پاسخ‌نامه تشریحی

۱ ۱ ۲ **۳** ۴ HF جزو اسیدهای ضعیف به‌شمار می‌رود و در آب به میزان کمی یونش می‌یابد. می‌توان گفت در آب هم به‌صورت مولکولی و هم به صورت یونی حل می‌شود.

اگر تعداد مولکول HF که یونش یافته را x در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

در ابتدا : ۲۰۰ ۰ ۰

$$HF(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + F^-(aq)$$

در تعادل : $۲۰۰ - x$ x x

$$۲۰۰ - x + x + x = ۲۶۰ \Rightarrow x = ۶۰$$

$$\alpha = \frac{\text{شماره مولکول‌های یونش یافته}}{\text{شمار کل مولکول‌های حل شده}} \Rightarrow \alpha = \frac{۶۰}{۲۰۰} = ۰/۳$$

۲ ۱ ۲ ۳ **۴** بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: هر دو محلول (آ) و (ب) دارای یون هستند؛ درنتیجه رسانایی الکتریکی دارند.

گزینهٔ «۲»: با توجه به اینکه اسیدها تک‌پروتئین‌دار هستند، شمار آنیون‌ها و کاتیون‌های تولیدشده برابر خواهد بود.

گزینهٔ «۳»: یون اطراف قطب مثبت محلول (ب) می‌تواند از گروه ۱۷ جدول تناوبی باشد. (HF)

گزینهٔ «۴»: محلول (ب) برخلاف محلول اتانول در آب، با قرار دادن لامپ در مدار آن، به حالت نیمه‌روشن درخواهد آمد. (اتانول کاملاً به شکل مولکولی در آب حل می‌شود و هیچ یونی تولید نمی‌کند، پس محلول اتانول، رسانایی الکتریکی ندارد).

۳ ۱ **۲** ۳ ۴ فقط عبارت «ب» صحیح است.

بررسی سایر عبارات:

آ) اغلب فلزها با اسیدها واکنش می‌دهند.

پ) شیمی‌دان‌ها اول با ویژگی‌های اسیدها و بازها آشنا بودند و سپس ساختار آن‌ها را شناسایی کردند.

ت) $HCl(g)$ از نظر آرنیوس اسید است، چون ضمن حل شدن در آب یون H^+ تولید می‌کند.

۴ ۱ ۲ **۳** ۴ ماده‌ای که رنگ کاغذ pH را سرخ می‌کند، خاصیت اسیدی دارد.

اسیدها با اغلب فلزها واکنش می‌دهند و در تماس با پوست، سوزش ایجاد می‌کنند. اسیدهای خوراکی مزهٔ ترش دارند.

۵ ۱ ۲ **۳** ۴

$$CH_۳COOH(aq) \rightleftharpoons CH_۳COO^-(aq) + H^+(aq)$$

$$\text{درصد یونش} = \frac{\text{غلظت یون هیدروژن}}{\text{غلظت استیک اسید}} \times ۱۰۰ \Rightarrow [H^+] = \frac{۱ \times ۰/۲}{۱۰۰} = ۲ \times ۱۰^{-۳} mol \cdot L^{-۱}$$

$$K_a = \frac{[CH_۳COO^-][H^+]}{[CH_۳COOH]} = \frac{(۲ \times ۱۰^{-۳})^۲}{۰/۲} = ۲ \times ۱۰^{-۵} mol \cdot L^{-۱}$$

۶ ۱ **۲** ۳ ۴ ترتیب قدرت اسیدی:

$$HNO_۲ > HCOOH > CH_۳COOH > H_۲CO_۳ > HCN$$

ثابت اسیدی $H_۲CO_۳$ برابر $۴/۵ \times ۱۰^{-۷}$ می‌باشد که عدد بین ثابت یونش $CH_۳COOH$ و HCN قرار دارد.

۷ ۱ ۲ ۳ **۴** بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: همهٔ واکنش‌های تعادلی در هر دو جهت رفت و برگشت با سرعت مساوی در حال انجام شدن هستند.

گزینهٔ «۲»: ثابت تعادل فقط تابع دما است.

گزینهٔ «۳»: درست است.

گزینهٔ «۴»: در واکنش‌های تعادلی، غلظت گونه‌های شرکت‌کننده در تعادل ثابت است ولی لزوماً برابر نیست.

۸ ۱ **۲** ۳ ۴ بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: به‌ازای یونش هر مول از HA، ۱ مول از هرکدام از یون‌ها، تولید می‌شود.

گزینهٔ «۲»: براساس اطلاعات مربوط به محلول شمارهٔ (۱)، ثابت تعادل را به‌دست می‌آوریم که با ثابت تعادل در محلول‌های شمارهٔ (۲) و (۳) برابر است:

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{(۰/۰۰۸)^۲}{۰/۰۴} = ۱/۶ \times ۱۰^{-۳}$$

طبق محلول (۲):

$$K_a = \frac{[A^-][H^+]}{[HA]} \Rightarrow ۱/۶ \times ۱۰^{-۳} = \frac{X \times W}{۰/۰۱}$$

$\xrightarrow{X=W} ۱۶ \times ۱۰^{-۶} = X^۲ \Rightarrow ۴ \times ۱۰^{-۳} = X$

طبق محلول (۳):

$$Y = ۰/۰۰۲ \Rightarrow ۱/۶ \times ۱۰^{-۳} = \frac{۰/۰۰۲ \times ۰/۰۰۲}{Z}$$
$$Z = ۲/۵ \times ۱۰^{-۳} mol \cdot L^{-۱}$$

گزینهٔ «۳»: ثابت تعادل فقط تابع دما است.

گزینهٔ «۴»: در هر سه آزمایش دما ثابت است، بنابراین ثابت تعادل نیز ثابت خواهد بود که براساس اطلاعات محلول شمارهٔ (۱)، ثابت تعادل برابر $۱/۶ \times ۱۰^{-۳}$ می‌باشد.

۹ ۱ ۲ **۳** ۴ بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینهٔ ۱) اسیدهای قوی دارای درجهٔ یونش یک هستند.

گزینهٔ ۲) هیدروفلوئوریک اسید، یک اسید ضعیف بوده که درجهٔ یونش آن از یک کمتر است.

گزینهٔ ۴) محلول شکر یک محلول غیرالکترولیت می‌باشد.

۱۰ ۱ ۳ **۲** ۴ بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: $pH > ۷$ نشان‌دهندهٔ محیط بازی است. اگر pH به ۷ نزدیک شده، باز ضعیف و اگر pH به ۱۴ نزدیک باشد باز قوی است.

گزینهٔ «۲»: معده محیط اسیدی ($pH < ۷$) و روده یک محیط بازی ($pH > ۷$) است.

گزینهٔ «۳»:

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow ۸/۵ = -\log[H^+] \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۸/۵} = ۱۰^{-۹+۰/۵} = ۱۰^{-۹} \times ۱۰^{۰/۵} = ۳ \times ۱۰^{-۹} mol \cdot L^{-۱}$$

گزینهٔ «۴»: کاغذ pH در محیط‌های اسیدی به رنگ قرمز درمی آید.

۱۱ ۱ ۳ **۲** ۴ بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: نادرست: سرعت واکنش فلز منیزیم با محلول دارای قدرت اسیدی بیشتر (نیتریک‌اسید)، بیشتر است.

گزینهٔ «۲»: معادلهٔ یونش دو اسید به صورت زیر است:

$$HNO_۳ \rightarrow H^+ + NO_۳^- \qquad HNO_۲ \rightleftharpoons H^+ + NO_۲^-$$

اگر نیترواسید به‌طور کامل یونیده می‌شد، تفاوت جرم دو آنیون تولید شده، ۱۶ گرم به ازای یک مول و ۱/۶ به ازای ۰/۱ مول می‌بود. ولی چون میزان یونش $HNO_۲$ تعادلی است قطعاً این مقدار از ۱/۶ بیشتر خواهد بود.

گزینهٔ «۳»: در محلول (I) برخلاف محلول (II) مولکول‌های یونیده نشده نیز وجود دارد. بنابراین شمار مولکول‌ها در محلول (I) بیشتر از محلول (II) است.

گزینهٔ «۴»: نادرست. غلظت H^+ تولیدی در دو ظرف یکسان نیست. زیرا $HNO_۲$ برخلاف $HNO_۳$ یک اسید ضعیف بوده و به طور جزئی یونیده می‌شود. بنابراین غلظت یون H^+ در محلول $HNO_۳$ بیشتر از محلول $HNO_۲$ است.

$$\alpha_{HNO_۳} = ۱ \qquad \alpha_{HNO_۳} < ۱$$

۱۲ ۱ ۲ **۳** ۴ بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: در کربوکسیلیک اسیدها تنها هیدروژن گروه کربوکسیل می‌تواند به‌صورت یون هیدرونیوم وارد محلول شود، به چنین اسیدهایی تک‌پروتون‌دار می‌گویند.

گزینهٔ «۲»: نیتریک اسید یک اسید قوی و HF یک اسید ضعیف است.

گزینهٔ «۳»: محلول اسیدهای قوی کامل یونیده می‌شوند و فقط شامل یون‌های آب پوشیده هستند و مولکول یونیده‌نشدهٔ اسید در محلول وجود ندارد.

۱۳ ۱ **۲** ۳ ۴ سود سوزآور $(NaOH)$ و کلسیم اکسید (CaO) باز آرنیوس هستند و سبب افزایش pH آب می‌شوند. کربن‌دی اکسید $(CO_۲)$ و گوگرد تری‌اکسید $(SO_۳)$ اسید آرنیوس هستند و سبب کاهش pH آب می‌شوند. توجه داشته باشید که نیتروژن مونوکسید (NO) اکسید اسیدی نیست؛ زیرا در اثر انحلال در آب، با مولکول‌های آب واکنش نمی‌دهد و یون H^+ ایجاد نمی‌کند.

۱۴ ۱ ۲ **۳** ۴ بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱» سرعت واکنش HX با فلز Mg سریع‌تر است، زیرا حباب‌های گاز $H_۲$ تولیدشده در این ظرف بیشتر است.

گزینهٔ «۲» با توجه به اینکه سرعت واکنش HX با فلز Mg بیشتر از سرعت واکنش HY با این فلز است، پس HX از HY اسید قوی‌تری است و باید ثابت یونش این اسید از HY بیشتر باشد.

گزینهٔ «۳» در غلظت و دمای یکسان، هر اسیدی که قوی‌تر است، غلظت یون هیدرونیوم در آن بیشتر است. یعنی غلظت این یون در محلول HX بیشتر از HY است.

گزینهٔ «۴» با غلظت برابر، هر اسیدی که قوی‌تر است بیشتر یونیده می‌شود؛ در نتیجه غلظت یون‌های حاصل از آن بیشتر خواهد بود. چون اسید HX قوی‌تر از HY است، غلظت یون X^- از Y^- بیشتر است.

۱۵ ۱ ۲ ۳ **۴** ابتدا غلظت مولی اسید HA را قبل از یونش به دست آورده و سپس غلظت‌های تعادلی را برحسب آن مشخص می‌کنیم:

$$M = \frac{n}{V} = \frac{۱ mol}{۲ L} = ۰/۵ mol \cdot L^{-۱}$$

	HA	$\rightleftharpoons$	H^+	$+$	A^-
قبل از یونش	۰/۵		۰		۰
	$-x$		x		x
تعادل	$۰/۵ - x$		x		x

$$\frac{[HA]+[H^+]}{[HA]-[A^-]}=۱٫۲۵\rightarrow\frac{۰٫۵-x+x}{۰٫۵-x-x}=۱٫۲۵\rightarrow\frac{۰٫۵}{۰٫۵-۲x}=۱٫۲۵\rightarrow x=۰٫۰۵mol\cdot L^{-۱}$$

$$[HA]=۰٫۵-x=۰٫۵-۰٫۰۵=۰٫۴۵mol\cdot L^{-۱},[H^+]=[A^-]=x=۰٫۰۵mol\cdot L^{-۱}$$

$$k_a=\frac{[H^+][A^-]}{[HA]}=\frac{۰٫۰۵\times۰٫۰۵}{۰٫۴۵}\simeq۵٫۵۵\times۱۰^{-۳}$$

۱۶ ۱ ۲ ۳ ۴ مورد «آ»، نادرست. با توجه به شکل اسید HA به‌طور کامل یونیده می‌شود و غلظت $H_۳O^+$ موجود در آن از $H_۳O^+$ موجود در HB بیشتر است پس pH اسید HB بیشتر است.

مورد «ب» درست. هرچه میزان یونش اسید کمتر باشد تعداد یون‌ها کمتر است و رسانایی محلول آن کمتر خواهد بود.

مورد «پ» نادرست. اسید HA به‌طور کامل یونش پیدا کرده است پس یک اسید قوی است در حالی که $CH_۳COOH$ یک اسید ضعیف است.

مورد «ت» درست. اسید HA چون اسید قوی است و به‌طور کامل یونیده می‌شود. مقدار K_a آن بسیار بزرگ است.

مورد «ث» نادرست. حاصل‌ضرب غلظت یون‌های H^+ و OH^- ثابت است. لذا هرچه غلظت یکی از این یون‌ها بیشتر شود دیگری کمتر خواهد شد. اسید HA از HB قوی‌تر است، در نتیجه H^+ اسید HA از HB بیشتر و OH^- این اسید از HB کمتر خواهد بود.

۱۷ ۱ ۲ ۳ ۴ آ) غلظت یون‌ها در محلول HA بیشتر است $\Leftarrow$ HA رسانای بهتری است. (درست)

ب) HCl یک اسید قوی است در حالی که با توجه به نمودار، HA به‌صورت کامل یونیده نشده است و یک اسید ضعیف است. (نادرست)

پ) هرچه K_a برای یک اسید بزرگ‌تر باشد، در شرایط یکسان بیشتر یونیده می‌شود و غلظت یون در محلول آن بیشتر خواهد بود. (نادرست)

$$K_a(HA)>K_a(HB)$$

ت) هر دو اسید ضعیف هستند ولی HA بیشتر یونیده شده پس درجه یونش آن بزرگ‌تر است. (نادرست)

۱۸ ۱ ۲ ۳ ۴ عبارت‌های اول و سوم درست هستند.

بررسی سایر عبارت‌ها:

عبارت دوم: شیر منیزی یک مخلوط سوسپانسیون است نه محلول!

عبارت چهارم: همهٔ اتم‌های هیدروژن شرکت‌کننده در ساختار مولکول‌های مختلف خصلت اسیدی ندارند.

عبارت پنجم: شواهد بسیاری در تاریخ علم وجود دارد که نشان می‌دهند پیش از آنکه ساختار اسیدها و بازها شناخته شود، شیمی‌دان‌ها افزون بر ویژگی‌های اسیدها و بازها با برخی واکنش‌های آنها نیز آشنا بودند. اما توجیه رفتار اسیدها و بازها به یک مبنای علمی نیاز داشت. سوانت آرنیوس نخستین کسی بود که اسیدها و بازها را بر یک مبنای علمی توصیف کرد.

۱۹ ۱ ۲ ۳ ۴ چون غلظت دو اسید متفاوت است (غلظت HA، ۱۰۰ برابر غلظت HB است.) و pH محلول‌ها برابر شده، پس غلظت یون هیدرونیوم دو محلول یکسان است. یعنی خاصیت اسیدی برابر دارند (تأیید گزینهٔ «۲») و میزان یونش HB بیش‌تر از HA بوده که با وجود غلظت کم‌تر توانسته یون هیدرونیوم برابری تولید کند (تأیید گزینهٔ «۱»). پس قدرت اسیدی HB از HA بیش‌تر است و هرچه قدرت اسیدی بیش‌تر باشد، در دمای ثابت K_a بزرگ‌تر خواهد بود (تأیید گزینهٔ «۳») با توجه به آنکه pH دو محلول با هم برابر است، غلظت یون‌ها در دو محلول نیز با هم برابر بوده و درنتیجه رسانایی الکتریکی دو محلول با هم برابر است.

۲۰ ۱ ۲ ۳ ۴ عبارت‌های (ب) و (ت) درست‌اند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

آ) با کمتر بودن pH محلول A نسبت به محلول B متوجه می‌شویم، محلول A خاصیت اسیدی بیشتری نسبت به محلول B دارد اما ممکن است قدرت اسیدی A کمتر از قدرت اسیدی B باشد، زیرا PH به غلظت محلول هم بستگی دارد.

پ) رسانایی الکتریکی یک محلول به غلظت یون‌ها در محلول بستگی دارد. با توجه به آن که pH دو محلول با هم برابر است، بنابراین رسانایی الکتریکی دو محلول نیز با هم برابر است.

۲۱ ۱ ۲ ۳ ۴ بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: اغلب پیش هسته‌ای‌ها فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در دنای خود دارند.

گزینهٔ «۲»: در هوهسته‌ای‌ها تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی حتی می‌تواند بسته به مراحل رشد و نمو تنظیم شود.

گزینهٔ «۳»: آنزیم هلیکاز که دارای توانایی شکستن پیوندهای هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای دو رشته مقابل است، دارای فعالیت پلیمرازی نمی‌باشد. دقت کنید آنزیم دنابسپاراز در طی فرایند ویرایش توانایی شکست پیوند بین نوکلئوتیدها را دارا می‌باشد و هم‌چنین توانایی بسپارازی دارد.

گزینهٔ «۴»: پروتئین هیستون در پروکاریوت‌ها دیده نمی‌شود.

۲۲ ۱ ۲ ۳ ۴ آنزیم‌های بدن انسان در دمای $۳۷^\circ C$ بهترین فعالیت را دارند. این آنزیم‌ها در دمای بالاتر ممکن است شکل غیرطبیعی یا برگشت‌ناپذیر پیدا کنند و غیرفعال شوند، آنزیم‌هایی که در دمای پایین غیرفعال می‌شوند با برگشت دما به حالت طبیعی می‌توانند به حالت فعال برگردند.

۲۳ ۱ ۲ ۳ ۴ ایوری و همکارانش در مرحلهٔ آخر آزمایشات خود، عصارهٔ باکتری‌های پوشینه‌دار را استخراج و به چهار قسمت تقسیم کردند. به هر قسمت، آنزیم تخریب‌کنندهٔ یک گروه از مواد آلی را اضافه کردند. درنهایت مشاهده کردند که انتقال صفت در همهٔ ظروف صورت می‌گیرد، به جز ظرفی که حاوی آنزیم تخریب‌کنندهٔ دنا است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: گریفیت در مرحلهٔ چهارم آزمایشات خود، باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده با گرما را با باکتری‌های زندهٔ بدون پوشینه مخلوط و به موش‌ها تزریق کرد. ایوری و همکارانش نیز، عصارهٔ باکتری‌های کشته شدهٔ پوشینه‌دار را تهیه کرده و پس از تخریب پروتئین‌های این عصاره، آن را به محیط کشت باکتری‌های زندهٔ بدون پوشینه اضافه کردند.

گزینهٔ «۲»: دقت کنید که ایوری و همکارانش توانستند عامل انتقال صفات را شناسایی کنند و ساختار آن توسط دانشمندان دیگر مشخص شد.

گزینهٔ «۳»: ایوری و همکارانش در آزمایشات خود از موش استفاده نکردند.

۲۴ ۱ ۲ ۳ ۴ ایوری و همکارانش طی آزمایشاتی دقیق اثبات کردند که عامل تبدیل باکتری بدون پوشینه غیربیماری‌زا به باکتری پوشینه‌دار بیماری‌زا یک گروه از مواد آلی (یعنی DNA یا دئوکسی ریبونوکلئیک اسید) می‌باشد و سایر مواد آلی یعنی پروتئین‌ها و کربوهیدرات و لیپیدها عامل تغییر باکتری نمی‌باشند.

۲۵ ۱ ۲ ۳ ۴

یک نوکلئوتید $DNA =$ یک فسفات $+$ یک قند دئوکسی ریبوز $+$ یک باز آلی نیتروژن‌دار

نوکلئوتیدها می‌توانند یک تا سه گروه فسفات داشته باشند، اما نوکلئوتیدهای شرکت‌کننده در ساختار DNA یا RNA فقط با یک گروه فسفات خود در رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی جای می‌گیرند.

۲۶ ۱ ۲ ۳ ۴ ATP یک نوکلئوتید است که دارای ۲ گروه فسفات اضافی می‌باشد. (نوکلئوتید شامل باز آلی، قند پنج کربنه و حداقل یک گروه فسفات است.)

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ ۱) انتقال الکترون و انتقال انرژی از نقش‌های اصلی نوکلئوتیدها است.

گزینهٔ ۲) نوکلئوتید ناقل در میان یاختهٔ باکتری‌ها هم وجود دارند. همچنین با توجه به انجام فعالیت‌های انرژی‌خواه در سیتوپلاسم سلول ATP در سیتوپلاسم و دیگر جاها هم وجود دارد.

گزینهٔ ۴) راکیزه دنای حلقوی مستقل هم دارد، پس نوکلئوتیدها در آن نقش انتقال اطلاعات را برعهده دارند.

۲۷ ۱ ۲ ۳ ۴ هم در آزمایش ایوری و هم مزلسون و استال دنا استخراج شد.

در آزمایش ایوری به کمک فراگریزانه و در آزمایش مزلسون و استال برای فراگریزانه.

۲۸ ۱ ۲ ۳ ۴ رابطهٔ مکملی بین نوکلئوتیدهای رشتهٔ الگو و رشتهٔ در حال ساخت نقش مهمی در همانندسازی دارد.

نکته: بین نوکلئوتیدهای یک رشتهٔ الگو رابطهٔ مکملی وجود ندارد. چون دو نوکلئوتید یک رشته با یکدیگر پیوند هیدروژنی و رابطهٔ مکملی برقرار نمی‌کنند.

۲۹ ۱ ۲ ۳ ۴ بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ ۱) جدا کردن هیستون‌ها توسط هلیکاز انجام نمی‌شود، بلکه هلیکاز پیوندها هیدروژنی را می‌شکند.

گزینهٔ ۲) به دنبال بازشدن مارپیچ دنا (نه پیچ و تاب دنا)دو رشتهٔ دنای الگو از هم باز شده، دو ساختار Y مانند به‌وجود می‌آید که به هر یک از آن‌ها دوراهی همانندسازی می‌گویند.

گزینهٔ ۴) فعالیت نوکلئازی دنابسپاراز، ویرایش نام دارد.

۳۰ ۱ ۲ ۳ ۴ گروهی از آنزیم‌ها در سلول وجود دارند که قبل از شروع همانندسازی، پروتئین‌ها را از مولکول دنا جدا می‌کنند. فرض این سؤال این است که این مولکول دنا، خطی است؛ پس سلول یوکاریوتی است.

در همهٔ این سلول‌ها، اطلاعات لازم برای ساخت همهٔ آنزیم‌ها در مولکول دنا قرار دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: دقت کنید در ساختار مولکول دنا، علاوه بر هیستون‌ها، پروتئین‌ها دیگری نیز یافت می‌شود که آنها نیز باید از دنای خطی جدا شوند.

گزینهٔ «۲»: فعالیت این آنزیم‌ها قبل از شروع همانندسازی است؛ اما تشکیل ساختار Y مانند بعد از شروع همانندسازی است.

گزینهٔ «۴»: این آنزیم‌ها درون هسته فعالیت می‌کنند.

۳۱ ۱ ۲ ۳ ۴ ایوری و همکارانش سه آزمایش انجام دادند که در آزمایش اول و سوم از آنزیم‌ها استفاده کردند. این آنزیم‌ها می‌توانستند مواد آلی را تجزیه کنند، ولی در مرحلهٔ دوم از آنزیم‌های تجزیه‌کننده استفاده نکردند، بلکه در این مرحله عصارهٔ استخراج‌شده از باکتری‌های کشته‌شدهٔ پوشینه‌دار را سانتریفیوژ کردند.

۳۲ ۱ ۲ ۳ ۴ مرحلهٔ اول (تزریق باکتری‌های زندهٔ پوشینه‌دار به موش‌ها) و مرحلهٔ چهارم (تزریق مخلوطی از باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده و فاقد پوشینهٔ زنده به موش‌ها) آزمایشات گریفیت، منجر به مرگ موش‌ها شد. در هر دو مرحلهٔ اول و چهارم که موش‌ها مردند، در پیکر موش‌های مرده باکتری‌های پوشینه‌دار یافت شدند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: فقط در آزمایش چهارم تعدادی از باکتری‌های بدون پوشینه تغییر کرده و پوشینه‌دار شدند و در واقع فنوتیپ آن‌ها تغییر کرد.

گزینهٔ «۳»: در آزمایش چهارم تنها گروهی از باکتری‌ها (نه همه)، دارای ژنوم کامل باکتری‌های فاقد پوشینه و بخشی از (نه همهٔ) ژنوم باکتری‌های پوشینه‌دار هستند.

گزینهٔ «۴»: در آزمایش چهارم، انتقال ژن(های) مربوط به آنزیم(های) سازندهٔ پوشینه (نه انتقال خود پوشینه) بین باکتری‌ها صورت گرفت.

۳۳ ۱ ۲ ۳ **۴**

در یک رشته بین دو قند دئوکسی ریبوز یک پیوند فسفودی‌استر و دو پیوند قند فسفات دیده می‌شود.

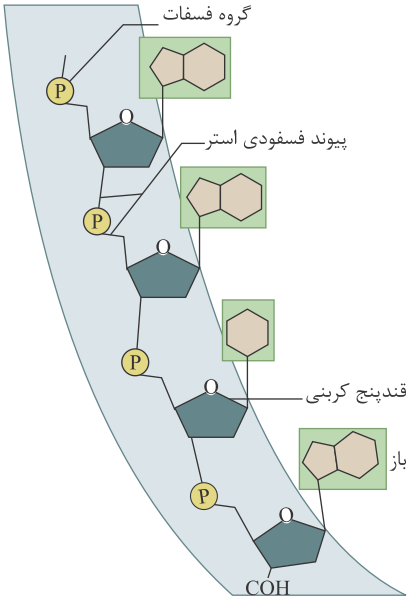
بررسی سایر گزینه‌ها:

براساس شکل مقابل می‌توان دریافت که:

گزینهٔ ۱) بین دو باز مکمل پیوند هیدروژنی وجود دارد.

گزینهٔ ۲) بین دو قند که در دو رشته روبه‌روی هم قرار دارند، ۳ حلقه باز آلی (یک حلقه باز پیریمیدین و دو حلقه باز پورین) وجود دارد.

گزینهٔ ۳) بین دو فسفات یک قند دئوکسی ریبوز قرار دارد.



۳۴ ۱ ۲ **۳** ۴ مهم‌ترین آنزیم‌های فرایند همانندسازی هلیکاز و دنابسپاراز هستند. هر دوی این آنزیم‌ها در سیتوپلاسم ساخته می‌شوند. از بین این دو آنزیم فقط DNA پلی‌مراز قابلیت نوکلئازی دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

رد گزینه‌های «۱» و «۴»: صورت سؤال به فرایند همانندسازی در جانداران اشاره دارد که هم شامل یوکاریوت‌ها و هم پروکاریوت‌هاست. پروکاریوت‌ها فاقد هسته‌اند.

گزینهٔ «۲»: دقت کنید طی فرایند ویرایش فقط نوکلئوتیدهای شرکت‌کننده در رشته‌ای که تازه در حال ساخت است، می‌توانند تغییر کنند و نوکلئوتیدهای دنای اولیه تغییر نمی‌کند.

۳۵ ۱ **۲** ۳ ۴ عبارت‌های (الف) و (د) به مطلب درستی اشاره نمی‌کند.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

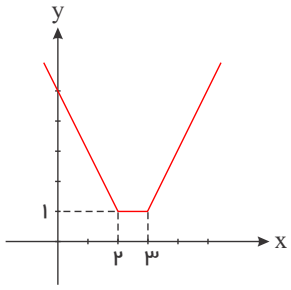
الف) باکتری‌ها فقط یک دنای اصلی دارند و استفاده از کلمهٔ "دناهای اصلی" برای باکتری درست نیست.

ب) مولکول‌های دنای یاخته‌های پیکری هسته‌دار انسان درون هسته و راکیزه قرار دارند؛ بنابراین هردو توسط غشاهای درونی احاطه شده‌اند.

ج) درشت‌مولکول‌های دارای پیوند پپتیدی، پروتئین‌ها هستند. دنای اصلی همهٔ یاخته‌های پروکاریوتی و یوکاریوتی، در کنار پروتئین‌ها قرار می‌گیرند.

د) دنای اصلی باکتری‌ها، حلقوی است و در یک نقطه به سرهای آبدوست فسفولیپیدهای داخلی غشای یاخته (نه غشای هسته) اتصال دارد.

۳۶ **۱** ۲ ۳ ۴ تابع f یک تابع گلدانی است که در $x < ۲$ اکیداً نزولی است و ضابطهٔ آن در این بازه $f(x) = -۲x + ۵$ است.



$$\begin{cases} f(x) = -۲x + ۵ \\ g(x) = ۲x^۲ - x - ۱۰ \end{cases} \xrightarrow{\text{تلاقی}} ۲x^۲ - x - ۱۰ = -۲x + ۵ \Rightarrow ۲x^۲ + x - ۱۵ = (۲x - ۵)(x + ۳) = ۰$$

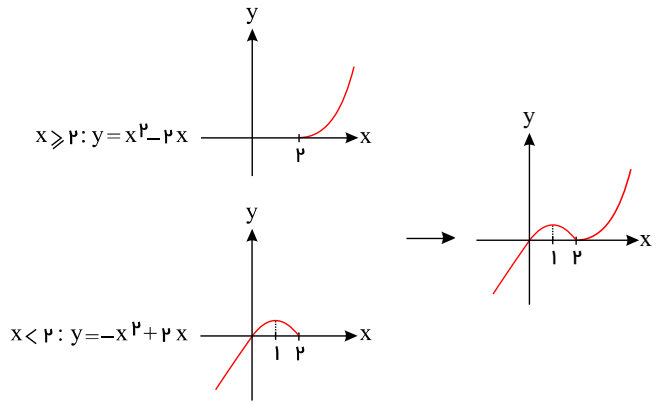
$$\xrightarrow{\Delta = b^۲ - ۴ac = ۱ + ۱۲۰ = ۱۲۱} \begin{cases} x = \dfrac{-۱ + ۱۱}{۴} = \dfrac{۵}{۲} (x < ۲ \text{ غ ق ق (با توجه به} \\ x = \dfrac{-۱ - ۱۱}{۴} = -۳ \qquad \text{ق ق} \end{cases}$$

تنها نقطه مشترک f و g در بازهٔ $(-\infty, ۲)$ نقطه $(-۳, ۱۱)$ است.

۳۷ ۱ ۲ **۳** ۴ ابتدا ضابطه f را به صورت زیر می‌نویسیم:

$$y = \begin{cases} x^۲ - ۲x & x \geq ۲ \\ -x^۲ + ۲x & x < ۲ \end{cases}$$

و نمودار آن نیز مطابق شکل زیر است:



پس تابع در $(۱,۲)$ نزولی است. حال ضابطهٔ معکوس را پیدا می‌کنیم.

$$f(x) = -x^۲ + ۲x - (x-۱)^۲ + ۱ \Rightarrow x = ۱ \pm \sqrt{۱-y}$$

برد $f^{-۱}$ باید بازهٔ $(۱,۲)$ باشد، پس علامت $+$ را قبول می‌کنیم:

$$\Rightarrow f^{-۱}(x) = ۱ + \sqrt{۱-x}$$

روش دوم:

متوجه شدیم که تابع، $y = -x^۲ + ۲x$ $(۱ < x < ۲)$ است. یک عدد دلخواه مثلاً $x = \frac{۳}{۲}$ در تابع قرار می‌دهیم.

$$x = \frac{۳}{۲} \Rightarrow y = \frac{۳}{۴} : \left|\begin{matrix}\frac{۳}{۲}\\ \frac{۳}{۴}\end{matrix}\right. \in f \Rightarrow \left|\begin{matrix}\frac{۳}{۴}\\ \frac{۳}{۲}\end{matrix}\right. \in f^{-۱}$$ فقط در گزینهٔ سوم صدق می‌کند.

۳۸ ۱ ۲ ۳ ۴ اگر نمودار تابع $y = f(۲x-۱)$ را یک واحد به چپ منتقل کنیم، نمودار تابع $y = f(۲(x+۱)-۱) = f(۲x+۱)$ به دست می‌آید. اگر این نمودار را نسبت به محور عرض‌ها قرینه کنیم، نمودار تابع $y = f(-۲x+۱)$ به دست می‌آید و اگر طول نقاط این نمودار را دو برابر کنیم یعنی به جای x جملهٔ $\frac{۱}{۲}x$ قرار می‌دهیم. نمودار تابع $y = f(-x+۱)$ به دست می‌آید.

۳۹ ۱ ۲ ۳ ۴

$$f(x) = \sqrt{x} \xrightarrow{\text{قرینه نسبت به محور } y\text{ها}} g(x) = \sqrt{-x} \xrightarrow[\text{مثبت}]{\text{دو واحد به طرف } x\text{های}} h(x) = \sqrt{-(x-۲)} = \sqrt{-x+۲}$$

$$\begin{cases} h(x) = \sqrt{-x+۲} \\ y = x \text{ نیمساز ناحیه اول و سوم} \end{cases} \xrightarrow{\text{تلاقی}} \sqrt{-x+۲} = x \xrightarrow{\text{توان ۲}} -x+۲ = x^۲ \Rightarrow x^۲ + x - ۲ = ۰ \Rightarrow (x+۲)(x-۱) = ۰$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x = -۲ & \text{غ‌ق‌ق (در معادله صدق نمی‌کند)} \\ x = ۱ & \text{ق‌ق} \end{cases}$$

۴۰ ۱ ۲ ۳ ۴

$$\sin(\alpha - \frac{\pi}{۲}) = -\sin(\frac{\pi}{۲} - \alpha) = -\cos\alpha,\ \sin(۳\pi + \alpha) = \sin(\pi + \alpha) = -\sin\alpha$$

$$\cos(\frac{۳\pi}{۲} + \alpha) = \sin\alpha \ ,\ \cos(\alpha - \pi) = \cos(\pi - \alpha) = -\cos\alpha$$

$$\frac{\sin(\alpha - \frac{\pi}{۲}) + \sin(۳\pi + \alpha)}{\cos(\frac{۳\pi}{۲} + \alpha) + \cos(\alpha - \pi)} = \frac{-\cos\alpha - \sin\alpha}{\sin\alpha - \cos\alpha} = \frac{\cos\alpha + \sin\alpha}{\cos\alpha - \sin\alpha}$$

$$\xrightarrow{\text{صورت و مخرج را بر } \cos\alpha \text{ تقسیم می‌کنیم}} \frac{۱ + \tan\alpha}{۱ - \tan\alpha} = \frac{۱ + \frac{۲}{۳}}{۱ - \frac{۲}{۳}} = ۵$$

۴۱ ۱ ۲ ۳ ۴ برای پیدا کردن تابع وارون، کافی است x را برحسب y به‌دست آورده و سپس جای x و y را عوض کنیم.

$$y = f(x) = x^۲ - ۲x - ۳ = (x-۱)^۲ - ۱ - ۳ = (x-۱)^۲ - ۴ \Rightarrow (x-۱)^۲ = y + ۴$$

$$\xrightarrow{x \geq ۱} x - ۱ = \sqrt{y+۴} \Rightarrow x = ۱ + \sqrt{y+۴} \xrightarrow{\text{جای } x \text{ و } y \text{ را عوض می‌کنیم.}} f^{-۱}(x) = ۱ + \sqrt{x+۴}$$

حال با خط $g(x) = \frac{x-a}{۲}$ قطع می‌دهیم:

$$f^{-۱}(x) = g(x) \Rightarrow ۱ + \sqrt{x+۴} = \frac{x-۹}{۲} \xrightarrow{\text{بررسی گزینه‌ها}} x = ۲۱$$

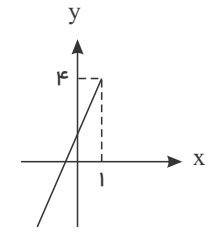
توجه کنید حل معادلهٔ آخر بدین صورت است:

$$۲\sqrt{x+۴}=x-۱۱ \xrightarrow{\text{توان }۲} ۴x+۱۶=x^۲+۱۲۱-۲۲x \Rightarrow x^۲-۲۶x+۱۰۵=۰$$

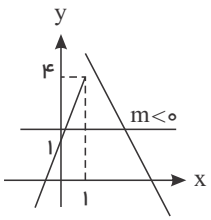
$$\Rightarrow (x-۲۱)(x-۵)=۰ \Rightarrow \begin{cases} x=۲۱ & \text{قق} \\ x=۵ & \text{غق‌ق (در معادله صدق نمی‌کند)} \end{cases}$$

۴۲ ۱ ۲ ۳ ۴

نمودار قسمت اول تابع $(x \le ۱)$ به‌صورت روبه‌رو است. با توجه به این‌که قسمت دوم تابع نیز به‌صورت یک خط راست با شیب m می‌باشد، واضح است که m نباید منفی شود، زیرا اگر m منفی باشد، حالتی مانند نمودار دوم رخ می‌دهد که در این‌صورت می توان خطی موازی محور xها یافت که نمودار تابع را در دو نقطه قطع کند. (رد گزینه‌های «۱»، «۳» و «۴»)

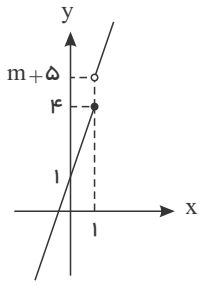


همچنین m نباید برابر با صفر شود زیرا در این‌صورت تابع ثابت خواهد شد و یک‌به‌یک نمی‌شود.



با شرط $m>۰$، نمودار تابع به‌صورت زیر می‌شود. برای آن‌که این نمودار مربوط به یک تابع یک‌به‌یک باشد، باید شرط $m+۵ \ge ۴$ برقرار باشد که در نتیجه:

$$\begin{cases} m+۵ \ge ۴ \Rightarrow m>-۱ \\ m>۰ \end{cases} \xrightarrow{\text{اشتراک}} m>۰$$



۴۳ ۱ ۲ ۳ ۴

$$\begin{cases} f(x)=x^۲-x-۲ \Rightarrow f(g(x))=(g(x))^۲-(g(x))-۲ \\ f(g(x))=x^۲+x-۲ \end{cases}$$

حال با تغییر متغیر $g(x)=t$ و تساوی دو رابطه‌ی بالا داریم:

$$\Rightarrow t^۲-t-۲=x^۲+x-۲ \Rightarrow t^۲-t=x^۲+x$$

$$\Rightarrow (t-\frac{۱}{۲})^۲-\frac{۱}{۴}=(x+\frac{۱}{۲})^۲-\frac{۱}{۴} \to (t-\frac{۱}{۲})^۲=(x+\frac{۱}{۲})^۲$$

$$\Rightarrow (t-\frac{۱}{۲})=\pm(x+\frac{۱}{۲})$$

$$\Rightarrow \begin{cases} t-\frac{۱}{۲}=x+\frac{۱}{۲} \Rightarrow t=x+۱ \Rightarrow g(x)=x+۱ \\ t-\frac{۱}{۲}=-x-\frac{۱}{۲} \Rightarrow t=-x \Rightarrow g(x)=-x \end{cases}$$

بنابراین داریم:

$$\Rightarrow \begin{cases} (f+g)(x)=f(x)+g(x)=x^۲-x-۲+(-x)=x^۲-۲x-۲ \\ (f+g)(x)=f(x)+g(x)=x^۲-x-۲+x+۱=x^۲-۱ \end{cases}$$

۴۴ ۱ ۲ ۳ ۴

ابتدا تمام زوایا را برحسب ۲۰° می‌نویسیم:

$$\sin ۲۵۰^\circ=\sin(۲۷۰^\circ-۲۰^\circ)=-\cos ۲۰^\circ \ , \ \sin ۷۰۰^\circ=\sin(۷۲۰^\circ-۲۰^\circ)=\sin(-۲۰^\circ)=-\sin ۲۰^\circ$$

$$\cos ۵۶۰^\circ=\cos(۵۴۰^\circ+۲۰^\circ)=\cos(۱۸۰^\circ+۲۰^\circ)=-\cos ۲۰^\circ \ , \ \cos ۱۱۰^\circ=\cos(۹۰^\circ+۲۰^\circ)=-\sin ۲۰^\circ$$

بنابراین داریم:

$$\frac{\sin ۲۵۰^\circ + \sin ۷۰۰^\circ}{\cos ۵۶۰^\circ - \cos ۱۱۰^\circ} = \frac{-\cos ۲۰^\circ - \sin ۲۰^\circ}{-\cos ۲۰^\circ + \sin ۲۰^\circ}$$

تمام جملات را بر $\cos ۲۰$ تقسیم می‌کنیم در نتیجه:

$$\frac{-۱ - \tan ۲۰^\circ}{-۱ + \tan ۲۰^\circ} = \frac{-۱ - ۰/۴}{-۱ + ۰/۴} = \frac{-۱/۴}{-۰/۶} = \frac{۱۴}{۶} = \frac{۷}{۳}$$

۴۵ ۱ ۲ ۳ ۴ تابع $f(x) = |۲x - ۱| - |۲x + ۶|$ را به صورت چند ضابطه‌ای می‌نویسیم:

$$f(x) = \begin{cases} -۲x + ۱ + ۲x + ۶ & x < -۳ \\ -۲x + ۱ - ۲x - ۶ & -۳ \le x \le \frac{۱}{۲} \\ ۲x - ۱ - ۲x - ۶ & x > \frac{۱}{۲} \end{cases} = \begin{cases} ۷ & x < -۳ \\ -۴x - ۵ & -۳ \le x \le \frac{۱}{۲} \\ -۷ & x > \frac{۱}{۲} \end{cases}$$

تابع با ضابطه‌ی $f(x) = -۴x - ۵$ در بازه $\left[-۳, \frac{۱}{۲}\right]$ معکوس‌پذیر است.

$$y = -۴x - ۵ \to ۴x = -y - ۵ \to x = -\frac{y}{۴} - \frac{۵}{۴} \to f^{-۱}(x) = -\frac{۱}{۴}(x + ۵)$$

دقت کنید که دامنه‌ی $f^{-۱}$ برابر برد تابع f است. پس کافی است برد تابع $y = -۴x - ۵$ را در بازه‌ی $\left[-۳, \frac{۱}{۲}\right]$ بدست آوریم.

$$-۳ \le x \le \frac{۱}{۲} \xrightarrow{\times(-۴)} ۱۲ \ge -۴x \ge -۲ \xrightarrow{\text{با } (-۵) \text{ جمع می‌کنیم}} ۷ \ge -۴x - ۵ \ge -۷$$

$$\to -۷ \le y \le ۷ \to |y| \le ۷ \to D_{f^{-۱}} = |x| \le ۷$$

۴۶ ۱ ۲ ۳ ۴ اگر سرعت اولیه را $v_۰$ و سرعت در نیمه مسیر را $v_۱$ و سرعت در انتهای مسیر را $v_۲$ فرض کنیم، می‌توان نوشت:

$$\left.\begin{cases} v_۱^۲ - v_۰^۲ = ۲a(\frac{x}{۲}) \Rightarrow v_۱^۲ - ۰ = ax \\ v_۲^۲ - v_۱^۲ = ۲a(\frac{x}{۲}) \Rightarrow ۱۲^۲ - v_۱^۲ = ax \end{cases}\right\} \Rightarrow v_۱^۲ = ۱۲^۲ - v_۱^۲$$

$$\Rightarrow ۲v_۱^۲ = ۱۲^۲ \Rightarrow \sqrt{۲}v_۱ = ۱۲ \Rightarrow v_۱ = \frac{۱۲}{\sqrt{۲}} = ۶\sqrt{۲}\frac{m}{s}$$

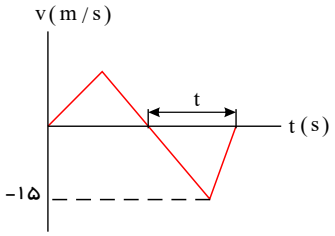
۴۷ ۱ ۲ ۳ ۴

معادلهٔ مستقل از شتاب : $\Delta x = \frac{v + v_۰}{۲}\Delta t \Rightarrow ۰ - ۱۲ = \frac{۰ + v_۰}{۲} \times ۴ \Rightarrow v_۰ = -۶m/s$

با توجه به شکل سهمی و اینکه رأس سهمی در $t = ۴$ است، سرعت در $t = ۸s$ هم‌اندازهٔ سرعت در لحظهٔ صفر است، پس: $v = +۶m/s$

۴۸ ۱ ۲ ۳ ۴ با توجه به نمودار اگر به اندازهٔ t ثانیه جسم در خلاف جهت محور x حرکت کند، داریم:

$$|\Delta x| = S = \frac{۱۵ \times t}{۲} \Rightarrow |v_{av}| = \frac{|\Delta x|}{\Delta t} = \frac{\frac{۱۵ \times t}{۲}}{t} = ۷/۵\frac{m}{s}$$



۴۹ ۱ ۲ ۳ ۴ در حرکت با شتاب ثابت در مسیر مستقیم، داریم:

$$v_{av} = \frac{v_۱ + v_۲}{۲} \Rightarrow \frac{x_۲ - x_۱}{t_۲ - t_۱} = \frac{v_۱ + v_۲}{۲} \Rightarrow \frac{۲۲ - (-۱۸)}{۴} = \frac{v_۱ + ۱۶}{۲} \Rightarrow v_۱ = ۴m/s$$

حال با استفاده از معادلهٔ سرعت - زمان در حرکت با شتاب ثابت داریم:

$$v - v_۰ = at \Rightarrow \frac{v_۲ - v_۱}{v_۲ - v_۰} = \frac{t_۲ - t_۱}{t_۲ - t_۰} \Rightarrow \frac{۱۶ - ۴}{۱۶ - v_۰} = \frac{۴}{۶} \Rightarrow v_۰ = -۲m/s$$

۵۰ ۱ ۲ ۳ ۴ اگر سرعت اولیه را $v_۰$ فرض کنیم، سرعت در لحظهٔ $t = ۶s$ (وسط زمان حرکت) برابر $\frac{v_۰}{۲}$ است.

$$\Delta x_۱ \text{ (۶ ثانیهٔ اول)} = \frac{v_۰ + \frac{v_۰}{۲}}{۲} \times ۶ = ۴/۵v_۰$$

$$\Delta x_۲ \text{ (۶ ثانیهٔ پایانی)} = \frac{\frac{v_۰}{۲} + ۰}{۲} \times ۶ = ۱/۵v_۰$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta x_۱}{\Delta x_۲} = ۳$$

۵۱ ۱ ۲ ۳ ۴ از معادلهٔ مستقل از شتاب کمک می‌گیرید.

$$\Delta x = \frac{v_{\circ} + v}{۲}\Delta t \Rightarrow -۱۲۲/۵ - ۰ = \frac{۰ + v}{۲} \times ۵ \Rightarrow v = -۴۹m/s \Rightarrow |v| = ۴۹m/s$$

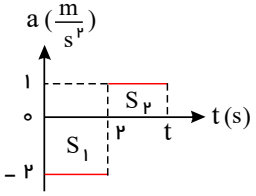
۵۲ ۱ ۲ ۳ ۴ دو ثانیه سوم یعنی از ۴ تا ۶ ثانیه، پس در این دو لحظه، سرعت متحرک را یافته و سپس با استفاده از رابطهٔ مستقل از شتاب، جابه‌جایی‌اش را محاسبه می‌کنیم.

$$t_۱ = ۴s \Rightarrow v_۱ = -۲ \times ۴ + ۴ = -۴\frac{m}{s}$$

$$t_۲ = ۶s \Rightarrow v_۲ = -۲ \times ۶ + ۴ = -۸\frac{m}{s}$$

$$\Delta x = v_{av}\Delta t \Rightarrow \Delta x = (\frac{-۴ + (-۸)}{۲}) \times ۲ = -۱۲m \Rightarrow |\Delta x| = ۱۲m$$

۵۳ ۱ ۲ ۳ ۴ روش اول: چون متحرک از حال سکون شروع به حرکت کرده و در لحظهٔ تغییر جهت هم $v = ۰$ می‌شود، پس باید در اینجا Δv یعنی سطح زیر نمودار صفر شود، یعنی:



$$S_۱ = \Delta v_۱ = -۲ \times ۲ = -۴\frac{m}{s}$$

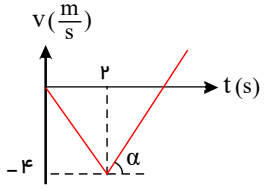
$$v_۲ - v_{\circ} = -۴\frac{m}{s} \Rightarrow v_۲ = -۴\frac{m}{s}$$

$$\Delta v_۲ = v_t - v_۲ = S_۲ \Rightarrow ۰ - (-۴) = ۱ \times (t - ۲) \Rightarrow t = ۶s$$

در لحظه‌ای که سرعت متحرک برابر صفر می‌شود جهت آن تغییر می‌کند.

روش دوم: رسم نمودار $v - t$ از روی نمودار $a - t$: شیب نمودار درقسمت دوم $= \tan\alpha = a = +۲$

شیب نمودار در مرحله‌ی دوم همان شتاب متحرک است، بنابراین نمودار پس از ۴ ثانیه مجدداً از سرعت ۴- به صفر می‌رسد $\Leftarrow$ لحظه‌ی تغییر جهت $t = ۶$ می‌باشد.



۵۴ ۱ ۲ ۳ ۴ در این سؤال، ۳ نقطه مهم در مسئله داریم، بین B و C (معلوم: x, t, v_C) و بین B و A (معلوم: v_A ، مجهول: x)، پس برای حل معادله بین A و B به a و v_B نیاز داریم که می‌توان از قسمت اول (BC) به‌دست آورد.

BC مستقل از شتاب: $\Delta x = \frac{v_B + v_C}{۲} \times \Delta t \Rightarrow ۱۲۰ = \frac{v_B + ۲۰}{۲} \times ۱۰ \Rightarrow v_B = ۴\frac{m}{s}$

BC مستقل از مکان: $v_C = at + v_B \Rightarrow ۲۰ = a \times ۱۰ + ۴ \Rightarrow a = ۱/۶\frac{m}{s^۲}$

حال بین نقاط A و B می‌توان از معادله مستقل از زمان استفاده کرد:

AB مستقل از زمان: $v_B^۲ - v_A^۲ = ۲a\Delta x \Rightarrow ۱۶ - ۰ = ۲ \times ۱/۶ \times \Delta x \Rightarrow \Delta x = ۵m$

۵۵ ۱ ۲ ۳ ۴ روش اول:

$$v_{\circ} = ۱۰۸km/h = ۳۰m/s$$

$$v = at + v_{\circ} \Rightarrow -۲t + ۳۰ = ۰ \Rightarrow t = ۱۵s$$

$$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_{\circ}t \Rightarrow \begin{cases} \Delta x_{۱۵} = \frac{۱}{۲}(-۲) \times (۱۵)^۲ + ۳۰ \times ۱۵ = ۲۲۵m \\ \Delta x_{۱۳} = \frac{۱}{۲}(-۲) \times (۱۳)^۲ + ۳۰ \times ۱۳ = ۲۲۱m \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta x = \Delta x_{۱۵} - \Delta x_{۱۳} = ۲۲۵ - ۲۲۱ = ۴m$$

روش دوم: می‌توان حرکت را برعکس کرد یعنی جسم از حال سکون با شتاب مثبت $۲m/s^۲$ شروع به حرکت می‌کند و مسافت طی‌شده در ۲ ثانیهٔ اول حرکت را می‌خواهیم:

$$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_{\circ}t = \frac{۱}{۲} \times ۲ \times ۲^۲ + ۰ = ۴m$$