زیست‌شناسی

۱- مطابق با اطلاعات کتاب درسی، در تنهٔ استخوان بازوی انسان به غیر از مجرای مرکزی استخوان مجاری دیگری وجود دارد که محتوی رگ‌های خونی و لنفی‌اند. کدام مورد دربارهٔ این مجاری درست است؟

۱) همهٔ آن‌ها با تیغه‌های استخوانی مجاورت دارند.

۲) فقط بعضی از آن‌ها حاوی مجموعه‌ای از رشته‌های عصبی هستند.

۳) همهٔ آن‌ها حاوی یاخته‌های چربی و مقادیر فراوانی یاخته‌های بنیادی میلوئیدی‌اند.

۴) فقط بعضی از آن‌ها دیواره‌ای از جنس بافت پیوندی دارند و با مجرای مرکزی استخوان نیز موازی هستند.

۲- درخصوص یاختهٔ عصبی حسیِ مربوط به انعکاس عقب‌کشیدن دست انسان چند مورد زیر درست است؟

الف) تعداد آن‌ها کم‌تر از تعداد یاخته‌های عصبی حرکتی است.

ب) طول دارینه (دندریت) آن از طول آسه (آکسون)اش بیشتر است.

ج) دارینهٔ آن و آسهٔ یاختهٔ عصبی حرکتی، در تمام طول در مجاورت یکدیگر قرار دارند.

د) از یک نقطهٔ جسم یاخته‌ای آن، زائده‌ای خارج و سپس دوشاخه شده است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳- دو بخش از هیپوتالاموس انسان را در نظر بگیرید که هورمون‌های بخش پسین هیپوفیز را می‌سازند. کدام مورد در ارتباط با بخشی صحیح است که نسبت به بخش دیگر در موقعیت پایین‌تری قرار دارد؟ (فرض کنید فرد ایستاده و سر و گردن و تنهٔ او در یک امتداد است.)

۱) پایانه‌های آسه (آکسون)های مرتبط با آن در ساقهٔ هیپوفیز قرار دارد.

۲) جسم یاخته‌های عصبی مرتبط با آن در گودی کف استخوان جمجمه قرار دارد.

۳) در مقایسه با بخش دیگر، با آسه (آکسون)هایی مرتبط است که طول بسیار بلندتری دارند.

۴) در مقایسه با بخش دیگر، آسه (آکسون)های مرتبط با آن به هیپوفیز پیشین نزدیک‌ترند.

۴- فردی را در نظر بگیرید که ایستاده، پاهایش را جفت کرده، دستانش را آویزان نموده و کف آن‌ها را به سمت جلو قرار داده است. به طور معمول کدام مورد، دربارهٔ این فرد نادرست است؟

۱) استخوان بازو نسبت به استخوان قطورتر ساق پا، طول کم‌تری دارد.

۲) استخوان زند زیرین با استخوان بازو مفصل شده و آرنج را به وجود آورده است.

۳) استخوان زند زیرین نسبت به استخوان زند زبرین از بخش محوری اسکلت بدن دورتر است.

۴) استخوان‌های نازک‌تر دو ساق پا نسبت به استخوان‌های قطورتر دو ساق پا، از یکدیگر دورترند.

۵- مطابق با اطلاعات کتاب درسی درخصوصِ یاخته‌هایی که قادرند مادهٔ اصلی ایجادکنندهٔ علائم شایع حساسیت را تولید کنند، کدام مورد زیر درست است؟

۱) همهٔ آن‌ها درشتخوار هستند.

۲) همهٔ آن‌ها سیتوپلاسمی با دانه‌های روشن دارند.

۳) فقط بعضی از آن‌ها دارای هستهٔ چندقسمتی هستند.

۴) فقط بعضی از آن‌ها در شرایط طبیعی در بافت‌ها حضور دارند.

۶- با توجه به مطالب کتاب درسی، کدام عبارت دربارهٔ یک نوجوان سالم (N)، همان فرد ۱۰ روز پس از مصرف کوکائین (T) و همان فرد ۱۰۰ روز پس از آخرین مصرف مواد مخدر (H)، نادرست است؟

۱) در حالت T نسبت به حالت N، احتمال افسردگی بیشتر است.

۲) در حالت H توانایی قضاوت و یادگیری کم‌تر از حالت N است.

۳) در حالت H میزان فعالیت بخش پیشین مغز به اندازهٔ حالت N رسیده است.

۴) در حالت H نسبت به حالت T مشکلات احتمالی بینایی می‌تواند رو به بهبود باشد.

۷- در ارتباط با تمام یا بخشی از لایهٔ خارجی پردهٔ جنب انسان، کدام مورد درست است؟

۱) توسط بخش جانبی اسکلت بدن احاطه می‌شود.

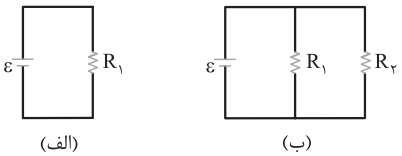
۲) در مجاورت بندارهٔ (اسفنکترِ) انتهای معده است.

۳) به ساختاری اسفنج‌گونه و کشسان چسبیده است.

۴) در نزدیکی استخوانی است که با استخوان کتف مفصل می‌شود.

فیزیک

۸- در مدار (الف) مقاومت $R_1 = ۱۰\ \Omega$ و نیروی محرکهٔ باتری آرمانی $\varepsilon = ۲۰\ V$ است. در مدار (ب) مقاومت $R_2 = ۱۰\ k\Omega$ به طور موازی به دو سر مقاومت R_1 متصل می‌شود. جریان عبوری از باتری چند میلی‌آمپر تغییر می‌کند؟



(الف) (ب)

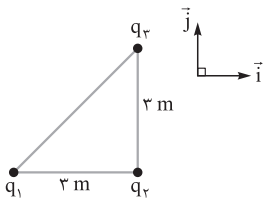
۱) ۰/۲

۲) ۱/۸

۳) ۲/۰

۴) ۲/۲

۹- سه ذرهٔ باردار مطابق شکل زیر، در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ای ثابت شده‌اند. اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_2 در SI، $\vec{F}_T = ۸\times۱۰^{-۳}\vec{i} + ۶\times۱۰^{-۳}\vec{j}$ باشد، $\frac{q_3}{q_1}$ کدام است؟ $(k = ۹\times۱۰^۹\ \frac{N.m^۲}{C^۲})$



۱) $-\frac{۳}{۲}$

۲) $-\frac{۳}{۴}$

۳) $\frac{۳}{۲}$

۴) $\frac{۳}{۴}$

۱۰- ظرفیت خازن تختی $۵/۰\ nF$ و بار الکتریکی آن $۴۵\ nC$ است و بین صفحه‌های این خازن، هوا است. خازن را از باتری جدا و فاصلهٔ صفحه‌های آن را ۲ برابر می‌کنیم. انرژی ذخیره‌شده در خازن چند نانوژول تغییر می‌کند؟

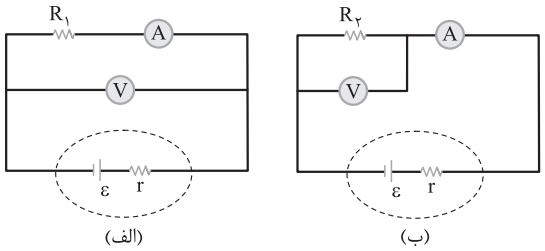
۱) $۸/۱۰\times۱۰^۲$

۲) $۲/۰۲۵\times۱۰^۲$

۳) $۲/۰۲\times۱۰^۲$

۴) $۱/۰۱\times۱۰^۲$

۱۱- در مدارهای شکل زیر، مقاومت آمپرسنج و ولت‌سنج به ترتیب $5\ \Omega$ و $180\ \Omega$ است. اگر در مدار «الف» آمپرسنج $1/6\ A$ و ولت‌سنج $72\ V$ را نشان دهد و در مدار «ب» آمپرسنج $0/82\ A$ و ولت‌سنج $73/8\ V$ را نشان دهد، R_1 و R_2 چند اُهم هستند؟



۱) ۴۰ و ۹۰

۲) ۵۰ و ۹۰

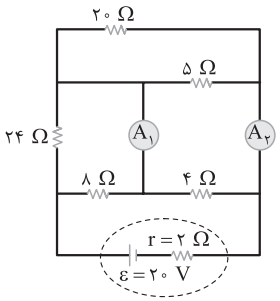
۳) ۴۰ و ۱۸۰

۴) ۵۰ و ۱۸۰

۱۲- بار خازنی به ظرفیت $25\ \mu F$، $\frac{5}{4}$ برابر می‌شود و در اثر آن $4/5\ \mu J$ انرژی ذخیره‌شده در آن افزایش می‌یابد. اختلاف پتانسیل دو سر خازن چند ولت تغییر می‌کند؟

۱) ۲ ۲) ۰/۲ ۳) ۶ ۴) ۰/۶

۱۳- در مدار مقابل، هر دو آمپرسنج آرمانی هستند. عددهایی که آمپرسنج‌های A_1 و A_2 به ترتیب نشان می‌دهند، چند آمپر است؟



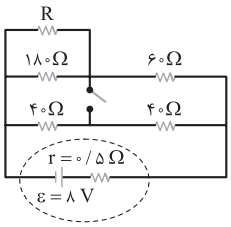
۱) ۰/۵ و صفر

۲) صفر و ۲

۳) ۰/۵ و ۱

۴) صفر و صفر

۱۴- در مدار زیر، با بستن کلید، توان خروجی باتری تغییری نمی‌کند. مقاومت R چند اُهم است؟



۱) ۴۵

۲) ۶۰

۳) ۹۰

۴) ۱۸۰

۱۵- در مدار زیر، اگر جای آمپرسنج آرمانی و ولت‌سنج آرمانی عوض شود، کدام مورد درست است؟

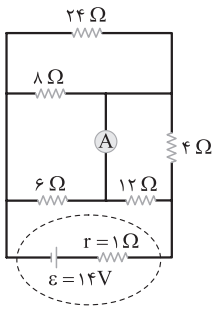
۱) ولت‌سنج عدد صفر را نشان می‌دهد.

۲) آمپرسنج عدد صفر را نشان می‌دهد.

۳) عددهایی که آمپرسنج و ولت‌سنج نشان می‌دهند، هیچ تغییری نمی‌کند.

۴) عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد، تغییر نمی‌کند، اما ولت‌سنج صفر را نشان می‌دهد.

۱۶- در مدار روبه‌رو، جریانی که از آمپرسنج آرمانی می‌گذرد، چند آمپر است؟



۱) $\frac{3}{4}$

۲) $\frac{1}{2}$

۳) ۱

۴) صفر

شیمی

۱۷- اتم عنصر A، دارای ۱۲ الکترون در زیرلایهٔ p است. اگر بیرونی‌ترین زیرلایهٔ آن، ns^2 باشد، کدام مورد دربارهٔ این عنصر، نادرست است؟

۱) محلول نمک‌های آن با عددهای اکسایش مختلف، می‌تواند رنگی باشد.

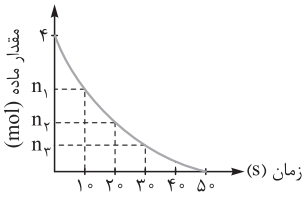
۲) در اتم آن، شمار الکترون‌های $l = 0$، می‌تواند با شمار الکترون‌های $l = 2$، برابر باشد.

۳) فرمول شیمیایی ترکیب حاصل از واکنش آن با کلر، می‌تواند XCl_2 یا XCl_4، باشد.

۴) در اتم آن، شمار الکترون‌های $l = 0$، می‌تواند دو برابر شمار الکترون‌های $l = 2$، باشد.

۱۸- نمودار داده‌شده، تجزیهٔ ۴ مول گاز N_2O_5 را در یک ظرف ۲لیتری نشان می‌دهد. اگر سرعت متوسط تشکیل گاز NO_2 در گسترهٔ زمانی ۱۰ تا ۳۰ ثانیه، برابر $5/4\ mol.L^{-1}.min^{-1}$ باشد، کدام مورد درست است؟ (واکنش، یک‌طرفه در نظر گرفته شود.)

$$2N_2O_5(g) \rightarrow 4NO_2(g) + O_2(g)$$



۱) n_1 و n_3 به ترتیب می‌تواند ۲/۲ و ۰/۴ باشد.

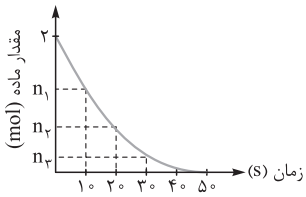
۲) اگر $n_1 - n_2 = 1/2$، سرعت واکنش در گسترهٔ زمانی ۱۰ تا ۲۰ ثانیه، برابر $6\times10^{-2}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$ است.

۳) اگر $n_2 = 1$، مجموع غلظت فراورده‌ها در ثانیهٔ ۲۰، برابر $7/5\ mol.L^{-1}$ خواهد بود.

۴) پس از کامل‌شدن واکنش، شمار مول‌های گازی درون ظرف، ۱/۵ برابر شمار مول‌ها در آغاز واکنش است.

۱۹- نمودار زیر، تجزیهٔ ۲ مول گاز کربن دی‌اکسید را در یک ظرف دولیتری نشان می‌دهد. اگر سرعت متوسط تشکیل گاز اکسیژن در گسترهٔ زمانی ۱۰ تا ۲۰ ثانیه، برابر $0/9\ mol.L^{-1}.min^{-1}$ باشد، کدام مورد درست است؟

$$2CO_2(g) \rightarrow 2CO(g) + O_2(g)$$



۱) مقادیر n_1 و n_2، به ترتیب برابر ۱/۲ و ۰/۶ باشد.

۲) اگر n_3 برابر ۰/۳ باشد، در ثانیهٔ ۳۰ غلظت گاز اکسیژن برابر $0/85\ mol.L^{-1}$ خواهد بود.

۳) پس از کامل‌شدن واکنش، شمار مول‌های گازی درون ظرف به تقریب، ۳۳ درصد افزایش می‌یابد.

۴) اگر $n_3 - n_1 = 0/9$ باشد، سرعت واکنش در گسترهٔ زمانی ۱۰ تا ۳۰ ثانیه، برابر $2/25\times10^{-2}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$ است.

۲۰- با توجه به واکنش‌های داده‌شده، اگر درصد خلوص $KMnO_4$، ۲ برابر درصد خلوص $FeCO_3$ و بازده درصدی واکنش (II)، ۱/۲ برابر بازده درصدی واکنش (I) و مول‌های برابر از گازهای O_2 و CO_2، در دو ظرف جداگانه تشکیل شده باشد، به ازای استفاده از ۶۳/۲ گرم $KMnO_4$ ناخالص در واکنش (I)، چند گرم $FeCO_3$ ناخالص در واکنش (II) استفاده شده است؟ (ناخالصی در واکنش شرکت نمی‌کند و معادلهٔ واکنش‌ها موازنه شود.)

$(C = 12 , O = 16 , K = 39 , Mn = 55 , Fe = 56 : g.mol^{-1})$

$$I)\ KMnO_4(s) \xrightarrow{\Delta} K_2MnO_4(s) + MnO_2(s) + O_2(g)$$

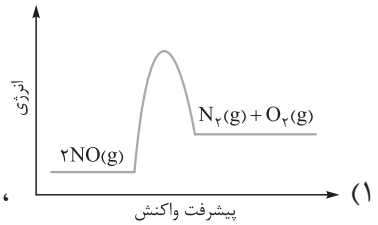
$$II)\ FeCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} Fe_3O_4(s) + CO_2(g) + CO(g)$$

۱) ۵۸ ۲) ۸۷

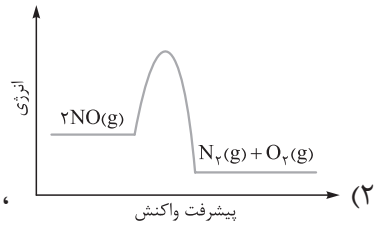
۳) ۲۹ ۴) ۱۶

۲۱- نمودار «انرژی ـ پیشرفت واکنش» برای حذف آلایندهٔ گاز NO در مبدل کاتالیستی بنزینی کدام است و این واکنش، در چه دماهایی بهتر انجام می‌شود؟

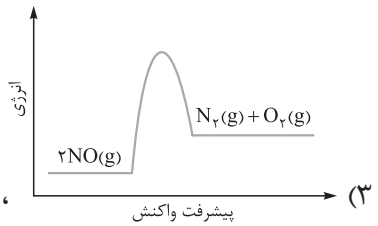
۱) بالا ،



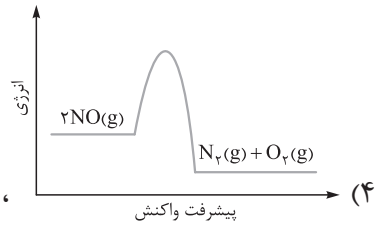
۲) پایین ،



۳) پایین ،



۴) بالا ،



۲۲- گرمای آزادشده از چگالش ۳ مول کربن دی‌اکسید با گرمای حاصل از واکنش چند گرم اتین با مقدار کافی گاز هیدروژن، برابر است؟ (میانگین آنتالپی پیوند $C\equiv C$ ، $C-C$ ، $C-H$ و $H-H$، به ترتیب برابر ۸۴۰، ۳۵۰ و ۴۱۵ و آنتالپی پیوند $H-H$، برابر ۴۳۵ کیلوژول بر مول در نظر گرفته شود، $C=12 , H=1 : g.mol^{-1}$)

$$C_2H_2(g)+2H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g)$$

$$CO_2(g) \rightarrow CO_2(s)+25\,kJ$$

۱) ۱۳/۰۰ ۲) ۳/۲۵ ۳) ۶/۵۰ ۴) ۹/۷۵

۲۳- فرمول مولکولی یک ترکیب آلی غیرحلقوی، مشابه فرمول مولکولی «هگزن» است. کدام مورد دربارهٔ ویژگی ساختاری این ترکیب، به یقین درست است؟

۱) شمار پیوندهای دوگانه در زنجیرهٔ کربنی مولکول آن، برابر یک است.

۲) شمار شاخه‌های فرعی در زنجیرهٔ کربنی مولکول آن، برابر صفر است.

۳) شمار پیوندهای یگانهٔ کربن ـ کربن در زنجیرهٔ کربنی، نصف شمار اتم‌های هیدروژن در مولکول آن است.

۴) شمار پیوندهای کربن ـ هیدروژن در زنجیرهٔ کربنی، دو برابر شمار پیوندهای یگانهٔ کربن ـ کربن در مولکول آن است.

۲۴- در هر زنجیر از یک نمونه پلی‌استیرن، میانگین شمار پیوندهای دوگانه، ۷/۵ برابر میانگین شمار پیوندهای سه‌گانه در هر زنجیر از یک نمونه پلی‌سیانواتن است. اگر میانگین شمار مونومرهای پلی‌استیرن در هر زنجیر، برابر ۳۰۰۰ باشد، میانگین جرم مولی پلی‌سیانواتن، برابر چند گرم است؟ ($N=14 , C=12 , H=1 : g.mol^{-1}$)

۱) $1/59\times10^4$ ۲) $2/12\times10^4$ ۳) $6/36\times10^4$ ۴) $3/18\times10^4$

۲۵- اگر A، یکی از اجزای یک واکنش گازی باشد، کدام مورد دربارهٔ تغییر مول‌های مادهٔ A نسبت به زمان، با توجه به ویژگی(های) گفته‌شده، همواره درست است؟

۱) اگر مقدار مول A پس از مدتی، بدون تغییر باقی بماند، به معنی آن است که واکنش به تعادل رسیده است.

۲) اگر مقدار مول A در زمان t_1، بیشتر از مقدار مول آن در زمان t_2 $(t_2 > t_1)$ باشد، A واکنش‌دهنده است.

۳) اگر A، واکنش‌دهنده باشد، شیب نمودار «مول ـ زمان» برای مادهٔ A در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2، بزرگ‌تر از شیب این نمودار در بازهٔ زمانی t_2 تا t_3 $(t_3 > t_2 > t_1)$ است.

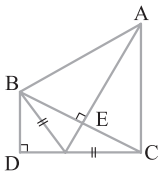
۴) اگر تغییر مول مادهٔ A در بازهٔ زمانی t_0 تا t_1، بیشتر از تغییر مول مادهٔ A در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 $(t_2 > t_1 > t_0)$ باشد، A فراورده است.

ریاضی

۲۶- تابع $y = \frac{x}{|x|}\sqrt{a+bx^2}$ و وارون آن از نقطهٔ $(-\frac{۳}{۵},-\frac{۴}{۵})$ می‌گذرند. مقدار $\frac{a}{b}$ کدام است؟

۱) $-\frac{۱}{۳}$ ۲) -۳ ۳) $-\frac{۱}{۲}$ ۴) -۱

۲۷- در شکل زیر، $BD = ۲$، $CD = ۴$ و زاویهٔ ACD قائمه است. مساحت مثلث ABE کدام است؟



۱) ۱۰

۲) ۷/۵

۳) ۵

۴) ۲/۵

۲۸- فرض کنید $x_۱$ و $x_۲$ ریشه‌های معادلهٔ $x^۲ - ۵ = x$ باشند. $\frac{۱}{(x_۲+۱)^۳}$ و $\frac{۱}{(x_۱+۱)^۳}$ ریشه‌های کدام معادله هستند؟

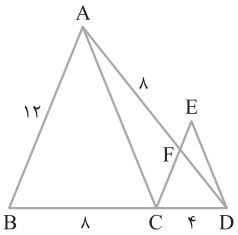
۱) $۱۲۵x^۲ + ۱۶x = ۱$

۲) $۱۲۵x^۲ = ۱۶x + ۱$

۳) $۱۲۵x^۲ = ۱۲x + ۱$

۴) $۱۲۵x^۲ + ۱۲x = ۱$

۲۹- در شکل مقابل، $AB \parallel CE$ و $AC \parallel ED$ است. اندازهٔ ED چه‌قدر است؟



۱) $\sqrt{۲۹}$

۲) $\sqrt{۳۳}$

۳) $۲\sqrt{۷}$

۴) $۳\sqrt{۵}$

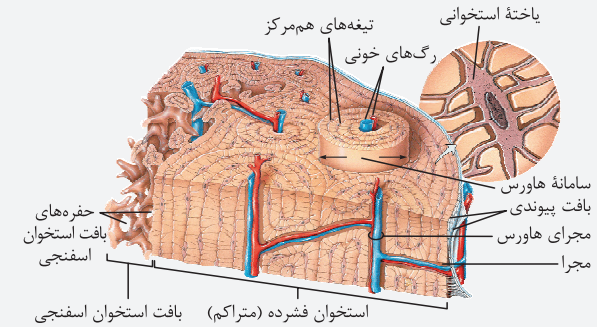
۳۰- دو ضلع مقابل به هم یک مستطیل روی خطوط به معادلهٔ $y - ax = ۱$ و $ay - x = a - ۱$ واقع هستند. اگر قطر مستطیل برابر ۵ و نقطهٔ (۱,۲) یک رأس از مستطیل باشد، مساحت مستطیل کدام است؟

۱) ۲/۵ ۲) ۳/۵ ۳) $\sqrt{۴۶}$ ۴) $۲\sqrt{۳۴}$

زیست‌شناسی

۱- گزینه ۱

شفاف‌سازی طبق شکل زیر در تنهٔ استخوان‌های دراز سه نوع مجرا وجود دارد: ۱ مجرای مرکزی استخوان ۲ مجرای مرکزی سامانه‌های هاورس ۳ مجاری ارتباط‌دهندهٔ سامانه‌های هاورس به یکدیگر! منظور سؤال، مجاری ۲ و ۳ است.



طبق شکل، همهٔ مجاری در تنهٔ استخوان‌های دراز در مجاورت با تیغهٔ استخوانی قرار دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۲ در همهٔ مجاری موجود در تنهٔ استخوان‌های دراز رگ‌های خونی، رگ لنفی و رشته‌های عصبی وجود دارد. ۳ یاخته‌های بنیادی میلوئیدی در مغز قرمز استخوان قرار دارند و مغز زرد استخوان که در مجرای مرکزی استخوان قرار دارد، بیشتر از چربی تشکیل شده است. در مجرای مرکزی سامانه‌های هاورس و مجاری مرتبط‌کنندهٔ سامانه‌های هاورس نه مغز زرد وجود دارد و نه مغز قرمز!

نکته در بافت فشردهٔ استخوانی، مغز استخوان (چه زرد و چه قرمز) وجود ندارد!

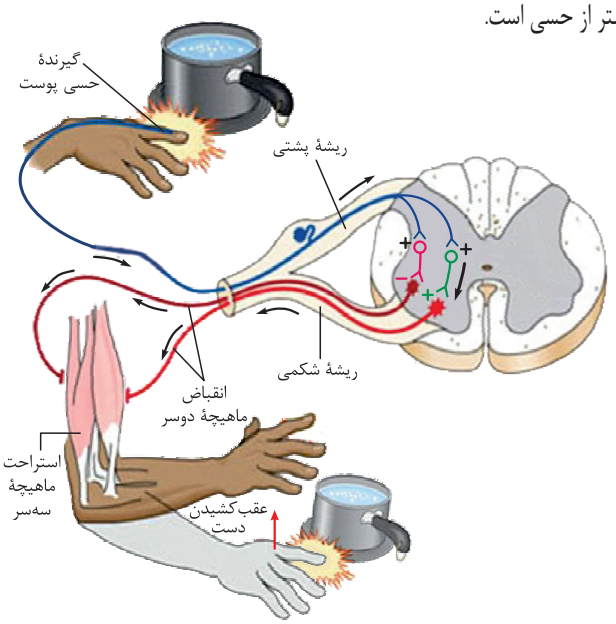
۴ همهٔ مجاری موجود در تنهٔ استخوان دراز، دیواره‌ای استخوانی (نوعی بافت پیوندی) دارند. دقت کنید که مجرای مرکزی سامانه‌های هاورس با مجرای مرکزی استخوان موازی هستند، ولی مجاری مرتبط‌کنندهٔ سامانه‌های هاورس به هم به صورت مایل و افقی قرار دارد و با مجرای مرکزی استخوان موازی نیست!

تله در سطح داخلی مجاری استخوان، بافت پوششی وجود ندارد!

۲- گزینه ۳

فقط مورد «ج» نادرست است.

بررسی همه موارد: (الف) مطابق شکل زیر در این انعکاس، تعداد یاخته‌های حرکتی بیشتر از حسی است.



(ب) در نورون حسی مربوط به این انعکاس، طول دارینه بیشتر از آسه است.

نکته در بعضی از نورون‌های حسی (مثل نورون‌های بویایی)، طول آسه بیشتر از دارینه است.

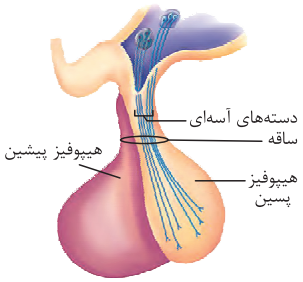
(ج) مطابق شکل بالا در طول عصب نخاعی آسهٔ نورون‌های حرکتی و دارینهٔ نورون‌های حسی کنار هم قرار دارند، ولی در محل جداشدن ریشه‌ها این رشته‌های عصبی از هم جدا می‌شوند.

(د) مطابق شکل بالا در نورون حسی از یک نقطهٔ جسم یاخته‌ای دارینه و آسه جدا می‌شوند.

۳- گزینه ۴

شفاف‌سازی با توجه شکل زیر در هیپوتالاموس دو دستهٔ نورونی وجود دارد.

طبق شکل مقابل آسه‌های مربوط به دستهٔ نورونی پایین‌تر به هیپوفیز پیشین نزدیک‌تر است.

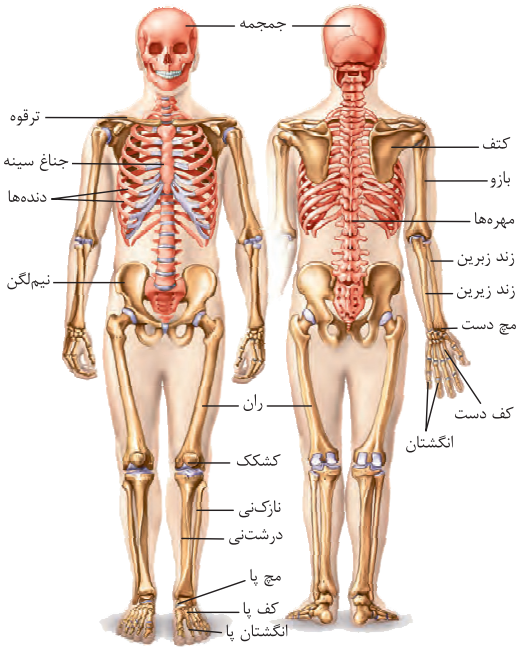


بررسی سایر گزینه‌ها: ۱ در ساقهٔ اتصالی، رشته‌های عصبی قرار دارند نه جسم یاخته‌ای! ۲ غدهٔ هیپوفیز درون استخوانی از کف جمجمه قرار دارد. ۳ دسته‌های آکسونی بخش پایین‌تر طول کم‌تری دارند.

۴- گزینه ۳

استخوان زند زیرین نسبت به استخوان زند زبرین داخلی‌تر است و در نتیجه به اسکلت محوری نزدیک‌تر است.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۱ درشت‌نی استخوان قطورتر ساق پا است. با توجه به شکل، درشت‌نی از بازو طول بیشتری دارد. ۲ با توجه به شکل زیر، در محل مفصل آرنج سر استخوان زند زیرین با استخوان بازو مفصل دارد.



۴ در پاها، فاصلهٔ دو درشت‌نی از یکدیگر کم‌تر از فاصلهٔ دو نازک‌نی از هم است.

۵- گزینه ۴

شفاف‌سازی مادهٔ اصلی ایجادکنندهٔ علائم شایع حساسیت، هیستامین است. این ماده از بازوفیل‌ها و ماستوسیت‌ها ترشح می‌شود.

بازوفیل‌ها در شرایط طبیعی درون خون، ولی ماستوسیت‌ها به طور طبیعی خارج از خون و در بافت‌ها حضور دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۱) بازوفیل‌ها برخلاف ماستوسیت‌ها توانایی بیگانه‌خواری ندارند.

تله منظور از درشت‌خوار فقط ماکروفاژ است.

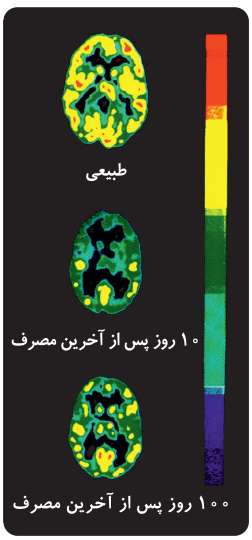
۲) بازوفیل‌ها سیتوپلاسمی با دانه‌های تیره دارند. ۳) نوتروفیل‌ها هستهٔ چندقسمتی دارند.

درس‌نامه

مقایسهٔ بازوفیل و ماستوسیت

	بازوفیل	ماستوسیت
مکان در شرایط طبیعی	خون	بافت (خارج از خون)
توانایی دیاپدز	دارد.	ندارد.
منشأ	یاختهٔ بنیادی میلوئیدی	-
بیگانه‌خواری	ندارد.	دارد.
ترشح هیستامین	دارد.	دارد.
ترشح هپارین	دارد.	ندارد.
وضعیت هسته	یک هستهٔ دوقسمتی	یک هستهٔ یک‌قسمتی
دانه در سیتوپلاسم	دارد. (تیره)	ندارد.

۶- گزینه ۳



مواد اعتیادآور بر بخش‌هایی از قشر مخ اثر می‌گذارد و توانایی قضاوت، تصمیم‌گیری و خودکنترلی فرد را کاهش می‌دهد. در فردی که ۱۰۰ روز از آخرین مصرف آن می‌گذرد نسبت به فردی که ۱۰ روز از آخرین مصرف آن می‌گذرد، بهبود مغز بیشتر است و در هر دو فرد نسبت به فرد سالم، فعالیت مغز کم‌تر است.

۷- گزینه ۴

در اطراف هر یک از شش‌ها یک پردهٔ جنب دولایه نام دارد. لایهٔ خارجی جنب به قفسهٔ سینه اتصال دارد. پردهٔ جنب در بخش بالایی شش‌ها در نزدیکی استخوان ترقوه است. استخوان ترقوه با استخوان کتف اتصال دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۱) استخوان‌های دنده جزء اسکلت محوری هستند نه جانبی!

۲) بخش پایینی از پردهٔ خارجی جنب می‌تواند در نزدیکی با بندارهٔ انتهای مری باشد.

۳) شش‌ها، ساختاری اسفنج‌گونه دارند. لایهٔ داخلی پردهٔ جنب به سطح شش‌ها چسبیده است.

درس‌نامه

مقایسهٔ لایه‌های پردهٔ جنب

	لایهٔ داخلی	لایهٔ خارجی
اتصال به	سطح خارجی شش‌ها	سطح داخلی قفسهٔ سینه
در نزدیکی با کدام استخوان‌ها	-	دنده‌ها، جناغ و ترقوه
تماس با مایع جنب	دارد.	دارد.

فیزیک

۸- گزینه ۳

گام جریان عبوری از باتری در شکل (الف) برابر است با: $I=\frac{\varepsilon}{R_1}=\frac{۲۰}{۱۰}=۲\,A$

گام مقاومت معادل مدار در شکل (ب) به صورت زیر به دست می‌آید:

$$R_{eq}=\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}=\frac{۱۰\times۱۰۰۰۰}{۱۰+۱۰۰۰۰}=\frac{۱۰۰۰۰۰}{۱۰۰۱۰}\simeq ۹/۹۹۰۰۱\,\Omega$$

جریان عبوری از باتری در شکل (ب) را حساب می‌کنیم: $I'=\frac{\varepsilon}{R_{eq}}=\frac{۲۰}{۹/۹۹۰۰۱}=۲/۰۰۲\,A$

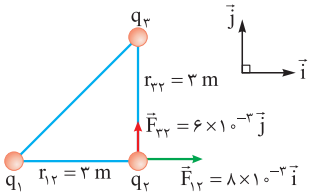
گام خواستهٔ تست برابر است با:

$$I'-I=۲/۰۰۲-۲=۰/۰۰۲A \xrightarrow{۱A=۱۰^{۳}\,mA} I'-I=۲\,mA$$

۹- گزینه ۲

گام در شکل زیر، مؤلفه‌های نیروی $\vec{F}_T$ را در محل بار $q_۲$ رسم می‌کنیم. مؤلفهٔ $\vec{i}$ نیرویی است که بار $q_۱$ به بار $q_۲$ و مؤلفهٔ $\vec{j}$ نیرویی است که بار $q_۳$ به بار $q_۲$ وارد می‌کند. با توجه به جهت این دو مؤلفهٔ نیرو، بار $q_۱$ بار $q_۲$ را دفع می‌کند و در نتیجه این دو بار همنام‌اند و بار $q_۳$ بار $q_۲$ را جذب می‌کند و در نتیجه این دو بار ناهمنام‌اند؛ بنابراین بارهای $q_۱$ و $q_۳$ ناهمنام‌اند.

گام نسبت $\frac{F_{۳۲}}{F_{۱۲}}$ را می‌نویسیم تا نسبت $\frac{q_۳}{q_۱}$ به دست آید:



$$\frac{F_{۳۲}}{F_{۱۲}}=\frac{k\frac{|q_۳||q_۲|}{r_{۳۲}^{۲}}}{k\frac{|q_۱||q_۲|}{r_{۱۲}^{۲}}} \xrightarrow{r_{۳۲}=r_{۱۲}} \frac{۶\times۱۰^{-۳}}{۸\times۱۰^{-۳}}=\frac{|q_۳|}{|q_۱|}$$

$$\Rightarrow \frac{|q_۳|}{|q_۱|}=\frac{۳}{۴} \xrightarrow{q_۱ \text{ و } q_۳ \text{ ناهمنام‌اند.}} \frac{q_۳}{q_۱}=-\frac{۳}{۴}$$

۱۰- گزینه ۲

شفاف‌سازی خازن از باتری جدا است: بار الکتریکی خازن ثابت می‌ماند.

درس‌نامه ۱ ظرفیت خازن تختی که با دی‌الکتریکی با ثابت κ کاملاً پر شده است، از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$C=\kappa\varepsilon_۰\frac{A}{d}$$

A: مساحت هر یک از صفحه‌های خازن

d: فاصلهٔ بین صفحه‌های خازن

κ: ثابت دی‌الکتریک

$\varepsilon_۰$: ضریب گذردهی الکتریکی خلأ $(\varepsilon_۰=۸/۸۵\times۱۰^{-۱۲}\,F/m)$

۲ انرژی ذخیره‌شده در خازنی به ظرفیت C که بار الکتریکی آن Q است، از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$U=\frac{۱}{۲}\frac{Q^{۲}}{C}$$

گام رابطهٔ ظرفیت خازن را به صورت نسبتی می‌نویسیم تا ظرفیت خازن در حالت دوم به دست آید:

$$C=\kappa\varepsilon_۰\frac{A}{d} \xrightarrow{A,\varepsilon_۰,\kappa \text{ ثابت}} \frac{C_۲}{C_۱}=\frac{d_۱}{d_۲} \xrightarrow{d_۲=۲d_۱} \frac{C_۲}{۵}=\frac{d_۱}{۲d_۱} \Rightarrow C_۲=۲/۵\,nF$$

گام چون خازن به باتری متصل است، بار الکتریکی آن ثابت می‌ماند، پس:

$$\Delta U=\frac{Q^{۲}}{۲C_۲}-\frac{Q^{۲}}{۲C_۱}=\frac{Q^{۲}}{۲}\left(\frac{۱}{C_۲}-\frac{۱}{C_۱}\right)=\frac{(۴۵)^{۲}}{۲}\left(\frac{۱}{۲/۵}-\frac{۱}{۵}\right)=\frac{۴۵\times۴۵}{۲}\times\frac{۱}{۵}$$

$$=۲۰۲/۵\,nJ=۲/۰۲۵\times۱۰^{۲}\,nJ$$

۱۱- گزینه ۳

گام شکل (الف) را بررسی می‌کنیم. در این شکل، آمپرسنج جریان عبوری از مقاومت R_1 و خودش و ولت‌سنج اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر مجموعهٔ مقاومت R_1 و آمپرسنج را نشان می‌دهد؛ پس:

$$V_V = V_{R_1} + V_A = (R_1 + R_A)I_A \Rightarrow ۷۲ = (R_1 + ۵) \times ۱/۶$$

$$\Rightarrow ۷۲ = (R_1 + ۵) \times ۱/۶$$

$$\Rightarrow R_1 + ۵ = ۴۵ \Rightarrow R_1 = ۴۰\,\Omega$$

(الف)

گام در شکل (ب)، ولت‌سنج اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر خودش و مقاومت R_2 را نشان می‌دهد؛ بنابراین جریان عبوری از ولت‌سنج برابر است با:

$$V_V = R_V I_V \Rightarrow ۷۳/۸ = ۱۸۰ I_V \Rightarrow I_V = ۰/۴۱\,A$$

آمپرسنج هم جریان کل عبوری از مدار را نشان می‌دهد؛ بنابراین جریان عبوری از مقاومت R_2 به صورت مقابل به دست می‌آید:

$$\Rightarrow ۰/۸۲ = I_2 + ۰/۴۱ \Rightarrow I_2 = ۰/۴۱\,A$$

مقاومت R_2 هم برابر است با:

$$\xrightarrow{V_2 = V_V} ۷۳/۸ = R_2 \times ۰/۴۱$$

$$\Rightarrow R_2 = ۱۸۰\,\Omega$$

(ب)

۱۲- گزینه ۲

درس‌نامه ۱ اگر بار الکتریکی روی صفحه‌های خازنی برابر Q و اختلاف پتانسیل بین صفحه‌های آن برابر V باشد، ظرفیت خازن برابر است با: $C = \frac{Q}{V}$

۲ انرژی ذخیره‌شده در خازنی به ظرفیت C که بار الکتریکی آن Q است از رابطهٔ زیر به دست می‌آید: $U = \frac{۱}{۲}\frac{Q^2}{C}$

گام به کمک رابطهٔ انرژی خازن، بار اولیهٔ خازن را به دست می‌آوریم:

$$\Delta U = \frac{۱}{۲C}(Q_2^2 - Q_1^2) \Rightarrow ۴/۵ = \frac{۱}{۲ \times ۲۵} \times [(\frac{۵}{۴}Q_1)^2 - Q_1^2]$$

$$\Rightarrow \underbrace{۵۰ \times ۴/۵}_{۵ \times ۹ \times ۵} = \frac{۹}{۱۶}Q_1^2 \xrightarrow{\text{جذر}} ۳ \times ۵ = \frac{۳}{۴}Q_1 \Rightarrow Q_1 = ۲۰\,\mu C$$

گام بار ثانویهٔ خازن برابر است با: $Q_2 = \frac{۵}{۴}Q_1 = \frac{۵}{۴} \times ۲۰ = ۲۵\,\mu C$

گام تغییر اختلاف پتانسیل دو سر خازن به صورت زیر به دست می‌آید:

$$C = \frac{Q}{V} \Rightarrow C = \frac{\Delta Q}{\Delta V} \Rightarrow ۲۵ = \frac{۲۵ - ۲۰}{\Delta V} \Rightarrow \Delta V = \frac{۱}{۵} = ۰/۲\,V$$

۱۳- گزینه ۳

گام با توجه به شکل‌های (الف) تا (پ) مقاومت معادل را حساب می‌کنیم:

مقاومت‌های $۲۰\,\Omega$ و $۵\,\Omega$ موازی‌اند: $R_1 = \frac{۵ \times ۲۰}{۵ + ۲۰} = \frac{۱۰۰}{۲۵} = ۴\,\Omega$

(یا: $\overset{n}{(۴)} \times ۵ \Rightarrow R_1 = \frac{۲۰}{n+۱} = \frac{۲۰}{۴+۱} = ۴\,\Omega$)

مقاومت‌های $۴\,\Omega$ و $۴\,\Omega$ موازی‌اند: $R_2 = \frac{۴ \times ۴}{۴ + ۴} = ۲\,\Omega$ (یا: $R_2 = \frac{۴}{۲} = ۲\,\Omega$)

مقاومت‌های $۲۴\,\Omega$ و $۸\,\Omega$ موازی‌اند: $R_3 = \frac{۲۴ \times ۸}{۲۴ + ۸} = \frac{۲۴ \times ۸}{۳۲} = ۶\,\Omega$

(یا: $\overset{n}{(۳)} \times ۸ \Rightarrow R_3 = \frac{۲۴}{n+۱} = \frac{۲۴}{۳+۱} = ۶\,\Omega$)

مقاومت‌های $R_2 = ۲\,\Omega$ و $R_3 = ۶\,\Omega$ متوالی‌اند: $R_{eq} = R_2 + R_3 = ۲ + ۶ = ۸\,\Omega$

(الف) (ب)

(پ)

تیزبازی شکل (ب) را ببینید. مقاومت‌های $R_1 = ۴\,\Omega$ و $۴\,\Omega$ یکسان و مقاومت‌های $۲۴\,\Omega$ و $۸\,\Omega$ یکسان نیستند؛ بنابراین از شاخهٔ وسط یعنی از آمپرسنج A_1 حتماً جریان عبور می‌کند. *(برای این‌که از این شاخه جریانی عبور نکند، باید مقاومت‌های سمت چپ هم یکسان باشند).* آمپرسنج A_2 هم جریان عبوری از مقاومت R_1 را نشان می‌دهد. واضح است که از این آمپرسنج هم جریان عبور می‌کند؛ پس هر دو آمپرسنج، جریان غیرصفر را نشان می‌دهند و ۳ جواب تست است.

گام جریان کل عبوری از مدار (جریان عبوری از باتری) برابر است با:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{۲۰}{۸ + ۲} = ۲\,A$$

گام در شکل (ب) هر یک از جریان‌های I_1 تا I_4 را به دست می‌آوریم:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{۲۴}{۸} = ۳ \Rightarrow I_1 = ۳I_2$$

$$I = I_1 + I_2 \Rightarrow ۲ = ۳I_2 + I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{۲}{۴} = ۰/۵\,A \text{ و } I_1 = ۱/۵\,A$$

چون مقاومت‌های ۴اُهمی یکسان‌اند، جریان I به صورت مساوی بین آن‌ها تقسیم می‌شود:

$$I_3 = I_4 = \frac{I}{۲} = \frac{۲}{۲} = ۱\,A$$

آمپرسنج A_2، $I_2 = ۱\,A$ را نشان می‌دهد.

گام نقطهٔ J در شکل (ب) را ببینید. $I_1 = ۱/۵\,A$ و $I_4 = ۱\,A$ است؛ بنابراین طبق اصل پایستگی بار الکتریکی، از شاخهٔ آمپرسنج A_1، جریان $۰/۵\,A$ به سمت بالا عبور می‌کند.

۱۴- گزینه ۳

دو دیدگاه وجود دارد.

دیدگاه اول: R را طوری به دست بیاوریم که مقاومت معادل مدار در حالت اول (کلید باز) و حالت دوم (کلید بسته) در رابطهٔ زیر صدق کند:

$$R_{eq(۱)} \times R_{eq(۲)} = r^2 \Rightarrow R_{eq(۱)} \times R_{eq(۲)} = (۰/۵)^2 = \frac{۱}{۴}$$

برای این‌که این رابطه برقرار باشد، لازم است که یکی از R_{eq}ها کمتر از $r = ۰/۵\Omega$ و دیگری بیشتر از $r = ۰/۵\Omega$ باشد. با توجه به شکل به هم بستن مقاومت‌ها و مقدار آن‌ها که اعدادی بسیار بیشتر از $۰/۵\Omega$ هستند، هر دوی R_{eq}ها حتماً بیشتر از $۰/۵\Omega$ بوده و این رابطه نمی‌تواند برای این مدار برقرار باشد.

دیدگاه دوم: R را طوری به دست بیاوریم که مقاومت معادل مدار در دو حالت برابر باشد:

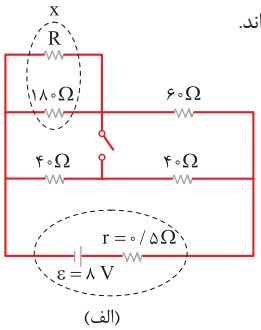
$$R_{eq(۱)} = R_{eq(۲)}$$

گام در حالتی که کلید باز است (شکل الف)، مقاومت معادل مدار را حساب می‌کنیم. مقاومت معادل مقاومت‌های R و $۱۸۰\,\Omega$ را برابر x در نظر می‌گیریم تا شلوغی محاسباتمان کم‌تر شود؛ داریم: $R_1 = ۶۰ + x\,(\Omega)$: مقاومت‌های x و $۶۰\,\Omega$ متوالی‌اند.

$R_{۲}=۴۰+۴۰=۸۰\,\Omega$: مقاومت‌های $۴۰\,\Omega$ و $۴۰\,\Omega$ متوالی‌اند.

$R_{eq(۱)}=\frac{R_{۱}R_{۲}}{R_{۱}+R_{۲}}$: مقاومت‌های $R_{۱}$ و $R_{۲}$ موازی‌اند.

$$=\frac{(۶۰+x)\times ۸۰}{۶۰+x+۸۰}=\frac{۸۰(۶۰+x)}{۱۴۰+x}$$



(الف)

گام ۲ در حالتی که کلید بسته است (شکل ب) هم معادل مقاومت را حساب می‌کنیم:

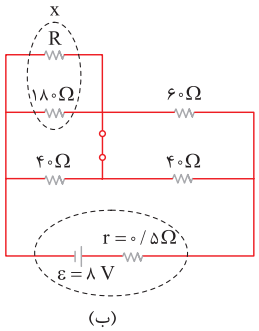
$R'_{۱}=\frac{۴۰x}{۴۰+x}(\Omega)$: مقاومت‌های x و $۴۰\,\Omega$ موازی‌اند.

: مقاومت‌های $۶۰\,\Omega$ و $۴۰\,\Omega$ موازی‌اند.

$$R'_{۲}=\frac{۴۰\times ۶۰}{۴۰+۶۰}=۲۴\,\Omega$$

: مقاومت‌های $R'_{۱}$ و $R'_{۲}$ متوالی‌اند.

$$R_{eq(۲)}=\frac{۴۰x}{۴۰+x}+۲۴\,(\Omega)$$



(ب)

گام ۳ مقاومت معادل مدار در دو حالت را برابر قرار می‌دهیم تا x به دست آید:

$$R_{eq(۱)}=R_{eq(۲)}\Rightarrow\frac{۸۰(۶۰+x)}{۱۴۰+x}=\frac{۴۰x}{۴۰+x}+۲۴$$

$$\xrightarrow{\times\frac{۱}{۸}}\frac{۱۰(۶۰+x)}{۱۴۰+x}=\frac{۵x}{۴۰+x}+۳\Rightarrow\frac{۱۰(۶۰+x)}{۱۴۰+x}=\frac{۸x+۱۲۰}{۴۰+x}$$

$$\xrightarrow{\times\frac{۱}{۲}}\frac{۵(۶۰+x)}{۱۴۰+x}=\frac{۴x+۶۰}{۴۰+x}$$

$$\xrightarrow{\text{طرفین‌وسطین و ساده‌سازی}}(x-۶۰)^{۲}=۰\Rightarrow x=۶۰\,\Omega$$

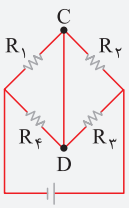
گام ۴ مقاومت R به صورت زیر به دست می‌آید:

$$x=\frac{۱۸۰R}{۱۸۰+R}\Rightarrow \overset{۱}{۶۰}=\frac{\overset{۳}{۱۸۰}R}{۱۸۰+R}\Rightarrow ۳R=۱۸۰+R$$

$$\Rightarrow ۲R=۱۸۰\Rightarrow R=۹۰\,\Omega$$

ابتدا نکته و سپس تیزبازی زیر را بخوانید:

نکته مطابق شکل مقابل آرایش خاصی از مقاومت‌های الکتریکی وجود دارد که **پل وتستون** نامیده می‌شود. در این آرایش، اگر تساوی $R_{۱}R_{۳}=R_{۲}R_{۴}$ برقرار باشد، اختلاف پتانسیل نقاط C و D یکسان بوده و هیچ جریانی از سیم CD عبور نمی‌کند؛ بنابراین بود و نبود این اتصال هیچ تأثیری در مدار ندارد، یعنی مقاومت معادل، جریان عبوری از باتری، جریان عبوری از هر یک از مقاومت‌ها و ... در هر دو حالت یکسان است.



تیزبازی با توجه به نکتهٔ بالا، چون می‌خواهیم $R_{eq(۲)}=R_{eq(۱)}$ باشد، باید R را طوری تعیین کنیم که معادل مقاومت‌های موازی R و $۱۸۰\,\Omega$ برابر $۶۰\,\Omega$ شود و مدار به شکل پل وتستون دربیاید؛ بنابراین:

$$\frac{۱۸۰\times R}{۱۸۰+R}=۶۰\Rightarrow ۱۸۰R=۶۰\times ۱۸۰+۶۰R\Rightarrow ۱۲۰R=۶۰\times ۱۸۰$$

$$\Rightarrow R=\frac{\overset{۱}{۶۰}\times ۱۸۰}{\underset{۲}{۱۲۰}}=۹۰\,\Omega$$

البته این رو باید بگیم که اصلاً انتظار نداریم که این نکته رو بلد باشین، ولی چون طراح با ذهنیت پل وتستون این تست رو طرح کرده، دونستنش خالی از لطف نیست و کمکتون می‌کنه تست رو خیلی سریع تر حل کنید.

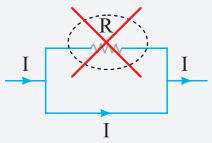
۱۵- گزینه ۳

شفاف‌سازی ۱ آمپرسنج آرمانی: مجموعه‌ای که دو سر آن به دو سر آمپرسنج متصل باشد، اتصال کوتاه می‌شود.

۲ ولت‌سنج آرمانی: جریانی از ولت‌سنج عبور نمی‌کند.

گام ۱ ابتدا نکتهٔ زیر را بخوانید.

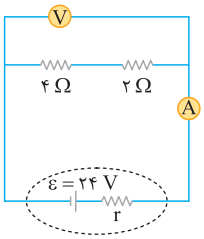
نکته مطابق شکل روبه‌رو، اگر دو سر یک مقاومت، با سیم (بدون مقاومت) به یکدیگر متصل شوند، از این مقاومت جریانی عبور نمی‌کند و این مقاومت اصطلاحاً اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شود. در این حالت همهٔ جریان ورودی به گره از سیم عبور خواهد کرد.



در حالت اول، شاخه‌ای که آمپرسنج آرمانی در آن قرار دارد باعث می‌شود که دو سر مقاومت‌های $۲۴\,\Omega$ و $۸\,\Omega$ با سیم بدون مقاومت به هم وصل شده و در نتیجه این دو مقاومت اتصال کوتاه شده و از مدار حذف شوند. شکل مدار در این حالت به صورت شکل (الف) خواهد بود. در این حالت عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد به صورت زیر به دست می‌آید:

$R_{eq(۱)}=۲+۴=۶\,\Omega$: $۲\,\Omega$ و $۴\,\Omega$ متوالی‌اند.

$$I_{۱}=\frac{\varepsilon}{R_{eq(۱)}+r}=\frac{۲۴}{۶+r}$$



(الف)

ولت‌سنج آرمانی هم اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه مقاومت‌های $۴\,\Omega$ و $۲\,\Omega$ را نشان می‌دهد؛ پس:

$$V_{۱}=R_{eq(۱)}I_{۱}=۶\times\frac{۲۴}{۶+r}$$

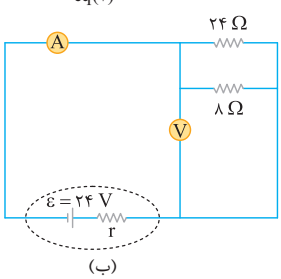
گام ۲ در حالت دوم، جای آمپرسنج آرمانی و ولت‌سنج آرمانی عوض می‌شود. در این حالت آمپرسنج آرمانی باعث می‌شود مقاومت‌های $۲\,\Omega$ و $۴\,\Omega$ اتصال کوتاه شوند و مدار به شکل (ب) دربیاید.

عددی که آمپرسنج آرمانی در این حالت نشان می‌دهد، به صورت زیر به دست می‌آید:

$R_{eq(۲)}=\frac{۲۴\times ۸}{۲۴+۸}=\frac{۲۴\times ۸}{۸\times ۴}=۶\,\Omega$: $۲۴\,\Omega$ و $۸\,\Omega$ موازی‌اند.

(یا: $۲۴=\underset{n}{\textcircled{۳}}\times ۸\Rightarrow R_{eq(۲)}=\frac{۲۴}{\underset{n}{\textcircled{۳}}+۱}=۶\,\Omega$)

$$I_{۲}=\frac{\varepsilon}{R_{eq(۲)}+r}=\frac{۲۴}{۶+r}$$



(ب)

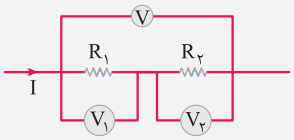
در این حالت ولت‌سنج، اختلاف پتانسیل دو سر معادل مقاومت‌های $۲۴\,\Omega$ و $۸\,\Omega$ یعنی $R_{eq(۲)}=۶\,\Omega$ را نشان می‌دهد:

$$V_{۲}=R_{eq(۲)}I_{۲}=۶\times\frac{۲۴}{۶+r}$$

همان‌طور که دیدید، عددی که آمپرسنج آرمانی و ولت‌سنج آرمانی نشان می‌دهند، هیچ تغییری نکرده است.

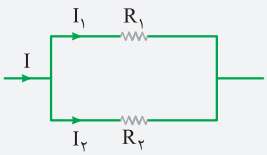
۱۶- گزینه ۲

درس‌نامه ۱ مطابق شکل روبه‌رو، دو مقاومت R_1 و R_2 به صورت متوالی (سری) به هم متصل‌اند:



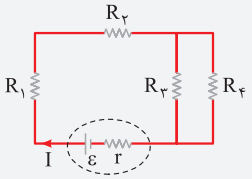
- مقاومت معادل این دو مقاومت: $R_{eq} = R_1 + R_2$
- نسبت اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌ها برابر با نسبت مقاومت‌ها است: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{R_1}{R_2}$
- اختلاف پتانسیل دو سر مجموعهٔ مقاومت‌ها برابر با مجموع اختلاف پتانسیل دو سر هر یک از مقاومت‌ها است: $V = V_1 + V_2$

۲ مطابق شکل روبه‌رو، دو مقاومت R_1 و R_2 به صورت موازی به هم متصل‌اند:



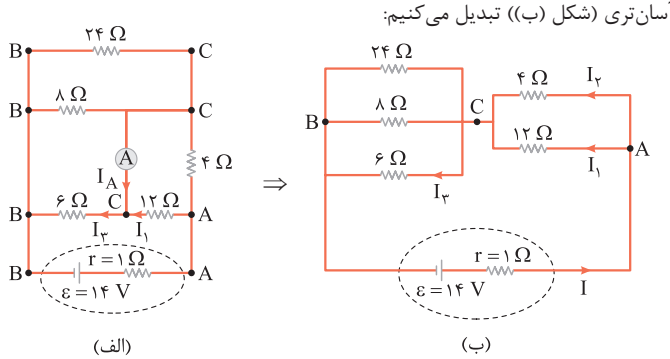
- مقاومت معادل این دو مقاومت: $R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$
- اگر مقاومت بزرگ‌تر، n برابر مقاومت کوچک‌تر باشد: $R_{eq} = \frac{\text{مقاومت بزرگ‌تر}}{n+1}$
- نسبت جریان عبوری از مقاومت‌ها برابر با وارون نسبت مقاومت‌ها است: $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$
- اصل پایستگی بار الکتریکی: $I = I_1 + I_2$

۳ جریان کل عبوری از مدار (جریان عبوری از باتری) در شکل روبه‌رو از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:



$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r}$$

گام ۱ به کمک تکنیک نام‌گذاری نقاط هم‌پتانسیل، شکل مدار (شکل (الف)) را به شکل آسان‌تری (شکل (ب)) تبدیل می‌کنیم:



گام ۲ ابتدا مقاومت معادل و سپس جریان عبوری از مدار را محاسبه می‌کنیم:

مقاومت‌های ۲۴ Ω، ۸ Ω و ۶ Ω موازی‌اند. $\frac{1}{R'} = \frac{1}{24} + \frac{1}{8} + \frac{1}{6} = \frac{1+3+4}{24} = \frac{8}{24}$

$$\Rightarrow R' = \frac{24}{8} = 3\,\Omega$$

مقاومت‌های ۴ Ω و ۱۲ Ω موازی‌اند. $\frac{1}{R''} = \frac{1}{4} + \frac{1}{12} = \frac{3+1}{12} = \frac{4}{12}$

$$\Rightarrow R'' = \frac{12}{4} = 3\,\Omega$$

$$(\text{یا: } 12 = \overset{n}{(3)} \times 4 \Rightarrow R'' = \frac{12}{n+1} = \frac{12}{3+1} = 3\,\Omega)$$

R' و R'' متوالی‌اند. $R_{eq} = R' + R'' = 3 + 3 = 6\,\Omega$

جریان کل عبوری از مدار (جریان عبوری از باتری) برابر است با:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{14}{6+1} = 2\,A$$

گام ۳ جریان عبوری از مقاومت ۱۲ Ω را به دست می‌آوریم:

مقاومت‌های ۴ Ω و ۱۲ Ω موازی‌اند. $\frac{I_1}{I_2} = \frac{4}{12} \Rightarrow I_2 = 3I_1$

اصل پایستگی بار الکتریکی: $I = I_1 + I_2 = I_1 + 3I_1 = 4I_1 \Rightarrow 2 = 4I_1$

$$\Rightarrow I_1 = 0/5\,A$$

حالا می‌رویم سراغ مقاومت ۶ Ω.

معادل مقاومت‌های ۲۴ Ω و ۸ Ω که برابر با $\frac{24}{3+1} = 6\,\Omega$ است، با مقاومت ۶ Ω موازی است؛ پس جریان $I = 2\,A$ به نسبت مساوی بین آن‌ها تقسیم می‌شود و از مقاومت ۶ Ω جریان $I_3 = \frac{2}{2} = 1\,A$ عبور می‌کند.

گام ۴ شکل (الف) را ببینید. با نوشتن اصل پایستگی بار الکتریکی در نقطهٔ C، جریان عبوری از آمپرسنج به دست می‌آید: $I_A + I_1 = I_3 \Rightarrow I_A + 0/5 = 1 \Rightarrow I_A = 0/5\,A$

شیمی

۱۷- گزینه ۴

اتم A دارای ۱۲ الکترون در زیرلایهٔ p است؛ یعنی در آرایش الکترونی آن زیرلایه‌های $2p^6$ و $3p^6$ وجود دارند. برای این‌که بیرونی‌ترین زیرلایهٔ اتم A، ns^2 باشد، اتم A باید یا فلز قلیایی خاکی دورهٔ چهارم ($4s^2$) بوده و یا یکی از ۸ عنصر واسطهٔ دورهٔ چهارم با آرایش‌های الکترونی لایهٔ ظرفیت $3d^{1-3}4s^2$، $3d^{5-8}4s^2$، $3d^{10}4s^2$ باشد. (اتم A نمی‌تواند دو فلز واسطهٔ $_{24}Cr(3d^5 4s^1)$ و $_{29}Cu(3d^{10} 4s^1)$ و عناصر دستهٔ p دورهٔ چهارم ($4s^2 4p^{1-6}$) باشد.)

حالا می‌ریم سراغ بررسی گزینه‌ها:

۱) اگر A فلز واسطه باشد، محلول نمک‌های آن با عددهای اکسایش مختلف، می‌تواند رنگی باشد. مثلاً اگر A، فلز وانادیم ($_{23}V$) باشد، محلول نمک‌های آن با عددهای اکسایش ۵+، ۴+، ۳+ و ۲+، به ترتیب زرد، آبی، سبز و بنفش است. ✓

۲) عنصر A، ۸ الکترون با $l = 0$ ($1s^2$، $2s^2$، $3s^2$، $4s^2$) دارد و اگر شمار الکترون‌های $l = 2$ (زیرلایهٔ d) آن هم برابر ۸ باشد، A همان فلز $_{28}Ni$ با آرایش الکترونی $[_{18}Ar]3d^8 4s^2$ است. ✓

۳) کاملاً درسته؛ مثلاً اگر A فلز $_{26}Fe$ یا $_{23}V$ باشد دارای یون‌های پایدار A^{2+} و A^{3+} بوده و می‌تواند با کلر ترکیب‌های یونی با فرمول کلی ACl_2 و ACl_3 (یا XCl_2 و XCl_3) تشکیل دهد. $FeCl_2, FeCl_3, VCl_2, VCl_3$ ✓

۴) اگر شمار الکترون‌های $l = 0$ (۸ الکترون در زیرلایه‌های s)، دو برابر شمار الکترون‌های $l = 2$ (زیرلایهٔ d) باشد، این اتم در زیرلایهٔ 3d خود دارای ۴ الکترون است. می‌دانیم که در عناصر واسطهٔ دورهٔ چهارم، اتمی با آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت $3d^4 4s^2$ نداریم و آرایش الکترونی صحیح آن به صورت $3d^5 4s^1$ و مربوط به اتم $_{24}Cr$ است. اتم A با توجه به ویژگی‌های داده‌شده در سؤال نمی‌تواند اتم $_{24}Cr$ باشد. ✗

۱۸- گزینه ۱

نکته نسبت سرعت متوسط تولید یا مصرف مواد در یک واکنش، با نسبت ضرایب استوکیومتری آن‌ها در معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش برابر است: $aA + bB \rightarrow cC + dD$

$$\bar{R}_{\text{واکنش}} = \frac{\bar{R}(A)}{a} = \frac{\bar{R}(B)}{b} = \frac{\bar{R}(C)}{c} = \frac{\bar{R}(D)}{d}$$

بررسی گزینه‌ها: ۱) طبق معادلهٔ واکنش، سرعت مصرف گاز N_2O_5، در گسترهٔ زمانی ۱۰ تا ۳۰ ثانیه، باید $\frac{1}{2}$ سرعت تولید گاز NO_2 در این بازه باشد؛ بنابراین داریم:

$$2N_2O_5(g) \rightarrow 4NO_2(g) + O_2(g)$$

$$\frac{\bar{R}_{N_2O_5}}{2} = \frac{\bar{R}_{NO_2}}{4} \Rightarrow \bar{R}_{N_2O_5} = \frac{1}{2}\bar{R}_{NO_2} = \frac{1}{2} \times 5/4 = 2/7\ \text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$$

$$\bar{R}_{N_2O_5} = 2/7\ \frac{\text{mol}}{\text{L.min}} \times 2\,\text{L} \times \frac{1\,\text{min}}{60\,\text{s}} = 0/09\ \text{mol.s}^{-1}$$

حالا باید ببینیم که آیا با مقادیر n_1 و n_2 داده‌شده در این گزینه هم، به عدد ۰/۰۹ برای سرعت مصرف N_2O_5 می‌رسیم یا نه!

$$\bar{R}_{N_2O_5} = \left|\frac{\Delta n(N_2O_5)}{\Delta t}\right| = \frac{(2/2 - 0/4)\,mol}{(30-10)\,s} = \frac{1/8}{20} = 0/09\ mol.s^{-1}$$ ✓

۲) اگر سرعت متوسط مصرف N_2O_5 را بر ضریب استوکیومتری آن تقسیم کنیم، سرعت متوسط واکنش به دست می‌آید:

$$\bar{R}_{N_2O_5} = \frac{|\Delta n(N_2O_5)|}{\Delta t} = \frac{(1/2)\,mol}{(20-10)\,s} \times \frac{1}{2\,L} = 0/06\ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

$$\bar{R}_{\text{واکنش}} = \frac{\bar{R}_{N_2O_5}}{2} = \frac{0/06}{2} = 0/03\ mol.L^{-1}.s^{-1}$$ ×

۳) با توجه به نمودار، اگر n_2 برابر ۱ باشد، طی ۲۰ ثانیه، ۳ − ۱ = ۴ مول N_2O_5 مصرف شده است. طبق معادله و استوکیومتری واکنش، مجموع مول و غلظت فراورده‌ها در ثانیهٔ ۲۰ برابر است با:

$$2N_2O_5 \sim \underbrace{4\,mol\,NO_2 + 1\,mol\,O_2}_{\text{۵ مول فراورده}}$$

$$3\,mol\,N_2O_5 \times \frac{\text{۵ مول فراورده}}{2\,mol\,N_2O_5} = 7/5\ mol \text{ فراورده}$$

(مجموع مول فراورده‌ها در ثانیهٔ ۲۰)

$$\text{مجموع غلظت مولی فراورده‌ها در ثانیهٔ ۲۰} : \frac{7/5\ mol \text{ فراورده}}{2\,L \text{ (حجم ظرف)}} = 3/75\ mol.L^{-1}$$ ×

۴) طبق معادلهٔ موازنه‌شده و استوکیومتری واکنش، با انجام کامل واکنش، تعداد مول‌های گازی درون ظرف از ۲ مول به ۵ مول می‌رسد؛ بنابراین به ازای هر مقدار مول اولیهٔ N_2O_5، پس از کامل‌شدن واکنش، نسبت شمار مول‌های گازی در پایان واکنش به شمار مول‌های گازی در آغاز واکنش، برابر $\frac{5}{2} = 2/5$ است.

$$\underbrace{2N_2O_5(g)}_{\text{۲ مول گاز}} \rightarrow \underbrace{4NO_2(g) + O_2(g)}_{\text{۵ مول گاز}}$$

شمار مول گازی در پایان		شمار مول گازی در آغاز
۵	~	۲
۱۰	~	۴

$$\Rightarrow \frac{\text{شمار مول‌های گازی در پایان واکنش}}{\text{شمار مول‌های گازی در آغاز واکنش}} = \frac{10}{4} = \frac{5}{2} = 2/5$$ ×

۱۹- گزینه ۱

نکته نسبت سرعت متوسط تولید یا مصرف مواد در یک واکنش، با نسبت ضریب استوکیومتری آن‌ها در معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش برابر است: $aA + bB \rightarrow cC + dD$

$$\bar{R}_{\text{(واکنش)}} = \frac{\bar{R}(A)}{a} = \frac{\bar{R}(B)}{b} = \frac{\bar{R}(C)}{c} = \frac{\bar{R}(D)}{d}$$

بررسی گزینه‌ها: ۱) طبق معادلهٔ واکنش، سرعت مصرف CO_2 در بازهٔ ۱۰ تا ۲۰ ثانیه، باید دو برابر سرعت تولید گاز اکسیژن در این بازه باشد: $2CO_2 \rightarrow 2CO + O_2$

$$\bar{R}(CO_2) = 2\bar{R}(O_2) = 2 \times 0/9 = 1/8\ mol.L^{-1}.min^{-1}$$

$$\Rightarrow \bar{R}(CO_2) = 1/8\,\frac{mol}{L.min} \times 2\,L \times \frac{1\,min}{60\,s} = 0/06\ mol.s^{-1}$$

حالا باید ببینیم که آیا با مقادیر n_1 و n_2 داده‌شده هم به عدد ۰/۰۶ برای سرعت مصرف CO_2 می‌رسیم یا نه!

$$\bar{R}(CO_2) = \left|\frac{\Delta n(CO_2)}{\Delta t}\right| = \frac{(1/2 - 0/6)\,mol}{10\,s} = 0/06\ mol.s^{-1}$$

۲) اگر n_2 برابر ۰/۳ باشد، طی ۳۰ ثانیه، ۲ − ۰/۳ = ۱/۷ مول CO_2 مصرف شده است؛ پس طبق معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش، $\frac{1/7}{2}$ مول O_2 تولید خواهد شد:

$$[O_2] = \frac{\frac{1/7}{2}\,mol}{2\,L} = \frac{0/85}{2}\ mol.L^{-1}$$

۳) طبق معادلهٔ موازنه‌شده، با انجام کامل واکنش، تعداد مول‌های گازی درون ظرف، از ۲ به ۳ مول می‌رسد، یعنی ۵۰ درصد افزایش می‌یابد: $\underbrace{2CO_2(g)}_{\text{۲ مول گاز}} \rightarrow \underbrace{2CO(g) + O_2(g)}_{\text{۳ مول گاز}}$

$$\text{درصد افزایش شمار مول‌های گازی} = \frac{3-2}{2} \times 100 = \%50$$

۴) اگر سرعت متوسط مصرف CO_2 را بر ضریب استوکیومتری آن، تقسیم کنیم، سرعت متوسط واکنش به دست می‌آید:

$$\bar{R}(CO_2) = \frac{0/9\ mol}{20\,s \times 2\,L} = \frac{9}{4} \times 10^{-2} = 2/25 \times 10^{-2}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

$$\bar{R}_{\text{(واکنش)}} = \frac{\bar{R}(CO_2)}{2} = \frac{2/25}{2} \times 10^{-2}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

۲۰- گزینه ۱

گام موازنهٔ معادلهٔ واکنش‌ها:

I) $2KMnO_4 \rightarrow K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2$

II) $3FeCO_3 \rightarrow Fe_3O_4 + 2CO_2 + CO$

برای موازنهٔ واکنش (II)، به منظور موازنهٔ عنصر آهن، ضرایب Fe_3O_4 و $FeCO_3$ را به ترتیب برابر ۱ و ۳ در نظر می‌گیریم. در ادامه برای تعیین ضرایب CO_2 و CO، از ضرایب مجهول a و b استفاده می‌کنیم:

$$3FeCO_3 \rightarrow 1Fe_3O_4 + aCO_2 + bCO$$

موازنهٔ C: $3 = a + b$

موازنهٔ O: $3 \times 3 = 4 + 2a + b$

$$\Rightarrow \begin{cases} a = 2 \\ b = 1 \end{cases}$$

گام تحلیل اطلاعات داده‌شده در سؤال:

(۱) اگر درصد خلوص $FeCO_3$ را p در نظر بگیریم، درصد خلوص $KMnO_4$، $2p$ است.

(۲) اگر بازده درصدی واکنش (I) را R در نظر بگیریم، بازده درصدی واکنش (II)، $1/2R$ است.

(۳) مول O_2 تولیدشده در واکنش (I)، با مول CO_2 تولیدشده در واکنش (II) برابر است؛ بنابراین برای این‌که بتوانیم به طور مستقیم بین $KMnO_4$ و $FeCO_3$ تناسب برقرار کنیم، باید معادلهٔ (I) را در ۲ ضرب کنیم تا ضریب CO_2 و O_2 در واکنش‌ها یکسان شود. به این ترتیب خواهیم داشت: $4KMnO_4 \sim 3FeCO_3$

گام نوشتن تناسب بین $KMnO_4$ و $FeCO_3$ و محاسبهٔ جرم $FeCO_3$ ناخالص.

$$\frac{\text{جرم ناخالص} \times \frac{\text{درصد خلوص}}{100} \times \frac{\text{بازده درصدی}}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{KMnO_4} = \frac{\text{جرم ناخالص} \times \frac{\text{درصد خلوص}}{100} \times \frac{\text{بازده درصدی}}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{FeCO_3}$$

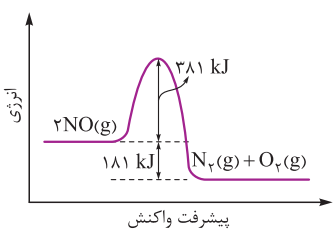
$$\Rightarrow \frac{63/2 \times \frac{2p}{100} \times \frac{R}{100}}{4 \times 158} = \frac{x \times \frac{p}{100} \times \frac{1/2R}{100}}{3 \times 116}$$

$$\Rightarrow x = \frac{632 \times 2 \times 3 \times 116}{4 \times 158 \times 12} = \frac{116}{2} = 58\ g\ FeCO_3 \text{ ناخالص}$$

مشاوره صورت سؤال *داره داد می‌زنه* که با سؤال بسیار وقت‌گیری روبه‌رو هستیم؛ پس سر جلسه حتماً باید دور اول، این سؤال را رها کرده و در آخر، اگر وقت اضافه آوردید، آن را بررسی کنید. هم‌چنین در سؤالاتی با دادهٔ زیاد (شامل درصد خلوص، بازده و ...) روش کسر تناسب روش منطقی‌تر و سریع‌تری برای حل سؤال است؛ پس حتماً این روش را جدی گرفته و *یادش* بگیرید.

۲۱- گزینه ۴

واکنش حذف آلایندهٔ NO در مبدل کاتالیستی ($2NO \rightarrow N_2 + O_2$)، گرماده است؛ یعنی سطح انرژی فراورده در آن، پایین‌تر از واکنش‌دهنده‌ها است. از طرفی این واکنش به دلیل انرژی فعال‌سازی بالا، در دماهای بالا بهتر انجام می‌شود.



نکته واکنش‌های انجام‌شده در مبدل‌های کاتالیستی:

۱ واکنش حذف CO و C_xH_y در هر دو نوع مبدل کاتالیستی خودروهای بنزینی و دیزلی:

واکنش حذف کربن مونوکسید (سوختن): $2CO(g)+O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g), \Delta H<0$

(CO در این واکنش، اکسایش می‌یابد.)

واکنش حذف هیدروکربن‌های نسوخته (سوختن):

$$C_xH_y+(x+\frac{y}{4})O_2(g) \rightarrow xCO_2(g)+\frac{y}{2}H_2O(g), \Delta H<0$$

(C_xH_y در این واکنش، اکسایش می‌یابد.)

۲ واکنش حذف NO در مبدل کاتالیستی خودروهای بنزینی:

واکنش حذف گاز نیتروژن مونوکسید (تجزیه):

$2NO(g) \rightarrow N_2(g)+O_2(g), \Delta H<0$ (NO در این واکنش، کاهش می‌یابد.)

۳ واکنش حذف اکسیدهای نیتروژن در مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی

$$NO(g)+NO_2(g)+2NH_3(g) \rightarrow 2N_2(g)+3H_2O(g)$$

(اکسیدهای نیتروژن در این واکنش، کاهش می‌یابند.)

۲۲- گزینه ۳

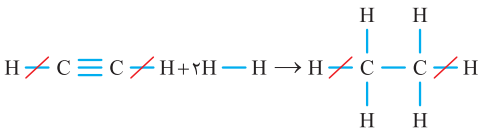
استراتژی اول با استفاده از واکنش چگالش CO_2 (واکنش تبدیل $CO_2(g)$ به $CO_2(s)$) و ΔH داده‌شدهٔ آن، گرمای حاصل از چگالش ۳ مول $CO_2(g)$ رو به دست بیار (Q_2). بعد با استفاده از آنتالپی پیوندهای داده‌شده، ΔH واکنش اتین با گاز هیدروژن (واکنش اول) رو به دست بیار (ΔH_1). در نهایت باید حساب کنی که به ازای مصرف چند گرم اتین در واکنش اول، مقدار گرمای آزادشده در آن برابر با گرمای به‌دست‌آمده در چگالش ۳ مول $CO_2(g)$ (Q_2) می‌شه.

گام محاسبهٔ مقدار گرمای حاصل از چگالش ۳ مول $CO_2(g)$: طبق معادلهٔ داده‌شده در سؤال، با چگالش ۱ مول CO_2 و تبدیل حالت فیزیکی آن از (g) به (s)، ۲۵ kJ گرما آزاد می‌شود؛ بنابراین گرمای حاصل از چگالش ۳ مول CO_2، برابر $3(-25)=-75$ kJ است.

گام محاسبهٔ ΔH واکنش اتین با گاز هیدروژن

نکته

$$\Delta H_{\text{واکنش}}=\left[\begin{matrix}\text{مجموع آنتالپی پیوندها}\\ \text{در مواد فراورده}\end{matrix}\right]-\left[\begin{matrix}\text{مجموع آنتالپی پیوندها}\\ \text{در مواد واکنش‌دهنده}\end{matrix}\right]$$



اگر پیوندهای تکراری را از دو طرف معادله حذف کنیم، خواهیم داشت:

$$\Delta H_{(\text{واکنش})}=[\Delta H(C\equiv C)+2\Delta H(H-H)]$$
$$-[\Delta H(C-C)+4\Delta H(C-H)]$$
$$=[(840)+2(435)]-[(350)+4(415)]=1710-2010=-300\ \text{kJ}$$

گام محاسبهٔ جرم اتین: به ازای واکنش ۱ مول اتین با گاز هیدروژن ۳۰۰ kJ گرما حاصل می‌شود. حالا باید مقدار اتین مصرفی در این واکنش را به ازای آزادشدن ۷۵ kJ گرما حساب کنیم:

$$75\ \text{kJ}\times\frac{1\ \text{mol}\ C_2H_2}{300\ \text{kJ}}\times\frac{26\ \text{g}\ C_2H_2}{1\ \text{mol}\ C_2H_2}=6/5\ \text{g}\ C_2H_2$$

۲۳- گزینه ۱

نکته به ترکیب‌هایی که فرمول مولکولی یکسان اما ساختار متفاوت دارند، ایزومر یا هم‌پار گفته می‌شود.

شفاف‌سازی فرمول مولکولی هگزن (پنجمین عضو خانوادهٔ آلکن‌ها)، C_6H_{12} است. ترکیب آلی غیرحلقوی یا زنجیره‌ای با فرمول مولکولی مشابه هگزن، یکی از ایزومرهای زنجیره‌ای هگزن با یک پیوند دوگانه است.

با توجه به توضیحات داده‌شده در بخش شفاف‌سازی، ترکیب مورد نظر یکی از ایزومرهای زنجیره‌ای هگزن، یعنی یک آلکن است. آلکن‌ها هم، هیدروکربن‌هایی سیرنشده با یک پیوند دوگانهٔ $C=C$ هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۲ برای C_6H_{12}، ساختارهای متفاوت راست‌زنجیر (بدون شاخه) و شاخه‌دار آلکنی می‌توان رسم کرد، ببینید:

مثال‌هایی از ایزومرهای بدون شاخهٔ هگزن:

(۱) $C\equiv C-C-C-C-C$

(۲) $C-C-C\equiv C-C-C$

مثال‌هایی از ایزومرهای شاخه‌دار هگزن:

(۳) $C\equiv C-C(-C)-C-C$

(۴) $C-C(-C)\equiv C(-C)-C$

۳ و ۴ شمار پیوندهای $C-H$ در ساختار هیدروکربن‌ها برابر با تعداد اتم‌های هیدروژن آن‌ها است. با توجه به فرمول مولکولی هگزن (C_6H_{12})، این ترکیب در همهٔ ساختارهای خود، ۱۲ اتم H و ۱۲ پیوند $C-H$ دارد. از طرفی در همهٔ ساختارهای آلکنی C_6H_{12}، ۱ پیوند دوگانهٔ $C=C$ و ۴ پیوند یگانهٔ $C-C$ وجود دارد؛ بنابراین شمار پیوندهای یگانهٔ $C-C$ در این ترکیب، نصف تعداد اتم‌های هیدروژن یا نصف پیوندهای $C-H$ در آن نیست $(\frac{4}{12}\neq\frac{1}{2})$.

نکته در ساختار یک آلکن n‌کربنی (C_nH_{2n})، $(n-1)$ پیوند کربن ـ کربن وجود دارد که ۱ پیوند آن دوگانه $(C=C)$ و در نتیجه $(n-2)$ پیوند آن یگانه $(C-C)$ است.

۲۴- گزینه ۳

درس‌نامه پلی‌اتن و مشتقات آن

پلیمر	فرمول	ساختار
پلی‌اتن	$(C_2H_4)_n$	$(CH_2-CH_2)_n$
پلی‌پروپن	$(C_3H_6)_n$	$[CH_2-CH(CH_3)]_n$
پلی‌سیانواتن	$(C_3H_3N)_n$	$[CH_2-CH(C\equiv N)]_n$
پلی‌استیرن	$(C_8H_8)_n$	$[CH_2-CH(C_6H_5)]_n$
پلی‌وینیل کلرید	$(C_2H_3Cl)_n$	$[CH_2-CH(Cl)]_n$
تفلون	$(C_2F_4)_n$	$(CF_2-CF_2)_n$

در واحد تکرارشوندهٔ پلی‌استیرن، ۳ پیوند دوگانه و در واحد تکرارشوندهٔ پلی‌سیانواتن، ۱ پیوند سه‌گانه وجود دارد. اگر شمار واحد تکرارشونده در این پلیمرها را به ترتیب n و n' در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

پلی‌استیرن: $[CH_2-CH(C_6H_5)]_n \Rightarrow$ شمار پیوندهای دوگانه $=3n$

پلی‌سیانواتن: $[CH_2-CH(C\equiv N)]_{n'} \Rightarrow$ شمار پیوندهای سه‌گانه $=1\times n'$

فرض سؤال: $3n=7/5n' \xrightarrow{n=3000} n'=\frac{9000}{7/5}=1200$

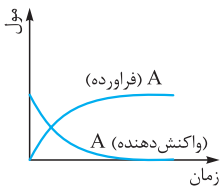
جرم مولی پلی‌سیانواتن $(C_3H_3N)_{n'}=n'\times$ جرم مولی $C_3H_3N=1200\times53$

$=63600=6/36\times10^4\ \text{g.mol}^{-1}$

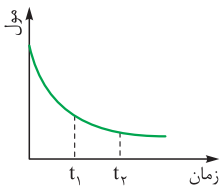
۲۵- گزینه ۲

بررسی گزینه‌ها:

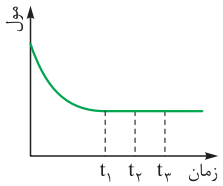
۱) ممکن است واکنش یک‌طرفه و برگشت‌ناپذیر باشد و A یکی از واکنش‌دهنده‌های آن باشد که تمام شده است و یا A، فراورده باشد که با پایان‌یافتن واکنش، مقدار آن ثابت باقی مانده است.



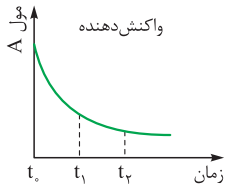
۲) با گذشت زمان، مقدار مول A، کاهش یافته است که نشان‌دهندهٔ واکنش‌دهنده‌بودن آن است.

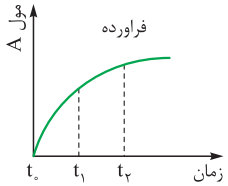


۳) اگر واکنش در زمان t_1 به تعادل برسد، شیب نمودار در دو بازه با هم برابر خواهد بود. یه جور دیگه می‌تونیم بگیم این گزینه غلطه. اگر A، واکنش‌دهنده باشد، شیب نمودار «مول ـ زمان» که نشان‌دهندهٔ سرعت مصرف آن است، منفی است. باید می‌گفت قدرمطلق شیب نمودار «مول ـ زمان» برای A در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 بزرگ‌تر از قدرمطلق شیب در بازهٔ زمانی t_2 تا t_3 است.



۴) با توجه به این‌که با گذشت زمان، سرعت واکنش و در نتیجه شیب نمودار مول ـ زمان کاهش می‌یابد، عبارت گفته‌شده هم می‌تواند برای واکنش‌دهنده و هم برای فراورده، درست باشد.





ریاضی

۲۶- گزینه ۴

درس‌نامه اگر نقطهٔ (a,b) روی نمودار تابع f باشد، نقطهٔ (b,a) روی f^{-1} خواهد بود.

گام طبق درس‌نامه، اگر $A(\frac{-3}{5},\frac{-4}{5})$ روی f و f^{-1} باشد، $B(\frac{-4}{5},\frac{-3}{5})$ هم روی f و f^{-1} قرار می‌گیرد.

گام این نقاط باید در $y=\frac{x}{|x|}\sqrt{a+bx^2}$ صدق کنند:

$$A:\frac{-4}{5}=\frac{\frac{-3}{5}}{|\frac{-3}{5}|}\sqrt{a+b(\frac{9}{25})}\xrightarrow{\text{به توان ۲}}a+\frac{9b}{25}=\frac{16}{25}\quad(1)$$

$$B:\frac{-3}{5}=\frac{\frac{-4}{5}}{|\frac{-4}{5}|}\sqrt{a+b(\frac{16}{25})}\xrightarrow{\text{به توان ۲}}a+\frac{16b}{25}=\frac{9}{25}\quad(2)$$

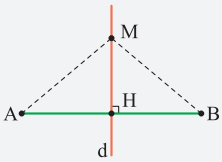
گام دستگاه حاصل از (۱) و (۲) را حل می‌کنیم:

$$(2)-(1):\frac{7b}{25}=\frac{-7}{25}\Rightarrow b=-1\xrightarrow[\text{در (1)}]{\text{جای‌گذاری}}a-\frac{9}{25}=\frac{16}{25}\Rightarrow a=\frac{25}{25}=1$$

پس $\frac{a}{b}$ می‌شود $\frac{1}{-1}=-1$.

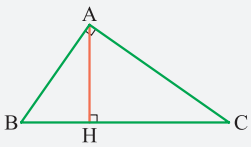
۲۷- گزینه ۳

درس‌نامه ۱ در شکل مقابل به خط d که بر پاره‌خط AB عمود است و آن را نصف می‌کند، **عمودمنصف پاره‌خط** AB می‌گوییم. ویژگی عمودمنصف این است که هر نقطه‌ای روی آن باشد، فاصله‌اش از دو سر پاره‌خط به یک اندازه است و برعکس؛ یعنی برای نقطهٔ M در شکل مقابل می‌توانیم بنویسیم:



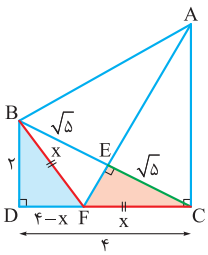
$$M \text{ روی عمودمنصف پاره‌خط AB است.} \Leftrightarrow MA=MB$$

۲ در شکل مقابل، ارتفاع وارد بر وتر مثلث قائم‌الزاویهٔ ABC را کشیده‌ایم. در این شکل روابط طولی زیر برقرارند:



- $AB^2=BH\times BC$
- $AH^2=BH\times HC$
- $AB\times AC=AH\times BC$
- $AC^2=CH\times BC$

گام به کمک قضیهٔ فیثاغورس در مثلث قائم‌الزاویهٔ BDC در شکل مقابل، طول BC را حساب می‌کنیم:



$$BC^2=۲^2+۴^2=۲۰\Rightarrow BC=\sqrt{۲۰}=۲\sqrt{۵}$$

به گفتهٔ سؤال، فاصلهٔ F از B و C به یک اندازه است؛ پس طبق مورد (۱) درس‌نامه، AF عمودمنصف BC و در نتیجه E وسط BC است.

$$BE=EC=\frac{۲\sqrt{۵}}{۲}=\sqrt{۵}$$

گام فرض می‌کنیم $FC=x$ باشد، در این صورت $DF=DC-FC=۴-x$ می‌شود. حالا به کمک قضیهٔ فیثاغورس در مثلث BDF، x را پیدا می‌کنیم:

$$x^2=۲^2+(۴-x)^2\Rightarrow x^2=۴+(۱۶-۸x+x^2)\Rightarrow ۸x=۲۰\Rightarrow x=\frac{۲۰}{۸}=\frac{۵}{۲}$$

حالا در مثلث CEF فیثاغورس می‌نویسیم تا به طول EF برسیم:

$$EF^2=x^2-(\sqrt{۵})^2=(\frac{۵}{۲})^2-۵=\frac{۵}{۴}\Rightarrow EF=\frac{\sqrt{۵}}{۲}=۰/۵\sqrt{۵}$$

گام حالا به مثلث قائم‌الزاویهٔ AFC نگاه کنید. ارتفاع وارد بر وترش رسم شده؛ پس طبق مورد (۲) درس‌نامه، می‌توانیم بنویسیم:

$$FC^2=EF\times AF\Rightarrow x^2=\frac{\sqrt{۵}}{۲}\times AF\xrightarrow{x=\frac{۵}{۲}}\frac{۲۵}{۴}=\frac{\sqrt{۵}}{۲}AF$$

$$\Rightarrow AF=\frac{۲۵}{۲\sqrt{۵}}\times\frac{\sqrt{۵}}{\sqrt{۵}}=\frac{۲۵\sqrt{۵}}{۱۰}=۲/۵\sqrt{۵}$$

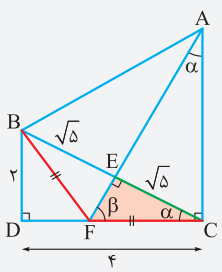
گام الان می‌توانیم طول AE را حساب کنیم:

$$AE=AF-EF=۲/۵\sqrt{۵}-۰/۵\sqrt{۵}=۲\sqrt{۵}$$

پس مساحت مثلث ABE می‌شود:

$$S=\frac{۱}{۲}AE\times BE=\frac{۱}{۲}(۲\sqrt{۵})(\sqrt{۵})=۵$$

تیزبازی بعدازاین‌که فهمیدیم $BE=EC=\sqrt{۵}$ می‌شود، زاویه‌های مثلث قرمز در شکل مقابل را α و β می‌گذاریم.



با توجه به قائم‌الزاویه‌بودن مثلث‌های EFC و AFC باید $F\hat{A}C=\alpha$ باشد؛ پس: $\alpha+\beta=\beta+F\hat{A}C=۹۰^\circ$

$\tan\alpha$ در مثلث BDC می‌شود: $\tan\alpha=\frac{BD}{DC}=\frac{۲}{۴}=\frac{۱}{۲}$

از طرفی $\tan\alpha$ در مثلث AEC می‌شود:

$$\tan\alpha=\frac{EC}{AE}\Rightarrow\frac{۱}{۲}=\frac{\sqrt{۵}}{AE}\Rightarrow AE=۲\sqrt{۵}$$

ادامهٔ حل هم مثل روش قبل است.

۲۸- گزینه ۱

استراتژی اول ریشه‌های x_1 و x_2 را در معادلهٔ اولیه یعنی، $x=5-x^2$ جای‌گذاری می‌کنیم تا بتوانیم به کمک تساوی‌هایی که به دست می‌آید ریشه‌های $\frac{1}{(x_1+1)^3}$ و $\frac{1}{(x_2+1)^3}$ را ساده‌تر برحسب x_1 و x_2 بنویسیم. بعد از این کار $S_{\text{جدید}}$ و $P_{\text{جدید}}$ را حساب کرده و در رابطهٔ $x^2-S_{\text{جدید}}x+P_{\text{جدید}}=0$ جای‌گذاری می‌کنیم.

درس‌نامه ۱ در معادلهٔ درجه‌دوم $ax^2+bx+c=0$ با شرط $\Delta>0$ جمع، ضرب و اختلاف ریشه‌ها از رابطه‌های زیر محاسبه می‌شوند:

ضرب ریشه‌ها: $P=\frac{c}{a}$ مجموع ریشه‌ها: $S=\frac{-b}{a}$

اختلاف ریشه‌ها: $M=\frac{\sqrt{\Delta}}{|a|}$

۲ اگر جمع و ضرب ریشه‌های یک معادلهٔ درجه‌دوم S و P باشد، آن معادلهٔ درجه‌دوم را می‌توانیم به صورت $x^2-Sx+P=0$ بنویسیم.

۳ در بعضی از قسمت‌ها یک معادلهٔ درجه‌دوم به ما می‌دهند و می‌گویند معادلهٔ درجه‌دومی بنویسید که ریشه‌هایش ارتباط مشخصی با ریشه‌های معادلهٔ اول داشته باشند. در این تست‌ها کارهای زیر را انجام می‌دهیم:

الف) در معادلهٔ اولیه S و P را به دست می‌آوریم.

ب) با توجه به رابطه‌هایی که بین ریشه‌ها وجود دارد، $S_{\text{جدید}}$ و $P_{\text{جدید}}$ را حساب می‌کنیم.

پ) در آخر به کمک رابطهٔ $x^2-S_{\text{جدید}}x+P_{\text{جدید}}=0$، معادلهٔ جدید را می‌نویسیم.

۴ اگر x_1 و x_2 ریشه‌های یک معادلهٔ درجه‌دوم باشند، حاصل دو عبارت زیر را برحسب S و P حفظ باشید:

مجموع مربع ریشه‌ها: $x_1^2+x_2^2=S^2-2P$

مجموع مکعب ریشه‌ها: $x_1^3+x_2^3=S^3-3PS$

۵ ریشه‌های هر معادله را می‌توانیم درونش جای‌گذاری کنیم. مثلاً اگر x_1 و x_2 ریشه‌های معادلهٔ $x^2+3x-1=0$ باشند، می‌توانیم بنویسیم:

$$\begin{cases} x_1^2+3x_1-1=0 \\ x_2^2+3x_2-1=0 \end{cases}$$

و اگر لازم شد می‌توانیم به این تساوی‌ها هم برسیم:

$$\begin{cases} x_1^2+3x_1=1 \\ x_2^2+3x_2=1 \xrightarrow{\div x_2} x_2+3=\frac{1}{x_2} \end{cases}$$

یعنی جای $\frac{1}{x_2}$ می‌توانیم x_2+3 بنویسیم.

گام ۱ اول به کمک مورد (۱) درس‌نامه، جمع و ضرب ریشه‌های معادلهٔ $x=5-x^2$ را پیدا می‌کنیم:

$$x=5-x^2 \xrightarrow{\text{استانداردش می‌کنیم.}} x^2+x-5=0 \Rightarrow \begin{cases} S=-\frac{1}{1}=-1 \\ P=\frac{-5}{1}=-5 \end{cases}$$

گام ۲ طبق مورد (۵) درس‌نامه می‌توانیم x_1 و x_2 را در معادلهٔ $x=5-x^2$ جای‌گذاری کنیم:

$$\begin{cases} x_1=5-x_1^2 \Rightarrow x_1^2+x_1=5 \xrightarrow{\div x_1} x_1+1=\frac{5}{x_1} \\ x_2=5-x_2^2 \Rightarrow x_2^2+x_2=5 \xrightarrow{\div x_2} x_2+1=\frac{5}{x_2} \end{cases}$$

حالا می‌توانیم به کمک رابطه‌های به دست‌آمده، ریشه‌های $\frac{1}{(x_1+1)^3}$ و $\frac{1}{(x_2+1)^3}$ را به صورت ساده‌تر بنویسیم:

$$\begin{cases} \frac{1}{(x_1+1)^3}=\frac{1}{(\frac{5}{x_1})^3}=\frac{x_1^3}{125} \\ \frac{1}{(x_2+1)^3}=\frac{1}{(\frac{5}{x_2})^3}=\frac{x_2^3}{125} \end{cases}$$

گام ۳ حالا که ساده‌شدهٔ ریشه‌ها، یعنی $\frac{x_1^3}{125}$ و $\frac{x_2^3}{125}$ را داریم، می‌توانیم $S_{\text{جدید}}$ و $P_{\text{جدید}}$ را حساب کنیم. (به دست آوردن جمع و ضرب $\frac{1}{(x_1+1)^3}$ و $\frac{1}{(x_2+1)^3}$ بسیار سخت و وقت‌گیر بود.)

مورد ۴ درس‌نامه

$$S_{\text{جدید}}=\frac{x_1^3}{125}+\frac{x_2^3}{125}=\frac{\overbrace{x_1^3+x_2^3}}{125} \Rightarrow S_{\text{جدید}}=\frac{S^3-3PS}{125}$$

$$\xrightarrow[P=-5]{S=-1} S_{\text{جدید}}=\frac{(-1)^3-3(-1)(-5)}{125}=-\frac{16}{125}$$

همین‌جا گزینهٔ صحیح خودش را لو می‌دهد، چون تنها معادله‌ای که مجموع ریشه‌هایش $-\frac{16}{125}$ است، معادلهٔ $125x^2+16x=1$ در ① است. اما اگر بقیهٔ راه‌حل را هم می‌خواهید ببینید، با ما همراه باشید:

$$P_{\text{جدید}}=(\frac{x_1^3}{125})(\frac{x_2^3}{125})=\frac{\overbrace{(x_1x_2)^3}^{P}}{125\times125}=\frac{P^3}{5^3\times5^3}$$

$$\xrightarrow{P=-5} P_{\text{جدید}}=\frac{-5^3}{5^6}=-\frac{1}{5^3}=\frac{-1}{125}$$

گام ۴ در آخر به کمک رابطهٔ $x^2-S_{\text{جدید}}x+P_{\text{جدید}}=0$ معادلهٔ جدید را می‌نویسیم:

$$x^2-S_{\text{جدید}}x+P_{\text{جدید}}=0 \Rightarrow x^2+\frac{16}{125}x-\frac{1}{125}=0$$

$$\xrightarrow{\times125} 125x^2+16x-1=0 \Rightarrow 125x^2+16x=1$$

مشاوره در این تیپ سؤالات بهتر است اول به تفاوت Sها و Pها در گزینه‌ها دقت کنید. هر کدام که در همهٔ گزینه‌ها متفاوت بود را اول محاسبه کنید.

۲۹- گزینه ۳

گام ۱ خط BD دو خط موازی AB و CE را قطع کرده، پس:

$$A\hat{B}C=E\hat{C}D \quad (I)$$

به علاوه BD دو خط موازی AC و ED را هم قطع کرده:

$$A\hat{C}B=E\hat{D}C \quad (II)$$

حالا با توجه به (I) و (II)، دو مثلث ABC و CDE متشابه می‌شوند (چون ۲ زاویهٔ برابر دارند). تناسب بین اضلاع متناظر این دو مثلث را می‌نویسیم:

$$\frac{\overbrace{BC}^{8}}{\underbrace{CD}_{4}}=\frac{\overbrace{AB}^{12}}{CE}=\frac{AC}{DE} \Rightarrow \begin{cases} CE=6 \\ \frac{AC}{DE}=2 \Rightarrow DE=\frac{AC}{2} \end{cases}$$

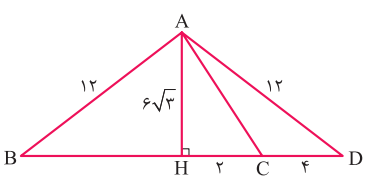
$DE=\frac{AC}{2}$ است، پس کافی است طول AC را محاسبه کنیم تا طول DE به دست آید.

گام ۲ به مثلث ABD توجه کنید. $CF \parallel AB$ است، پس می‌توانیم از قضیهٔ تالس استفاده کنیم:

$$\frac{DF}{AF}=\frac{CD}{BC} \Rightarrow \frac{DF}{8}=\frac{4}{8} \Rightarrow DF=4$$

$DF=4$ و $AF=8$ است، پس طول ضلع AD برابر ۱۲ می‌شود. طول دو ضلع AB و BD هم ۱۲ است، پس مثلث ABD متساوی‌الاضلاع می‌شود.

گام ۳ حالا برای به دست آوردن طول پاره‌خط AC در مثلث متساوی‌الاضلاع ABD، ارتفاع AH را رسم می‌کنیم:

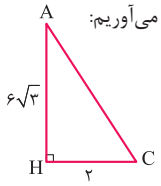


نکته در مثلث متساوی‌الاضلاع به طول ضلع a، ارتفاع ضلع را نصف می‌کند و طول آن $\frac{\sqrt{3}}{2}a$ است.

AH، ارتفاع است، پس طبق نکتهٔ بالا، $BH=DH=\frac{BD}{2}=6$ می‌شود. حالا با توجه به این‌که $CD=4$ است، $CH=2$ می‌شود.

طول ارتفاع AH هم با توجه به نکتهٔ بالا $\frac{\sqrt{3}}{2}\times12=6\sqrt{3}$ است.

با استفاده از قضیهٔ فیثاغورس در مثلث ACH، طول AC را به دست می‌آوریم:



$$(۶\sqrt{۳})^۲+۲^۲=AC^۲ \Rightarrow ۱۰۸+۴=AC^۲ \Rightarrow AC^۲=۱۱۲$$

$$\Rightarrow AC=\sqrt{۱۱۲}=\sqrt{۱۶\times ۷}=۴\sqrt{۷}$$

در گام (۱) دیدیم DE نصف AC است، پس $DE=۲\sqrt{۷}$ می‌شود.

۳۰- گزینه ۲

استراتژی دو ضلع مقابل مستطیل، شیب برابر دارند. با توجه به آن و این‌که یک رأس مستطیل (۱,۲) است، معادلهٔ خط دو ضلع مقابل مستطیل به دست می‌آیند. حالا کافی است فاصلهٔ این دو خط را به دست آوریم تا عرض مستطیل حاصل شود، در آخر با توجه به این‌که طول قطر مستطیل را داریم و با استفاده از قضیهٔ فیثاغورس، طول آن هم حاصل می‌شود.

درس‌نامه

۱) شیب دو خط موازی با هم برابر است.

۲) شیب خط $ax+by=c$ برابر است با: $\frac{\text{قرینهٔ ضریب x}}{\text{ضریب y}}=-\frac{a}{b}$

۳) فاصلهٔ دو خط موازی $ax+by+c=۰$ و $ax+by+c'=۰$ برابر است با: $\frac{|c-c'|}{\sqrt{a^۲+b^۲}}$

گام ۱ دو ضلع مقابل مستطیل با هم موازی‌اند؛ پس شیب دو خط $y-ax=۱$ و $ay-x=a-۱$ با هم برابرند:

$$\left.\begin{array}{l} y-ax=۱ \xrightarrow{\text{شیب}} a \\ ay-x=a-۱ \xrightarrow{\text{شیب}} \frac{۱}{a} \end{array}\right\} \Rightarrow a=\frac{۱}{a} \Rightarrow a^۲=۱ \Rightarrow a=\pm ۱$$

گام ۲ اگر $a=-۱$ باشد، معادلهٔ دو ضلع مقابل مستطیل $y+x=۱$ و $-y-x=-۲$ می‌شود. از طرفی هر ۴ رأس مستطیل روی دو ضلع موازی آن قرار دارند، پس (۱,۲) باید روی یکی از این دو خط باشد. نقطهٔ (۱,۲) روی هیچ‌کدام از دو خط $y+x=۱$ و $-y-x=-۲$ قرار ندارد؛ پس $a=-۱$ قابل قبول نیست.

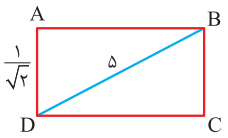
حالا اگر $a=۱$ باشد، معادلهٔ خط دو ضلع مقابل مستطیل $y-x=۱$ و $y-x=۰$ می‌شوند که نقطهٔ (۱,۲) روی خط $y-x=۱$ قرار دارد؛ پس $a=۱$ قابل قبول است.

گام ۳ فاصلهٔ دو خط موازیِ $y-x=۱$ و $y-x=۰$ را به کمک مورد (۳) درس‌نامه به دست می‌آوریم:

$$\left\{\begin{array}{l} y-x=۱ \\ y-x=۰ \end{array}\right. \xrightarrow{\text{فرم استاندارد}} \left\{\begin{array}{l} x-y+۱=۰ \\ x-y=۰ \end{array}\right. \xrightarrow{\text{فاصلهٔ دو خط}} \frac{|۱-۰|}{\sqrt{۱^۲+(-۱)^۲}}=\frac{۱}{\sqrt{۲}}$$

بنابراین عرض مستطیل برابر $\frac{۱}{\sqrt{۲}}$ است.

گام ۴ قطر مستطیل برابر ۵ است، با استفاده از فیثاغورس طول آن را محاسبه می‌کنیم:



$$AB^۲+\underbrace{AD^۲}_{\frac{۱}{۲}}=\underbrace{BD^۲}_{۲۵} \Rightarrow AB^۲=۲۵-\frac{۱}{۲}=\frac{۴۹}{۲}$$

$$\Rightarrow AB=\frac{۷}{\sqrt{۲}}$$

مساحت مستطیل برابر است با: $\text{طول}\times\text{عرض}=\frac{۱}{\sqrt{۲}}\times\frac{۷}{\sqrt{۲}}=\frac{۷}{۲}=۳/۵$