه رها می‌شود $v_B = 0 \Rightarrow K_B = 0$
- د) وقتی این ذره در مسیر مستقیم، ۲۰ سانتی‌متر جابه‌جا می‌شود $d = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$
- ه) انرژی جنبشی آن چند ژول می‌شود؟ $K_A = ? \text{ J}$

گام دوم

کار نیروی الکتریکی وارد بر یک ذره باردار در میدان الکتریکی یکنواخت E در یک جابه‌جایی مشخص برابر با منفی تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی در همان جابه‌جایی است:

$$\begin{cases} W_E = -\Delta U_E \\ \Delta U_E = -|q|Ed\cos\theta \end{cases} \Rightarrow W_E = |q|Ed\cos\theta \quad (*)$$

از طرفی طبق قضیه کار-انرژی جنبشی داریم:



$$W_E = \Delta K \xrightarrow{(*)} \Delta K = |q|Ed \Rightarrow K_2 - K_1 = |q|Ed\cos\theta$$

$$\Rightarrow K_A - 0 = |-5 \times 10^{-6}| \times 10^5 \times 0.2 \times \cos 0 \Rightarrow K_A = 0.1 \text{ J}$$

برای حل تست‌های ترکیبی حرکت‌شناسی و الکتریسیته ساکن معمولاً از قضیه کار-انرژی جنبشی استفاده می‌کنیم. مطابق این قضیه، کار برآیند نیروهای وارد بر یک جسم برابر تغییر انرژی جنبشی آن است.

$$W_{\text{کل}} = \Delta K$$

در مرحله اول:

کار نیروی الکتریکی F_E در جابه‌جایی بار q و به اندازه d در راستای خطوط میدان از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$W_E = F_E d \cos \theta = |q| E d \cos \theta$$

اگر بار به‌خودی‌خود رها شود و در جهت نیروی الکتریکی به حرکت درآید، آنگاه:

$$\theta = 0 \Rightarrow \cos \theta = 1 \Rightarrow W_E = |q| E d$$

و در نهایت بر اساس رابطه‌های بالا داریم:

$$\begin{cases} W_{AB} = K_B - K_A \Rightarrow |q| E(\overline{AB}) = \frac{1}{2} m v_B^2 \\ W_{AM} = K_M - K_A \Rightarrow |q| E(\overline{AM}) = \frac{1}{2} m v_M^2 \end{cases} \Rightarrow \frac{\overline{AB}}{\overline{AM}} = \left(\frac{v_B}{v_M} \right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} = \left(\frac{v_B}{v_M} \right)^2 \Rightarrow \frac{v_B}{v_M} = \sqrt{\frac{1}{2}}$$

گام اول

الف) ذرهٔ بارداری به جرم $۰/۱ \text{ g} = ۱۰^{-۴} \text{ kg}$ ←

ب) از نقطه‌ای به پتانسیل الکتریکی $+۱۰۰ \text{ V}$ ولت از حال سکون به حرکت درمی‌آید ← $V_1 = +۱۰۰ \text{ V}$, $v_1 = ۰ \text{ m/s}$

ج) با سرعت ۱۰ m/s بر ثانیه به نقطهٔ دیگری به پتانسیل الکتریکی -۱۰۰ ولت می‌رسد

← $V_2 = -۱۰۰ \text{ V}$, $v_2 = ۱۰ \text{ m/s}$

گام دوم

باتوجه به قانون پایستگی انرژی مکانیکی و اینکه در این حرکت ذره، دو نوع انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل الکتریکی داریم، تغییرات انرژی جنبشی در طی این حرکت برابر است با منفی تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی؛ بنابراین:

$$\Delta K = K_2 - K_1 = \frac{1}{2} m v_2^2$$

$$\Rightarrow \Delta K = \frac{1}{2} \times ۱۰^{-۴} \times (۱۰)^2 = ۵ \times ۱۰^{-۳} \text{ J} \Rightarrow \Delta U = -۵ \times ۱۰^{-۳} \text{ J}$$

با استفاده از رابطه $\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$ ، بار الکتریکی ذره را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow (-۱۰۰) - (۱۰۰) = \frac{-۵ \times ۱۰^{-۳}}{q}$$

$$\Rightarrow q = \frac{-۵ \times ۱۰^{-۳}}{-۲۰۰} = ۲/۵ \times ۱۰^{-۵} \text{ C} = ۲۵ \mu\text{C}$$

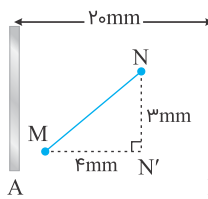
مرحله ۱: قطب مثبت باتری به صفحه A وصل شده و صفحه A به زمین وصل است. پس پتانسیل صفحه A، صفر خواهد بود. صفحه B به قطب منفی باتری وصل است پس به اندازه $20V$ پتانسیل کمتری نسبت به صفحه A خواهد داشت نتیجه:

$$V_A = 0, V_B = -20V$$

مرحله ۲: با توجه به این که میدان الکتریکی بین دو صفحه یکنواخت بوده و در همه جا برابر می‌باشد:

$$\Delta V = Ed \Rightarrow \frac{\Delta V_{AB}}{\Delta V_{MN}} = \frac{Ed_{AB}}{Ed_{MN}} \Rightarrow \frac{\Delta V_{AB}}{\Delta V_{MN}} = \frac{d_{AB}}{d_{MN}}$$

مرحله ۳: چون دو نقطه N و N' در شکل زیر همپتانسیل باشند (عمود بر خود میدان هستند) خواهیم داشت:

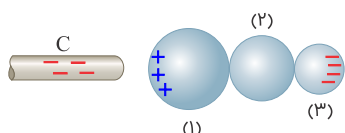


$$\frac{V_B - V_A}{V_{N'} - V_M} = \frac{d_{AB}}{d_{MN'}} \Rightarrow \frac{-20 - 0}{V_{N'} - V_M} = \frac{20 \text{ mm}}{4 \text{ mm}}$$

$$B \Rightarrow V_{N'} - V_M = -4V \Rightarrow V_N - V_M = -4$$

$$\Rightarrow V_M - V_N = +4V$$

با توجه به جدول سری داده شده در اثر مالش C با B بار C منفی می‌شود و اگر آن را به کره‌ها نزدیک کنیم بار نقاط ۱ و ۲ خنثی و بار نقطه ۳ منفی می‌شود.



الف) خازن مسطحی را پس از پر شدن، از باتری جدا می‌کنیم ← q ثابت می‌ماند.
 ب) اگر بدون اتصال صفحات آن، دو صفحه را از هم دور کنیم ← d (فاصله بین صفحات) افزایش می‌یابد.
 ج) ظرفیت و اختلاف پتانسیل بین دو صفحه به ترتیب چگونه تغییر می‌کند؟ ← $V = ?$, $C = ?$

با توجه به معادله ظرفیت خازن، با افزایش d خواهیم داشت: (دقت شود مقادیر A , ϵ_0 , k ثابت‌اند)

$$\left\{ \begin{array}{l} C = k\epsilon_0 \frac{A}{d} \\ d \uparrow \end{array} \right. \Rightarrow C \downarrow$$

با توجه به اینکه q ثابت است و C کاهش می‌یابد، بنابراین V افزایش خواهد یافت.

$$\left\{ \begin{array}{l} q = CV \\ C \downarrow \\ q \text{ ثابت} \end{array} \right. \Rightarrow V \uparrow$$

$$\left. \begin{array}{l} E = \frac{V}{d} \\ V = \frac{Q}{C} \end{array} \right\} \Rightarrow E = \frac{Q}{Cd} = \frac{Q}{C d} \xrightarrow{C = k\epsilon_0 \frac{A}{d}} E = \frac{Q}{k\epsilon_0 A} \xrightarrow{\text{ثابت: } \epsilon_0, k, Q, A} E$$

$$\left\{ \begin{array}{l} U_1 = \frac{1}{2} \frac{q_1^2}{C} = \frac{(q \times 10^{-3})^2}{2 \times 12 \times 10^{-6}} = \frac{q^2}{24} \\ U_2 = \frac{1}{2} \frac{q_2^2}{C} = \frac{[(q + 3) \times 10^{-3}]^2}{2 \times 12 \times 10^{-6}} = \frac{(q + 3)^2}{24} \end{array} \right.$$

نکته: انرژی مصرف‌شده، در خازن ذخیره می‌شود و به همین دلیل، باید اختلاف انرژی در دو حالت، برابر ۸ ژول باشد.

$$\begin{aligned} \frac{(q + 3)^2}{24} - \frac{q^2}{24} &= 8 \Rightarrow (q + 3)^2 - q^2 = (8 \times 24) \\ \Rightarrow q^2 + 6q + 9 - q^2 &= 192 \Rightarrow 6q = 183 \Rightarrow q = \frac{183}{6} = 30.5 \text{ } (\mu\text{C}) \end{aligned}$$

ابتدا با استفاده از رابطه $C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d}$ ، ظرفیت خازن را به دست می‌آوریم.

$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} = 4 \times 9 \times 10^{-12} \times \frac{50 \times 10^{-4}}{2 \times 10^{-3}} = 9 \times 10^{-11} \text{ F}$$

اختلاف پتانسیل بین صفحات خازن برابر است با:

$$\Delta V = V_+ - V_- = 40 - (-20) = 60 \text{ V}$$

حالا با استفاده از رابطه $U = \frac{1}{2} CV^2$ ، انرژی ذخیره شده در خازن را به دست می‌آوریم.

$$U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times 9 \times 10^{-11} \times (60)^2 = 162 \times 10^{-9} \text{ J} = 162 \text{ nJ}$$

شیمی

تنوع و زیبایی در شیشه، سرخی یاقوت، رنگ سبز زمرد و رنگ زیبای سنگ فیروزه، نشانی از وجود برخی ترکیب‌های فلزهای واسطه است که این فلزها در دوره‌های ۴ تا ۷ و گروه‌های ۳ تا ۱۲ قرار دارند.

بررسی گزینه‌ها:

عبارت اول: نادرست. شدت واکنش $\text{K} + \text{Cl}_2 \rightarrow$ بیشتر از شدت واکنش $\text{Na} + \text{Cl}_2 \rightarrow$ است.

عبارت دوم: نادرست. یون‌های K^+ و Cl^- دارای الکترون‌های برابر هستند؛ اما شعاع Cl^- از شعاع K^+ بزرگ‌تر است، زیرا شمار پروتون‌های کمتری در هسته خود دارد.

عبارت سوم: درست. مجموع ضرایب در معادله $2\text{K} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{KCl}$ برابر ۵ است و As (گروه ۱۵) نیز دارای ۵ الکترون ظرفیت است.

عبارت چهارم: نادرست. شدت واکنش $2\text{K} + \text{F}_2 \rightarrow 2\text{KF}$ بیشتر از شدت واکنش $2\text{K} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{KCl}$ است.

بررسی عبارت‌ها:

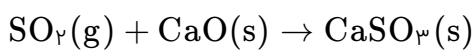
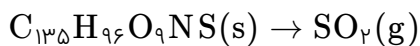
(الف) عنصرها به پنج دسته s, p, d, f و g تقسیم می‌شوند. (درست)

(ب) باتوجه به ظرفیت زیرلایه g که ۱۸ الکترون است، عنصرهای دسته g به ۱۸ گروه تقسیم می‌شوند. (نادرست)

(پ) عنصرهای کشف شده تاکنون در ۳۲ ستون یا گروه قرار گرفته‌اند. (درست)

(ت) براساس الگوی ارائه شده توسط ژانت می‌توان عنصرهای با عدد اتمی بزرگ‌تر از ۱۱۸ را نیز طبقه‌بندی کرد. (درست)

باتوجه به فرمول کلی زغال سنگ از سوختن هر مول از آن، ۱ مول آلایندۀ $\text{SO}_2(\text{g})$ تولید می‌شود. از سویی برای به دام انداختن هر مول $\text{SO}_2(\text{g})$ به ۱ مول $\text{CaO}(\text{s})$ نیاز است.



بنابراین به ازای هر مول زغال سنگ به ۱ مول CaO نیاز است.

$$\frac{10^6 \text{ g زغال سنگ}}{1 \times 1906 \text{ g زغال سنگ}} = \frac{? \text{ g CaO}}{1 \times 56 \text{ g CaO}} \Rightarrow ? = 2/94 \times 10^4 = 29/4 \text{ kg}$$

فقط مورد اول درست است.

مورد اول: به دلیل دسترسی آسان‌تر به کربن و صرفه اقتصادی بیشتر، در فولاد مبارکه مانند همه شرکت‌های فولاد جهان برای استخراج آهن از کربن استفاده می‌شود.

مورد دوم:

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ مولی جرم} = 2(56) + 3(16) = 160$$

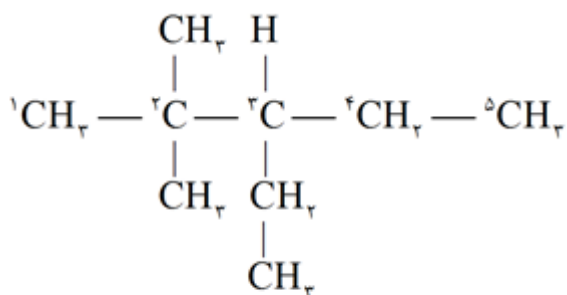
$$? \text{ mol Fe} = 1/6 \text{ g Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{160 \text{ g Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{2 \text{ mol Fe}}{2 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} = 0/02 \text{ mol Fe}$$

مورد سوم:

$$? \text{ g Fe}_2\text{O}_3 = 33/6 \text{ L} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{22/4 \text{ L CO}_2} \times \frac{2 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{3 \text{ mol CO}_2} \times \frac{160 \text{ g Fe}_2\text{O}_3}{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} = 160 \text{ g Fe}_2\text{O}_3$$

مورد چهارم: باتوجه به انجام واکنش به‌طور طبیعی، واکنش‌پذیری C از Fe بیشتر است.

ابتدا فرمول گسترده ترکیب داده را رسم کرده و سپس آن را نام‌گذاری می‌کنیم.



۳- اتیل-۲،۲-دی‌متیل پنتان

شکنندگی خاصیت فیزیکی نافلزات و شبه‌فلزات است. همچنین نافلزات سطح کدر نیز دارند. چون در صورت سوال لفظ حداقل استفاده شده است، بنابراین باید به دنبال عناصر نافلزی و شبه‌فلزی بگردیم. عناصر موجود در صورت سوال یا نافلز هستند و یا شبه‌فلز؛ بنابراین همه این عناصر دارای حداقل یکی از ویژگی‌های "سطح کدر و شکنندگی" هستند. نافلزات: کربن - گوگرد - فسفر - ید شبه‌فلزات: سیلیسیم ژرمانیم

به‌طور کلی در واکنش‌هایی که به شکل طبیعی انجام می‌شوند، واکنش‌پذیری فرآورده‌ها کمتر از واکنش‌دهنده‌ها است.

برای موارد "الف" و "ت" باید عدد رومی به کار ببریم. الف) منگنز (Mn) ت) مس (Cu) چون این فلزها دو نوع کاتیون تولید می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۲: نادرست. فرمول ساختاری ترکیب بنزن به صورت "شکل ۱" می‌باشد و "شکل ۲" نشان‌دهنده فرمول ساختاری ترکیب سیکلوهگزان است.

گزینه ۳: درست. نخستین عضو خانواده آلکن‌ها، اتن است که این ماده در بیشتر گیاهان وجود دارد.

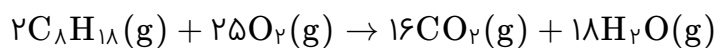
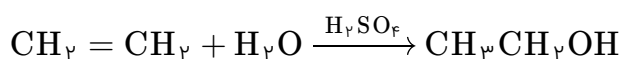


شکل ۱



شکل ۲

گزینه ۴: درست. اتانول که از ترکیب اتن و آب در حضور H_2SO_4 ، تولید می‌شود، الکی دوکربنی است که بی‌رنگ و فرار بوده و به هر نسبتی در آب حل می‌شود.

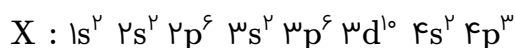


$$\begin{aligned} \text{هوا } L? &= 11/4 \text{ g } C_8H_{18} \times \frac{1 \text{ mol } C_8H_{18}}{114 \text{ g } C_8H_{18}} \times \frac{25 \text{ mol } O_2}{2 \text{ mol } C_8H_{18}} \\ &\times \frac{22/4 \text{ L } O_2}{1 \text{ mol } O_2} \times \frac{100 \text{ L هوا}}{20 \text{ L } O_2} = 140 \text{ L هوا} \end{aligned}$$

توجه فرمایید که تنها حدود ۲۰ درصد از حجم هوا را اکسیژن تشکیل می‌دهد.

عبارت‌های (الف) و (ت) درست هستند.

عنصر مورد نظر، در گروه ۱۵ و دوره ۴ جدول تناوبی قرار دارد. بر این اساس آرایش الکترونی آن به $4s^2 4p^3$ ختم می‌شود.



بررسی عبارت‌ها:

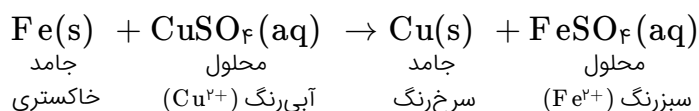
(الف) درست. جمع الکترون‌های این عنصر برابر ۳۳ است. بنابراین عدد اتمی آن نیز برابر ۳۳ خواهد بود (در اتم خنثی، تعداد الکترون‌ها با تعداد پروتون‌ها (عدد اتمی) برابر است)

(ب) نادرست. بیرونی‌ترین لایه این اتم (یعنی $4s^2 4p^3$) دارای ۵ الکترون است.

(پ) نادرست. در این اتم شمار الکترون‌هایی با $l = 2$ (الکترون‌های زیرلایه d) برابر ۱۰ است؛ درحالی‌که عدد اتمی گاز نجیب دوره سوم (یعنی آرگون) برابر ۱۸ می‌باشد.

(ت) درست. در یک دوره از چپ به راست، با افزایش عدد اتمی، شعاع اتمی کاهش، خلصت فلزی کاهش و خلصت نافلزی افزایش می‌یابد.

ابتدا معادله موازنه‌شده واکنش را می‌نویسیم:



بررسی عبارت‌های نادرست:

(الف) با مصرف شدن محلول CuSO_4 ، رنگ آبی محلول کاهش می‌یابد و با تولید شدن محلول FeSO_4 ، رنگ محلول به تدریج سبز می‌شود.

(ت) در این واکنش گاز هیدروژن تولید نمی‌شود.

توجه: به ازای مصرف ۱ مول Fe جامد (۵۶ گرم)، ۱ مول Cu جامد (۶۴ گرم) تولید می‌شود، پس جرم مواد جامد در ظرف افزایش می‌یابد.

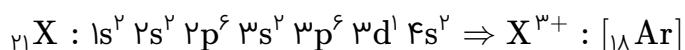
در مقایسه دو عنصر فلزی Li و K از گروه اول، خاصیت فلزی (تمایل به از دست دادن الکترون) و میل واکنش‌پذیری در (K) بیشتر بوده، واکنش این عنصر با گاز کلر در شرایط یکسان سریع‌تر و شدیدتر است، انرژی پرتوهای حاصل بیشتر و طول موج کمتر خواهد بود.

بررسی عبارت‌های نادرست:

(ب) نفت خام مخلوطی از هیدروکربن‌ها (هم سیرشده و هم سیرنشده)، برخی نمک‌ها، اسیدها و آب و ... است.

(ت) پس از جدا کردن اسیدها و آب، نفت خام را پالایش می‌کنند.

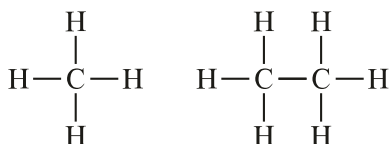
در عناصر واسطه (گروه سوم تا دوازدهم)، فقط عناصر گروه سوم هستند که با از دست دادن ۳ الکترون به آرایش الکترونی گاز نجیب دوره قبل از خود می‌رسند (آرایش هشت‌تایی پایدار). این مطلب فقط در مورد عنصری با عدد اتمی ۲۱ صادق است.



شماره گروه در عناصر واسطه برابر جمع الکترون‌های s لایه آخر و d ماقبل آخر می‌باشد. بنابراین عنصر ${}_{21}\text{X}$ مربوط به گروه سوم عناصر واسطه است که با از دست دادن ۳ الکترون (الکترون‌های موجود در زیرلایه‌های ۴s، ۳d) آرایش الکترونی خود را به حالت هشت‌تایی پایدار می‌رساند.

نکته ۱: اگرچه عناصر واسطه گروه چهارم تا دوازدهم با از دست دادن الکترون کاتیون پایدار تشکیل می‌دهند اما آرایش الکترونی لایه آخر کاتیون آن‌ها نمی‌تواند اکتت (هشت‌تایی) باشد، زیرا برای رسیدن به آرایش هشت‌تایی لایه ظرفیت، باید بیش از ۳ الکترون از دست بدهند و این در عمل امکان‌پذیر نیست (کاتیون پایدار با بیش از ۳ درجه بار مثبت، در عمل وجود ندارد).
نکته ۲: عنصری با عدد اتمی $21 \leq Z \leq 30$ مربوط به عناصر واسطه دوره چهارم جدول تناوبی هستند که از عنصر ${}_{21}\text{Sc}$ (گروه سوم) شروع و به عنصر ${}_{30}\text{Zn}$ (گروه دوازدهم) ختم می‌شوند.

اگر جرم متان را برابر a و جرم اتان را $60 - a$ فرض کنیم، خواهیم داشت:



هر مول متان ۸ مول الکترون پیوندی و هر مول اتان ۱۴ مول الکترون پیوندی دارد.

$$a \text{ g CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{16 \text{ g CH}_4} \times \frac{8 \text{ mol e پیوندی}}{1 \text{ mol CH}_4} = \frac{1}{2} a \text{ mol e پیوندی}$$

$$(60 - a) \text{ g C}_2\text{H}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6}{30 \text{ g C}_2\text{H}_6} \times \frac{14 \text{ mol e پیوندی}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6} = \frac{7(60 - a)}{15} \text{ mol e پیوندی}$$

طبق فرض سوال داریم:

$$\frac{1}{2}a + \frac{7(60 - a)}{15} = \frac{15a + 840 - 14a}{30} = 29/6 \Rightarrow a = 48 \text{ g}$$

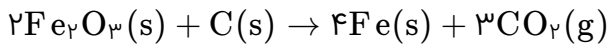
پس ۴۸ گرم متان و ۱۲ گرم اتان در نمونه وجود دارد.

$$\frac{48}{12} = 4$$

با استفاده از رابطه زیر، یک بار برای روزهای شنبه تا سه شنبه و یک بار هم برای روزهای چهارشنبه تا جمعه، جرم Fe را حساب می‌کنیم:

$$\frac{\text{جرم Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{\text{درصد خلوص}}{100}}{\text{جرم مولی Fe}_2\text{O}_3 \times \text{ضریب Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{\text{بازده}}{100} = \frac{\text{جرم Fe}}{\text{ضریب Fe} \times \text{جرم مولی Fe}}$$

جرم Fe₂O₃ را برحسب ton قرار می‌دهیم تا جرم Fe هم برحسب ton به دست بیاید.



روزهای شنبه تا سه شنبه:

$$\frac{20 \times \frac{100}{100}}{160 \times 2} \times \frac{70}{100} = \frac{x}{56 \times 4} \Rightarrow x = \frac{56 \times 14}{100} \text{ ton Fe}$$

روزهای چهارشنبه تا جمعه:

$$\frac{15 \times \frac{60}{100}}{160 \times 2} \times \frac{60}{100} = \frac{y}{56 \times 4} \Rightarrow y = \frac{27 \times 14}{100} \text{ ton Fe}$$

درنهایت آهن تولیدی در یک هفته محاسبه می‌شود:

$$\text{آهن تولیدی در یک هفته} = \frac{56 \times 14}{100} + \frac{27 \times 14}{100} = \frac{83 \times 14}{100} = \frac{83}{100} \times 14 = 11/62 \text{ ton Fe}$$

- با این راه می‌بینیم که محاسباتمان بسیار راحت‌تر می‌شود. (کمی از عددها باهم ساده می‌شوند) حتی در آخر هم نیاز نیست $14 \times \frac{83}{100}$ را حساب کنیم. باتوجه به گزینه‌ها واضح است که جواب گزینه "۳" می‌باشد.

$$۱۱۲ \text{ L گاز} \times \frac{۱ \text{ mol}}{۲۲/۴ \text{ L}} = ۵ \text{ mol گاز}$$

فرض می‌کنیم a مول پروپین و $a - ۵$ مول ۱- بوتن در سامانه وجود دارد.



$$a \text{ mol } C_3H_6 \times \frac{2 \text{ mol } H_2}{1 \text{ mol } C_3H_6} = 2a \text{ mol } H_2$$

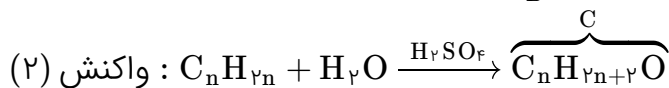
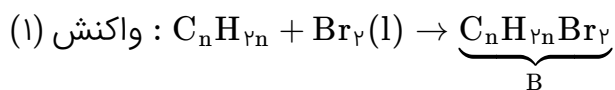
$$(۵ - a) \text{ mol } C_4H_8 \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{1 \text{ mol } C_4H_8} = (۵ - a) \text{ mol } H_2$$

$$2a + ۵ - a = ۷ \Rightarrow a = ۲ \text{ mol}, ۵ - a = ۳ \text{ mol}$$

پس ۲ مول پروپین و ۳ مول ۱- بوتن در سامانه وجود دارد.

$$\text{درصد مولی پروپین} = \frac{۲}{۵} \times ۱۰۰ = ۴۰\%$$

فرمول عمومی آلکن‌ها به صورت C_nH_{2n} است:



$$\Rightarrow \frac{\text{جرم مولی B}}{\text{جرم مولی C}} = \frac{۱۲ \times (n) + ۱ \times (2n) + ۸۰ \times (۲)}{۱۲ \times (n) + ۱ \times (2n + ۲) + ۱۶} = ۳/۳۶ \Rightarrow n = ۳ \xrightarrow{\text{آلکن ۳ کربنه}} C_3H_6 \quad \checkmark$$