



آزمون ۱۴ اردیبهشت ۱۴۰۳

دفترچه پاسخ

اختصاصی دوازدهم ریاضی

نام طرحان	نام درس	اختصاصی
کاظم اجلالی-سیدرضا اسلامی-شاهین پروازی-عادل حسینی-طاهر دادستانی-کیان کریمی خراسانی مهدی ملارمضانی-مهرداد ملوندی	حسابان ۲	
امیرحسین ابومحبوب-اسحاق اسفندیار-فرزاد جوادی-سیدمحمد رضا حسینی-فرد-افشین خاصه-خان-مصطفی دیداری سوگند روشنی-فرشاد صدیقی-فر-هومن عقیلی-احمد رضا فلاح-مهرداد ملوندی-نیلوفر مهدوی	هندسه و ریاضیات گسسته	
زهره آقامحمدی-علیرضا جباری-محسن سلماسی-وند-محمد جواد سورچی-معصومه شریعت ناصری محمود منصوری-سیده ملیحه میر صالحی-حسام نادری-مجتبی نکوئیان-محمد نهاوندی-مقدم	فیزیک	
محمد رضا پور جاوید-سعید تیزرو-روزبه رضوانی-امیرحسین طیبی-علیرضا کیانی-دوست-امیرحسین مسلمی هادی مهدی زاده	شیمی	

#### گزینشگران و ویراستاران

نام درس	حسابان ۲	هندسه و گسسته	فیزیک	شیمی
گزینشگر	عادل حسینی	امیرحسین ابومحبوب	حسام نادری	امیرحسین مسلمی
گروه ویراستاری	سعید خان بابایی	امیرمحمد کریمی مهرداد ملوندی	زهره آقامحمدی	محمدحسن محمدزاده-مقدم امیرحسین مسلمی
بازبینی نهایی رتبه های برتر	پارسا نوروزی منش سهیل تقی زاده	پارسا نوروزی منش	حسین بصیر ترکمبور	احسان پنجه شاهی
مسئول درس	عادل حسینی	امیرحسین ابومحبوب	حسام نادری	ماهان زواری
مستندسازی	سمیه اسکندری	سرژ یقیا زاریان تبریزی	علیرضا همایون خواه	امیرحسین مرتضوی حسین شاهسواری

#### گروه فنی و تولید

مدیر گروه	مهرداد ملوندی
مسئول دفترچه	نرگس غنی زاده
گروه مستندسازی	مدیر گروه: محیا اصغری مسئول دفترچه: الهه شهبازی
حروفنگار	فرزانه فتح اله زاده
ناظر چاپ	سوران نعیمی

گروه آزمون

بنیاد علمی آموزشی قلمچی (وقف عام)

دفتر مرکزی: خیابان انقلاب بین صبا و فلسطین - پلاک ۹۲۳ - کانون فرهنگی آموزش - تلفن: ۰۲۱-۶۴۴۳



## حسابان ۲

## ۱- گزینه «۱»

(مهردار ملونری)

نمودار تابع  $f'$  یک ریشه ساده دارد، پس تابع  $f$  فقط یک اکسترمم خواهد داشت. این اکسترمم از جنس مینیمم است.

(حسابان ۲- صفحه ۱۲۳)

## ۲- گزینه «۱»

(ظاهر «ارستانی»)

تفاوت گزینه‌ها در یکنوایی تابع، علامت مشتق اول در اطراف  $x = 0$  است.

$$f'(x) = -\frac{x(x^3 + 3x - 2)}{(x^3 + 1)^2}$$

در اطراف  $x = 0$ ،  $f'(x)$  را تعیین علامت می‌کنیم:

$x$	$0$
$f'(x)$	$- \quad 0 \quad +$
$f(x)$	$\searrow \quad \nearrow$

پس  $x = 0$ ، مینیمم نسبی تابع خواهد بود.

(حسابان ۲- صفحه‌های ۱۲۳ تا ۱۲۶)

## ۳- گزینه «۳»

(عادل حسینی)

مختصات نقطه  $(-1, 3)$  در ضابطه تابع صدق می‌کند:

$$3 = 2(-1)^3 + a(-1)^2 + b(-1) + 1 \Rightarrow a - b = 4 \quad (1)$$

از طرفی چون  $x = -1$  طول اکسترمم مشتق‌پذیر تابع است، مشتق تابع در این نقطه صفر است.

$$y' = 6x^2 + 2ax + b \xrightarrow{x=-1} 0 = 6 - 2a + b \Rightarrow 2a - b = 6 \quad (2)$$

از معادلات (۱) و (۲) داریم:  $a = 2$ ،  $b = -2$

$$\Rightarrow y' = 6x^2 + 4x - 2 = 2(x+1)(3x-1)$$

پس طول مینیمم نسبی  $x = \frac{1}{3}$  است و مقدار تابع در این نقطه برابر است با:

$$y = 2\left(\frac{1}{3}\right)^3 + 2\left(\frac{1}{3}\right)^2 - 2\left(\frac{1}{3}\right) + 1 = \frac{17}{27}$$

(حسابان ۲- صفحه‌های ۱۲۳ تا ۱۲۶)

## ۴- گزینه «۴»

(مهروی ملارمضانی)

باید معادله  $f'(x) = 0$  جواب مرتبه فرد نداشته باشد. پس داریم:

$$f(x) = \frac{2x^2 - 4x}{2x^2 - 4x + m}$$

$$f'(x) = \frac{m(4x - 4)}{(2x^2 - 4x + m)^2}$$

اگر  $m \neq 2$  باشد، عبارت  $4x - 4$  به ازای  $x = 1$  صفر می‌شود، پس  $x = 1$  طول اکسترمم نسبی تابع است و اگر  $m = 0$  باشد، تابع با دامنه  $\{0, 2\}$ ،  $\mathbb{R} - \{0\}$  با تابع ثابت  $f(x) = 1$  مساوی است که در تمامی نقاط اکسترمم نسبی دارد.

دقت کنید که اگر  $m = 2$  باشد، تابع  $f(x) = 1 - \frac{1}{(x-2)^2}$  اکسترمم ندارد.

(حسابان ۲- صفحه‌های ۱۲۳ تا ۱۲۶)

## ۵- گزینه «۴»

(عادل حسینی)

مشتق تابع را حساب می‌کنیم:

$$y' = \pi(1 + \tan^2 \pi x) - k = \pi \tan^2 \pi x + \pi - k$$

عبارت  $\tan^2 \pi x$  همواره نامنفی است. پس برای غیریکنوا شدن تابع، لازم است شرط منفی شدن  $y'$  را بررسی کنیم:

$$\pi \tan^2 \pi x + \pi - k < 0 \Rightarrow \tan^2 \pi x < \frac{k}{\pi} - 1$$

برای این‌که بازه‌ای پیدا کنیم، نامعادله بالا باید جواب داشته باشد، در نتیجه

$$\Rightarrow k > \pi \quad \frac{k}{\pi} - 1 \text{ مثبت باشد:}$$

این یعنی کمترین مقداری برای  $k$  نمی‌توان پیدا کرد.

(حسابان ۲- صفحه‌های ۱۲۰ تا ۱۲۲)

## ۶- گزینه «۴»

(سیدرضا اسلامی)

مشتق دوم تابع را به دست می‌آوریم:

$$y' = x + 2 - \frac{1}{\sqrt{-2x}} \Rightarrow y'' = 1 - \frac{1}{\sqrt{(-2x)^3}}$$

باید نامعادله  $y'' \leq 0$  را حل کنیم:

$$\Rightarrow \frac{1}{\sqrt{(-2x)^3}} \geq 1 \Rightarrow \sqrt{(-2x)^3} \leq 1 \Rightarrow (-2x)^3 \leq 1$$

$$\Rightarrow -2x \leq 1 \Rightarrow x \geq -\frac{1}{2}$$

دامنه تابع نیز بازه  $[-\frac{1}{2}, 0]$  است، پس بازه مورد نظر  $[-\frac{1}{2}, 0]$  است.

$$\Rightarrow b - a = \frac{1}{2}$$

(حسابان ۲- صفحه‌های ۱۲۹ و ۱۳۰)

## ۷- گزینه «۲»

(شاهین پروازی)

$$f'(x) = 3ax^2 + 2(1-a^2)x + 3$$

$$f''(x) = 6ax + 2(1-a^2)$$



صفرهای ضابطه  $y = 3x^2 + 2ax$ ،  $x_1 = 0$  و  $x_2 = -\frac{2a}{3}$  هستند که نباید در دامنه  $(0, +\infty)$  باشند:

$$\Rightarrow -\frac{2a}{3} \leq 1 \Rightarrow a \geq -\frac{3}{2} \quad (2)$$

$$-\frac{3}{2} \leq a < 0 \quad \text{از (۱) و (۲) به دست می‌آید:}$$

شرط دیگر برای اکیداً صعودی شدن تابع این است که

$$\lim_{x \rightarrow 1^+} f(x) \geq \lim_{x \rightarrow 1^-} f(x) \quad \text{باشد.}$$

$$\Rightarrow 1 + a + b \geq -a \Rightarrow b \geq -2a - 1$$

حدود عبارت  $-2a - 1$  بازه  $(-1, 2]$  است. بنابراین  $b > -1$  شرطی درست برای  $b$  است. هر چند که مقدار  $b$  وابسته به مقدار  $a$  است.

(مسئله ۲- صفحه‌های ۱۲۰ تا ۱۲۲)

۱۰. گزینه «۳» (لازم ابدالی)

مشتق تابع را به دست می‌آوریم:

$$y' = \frac{\frac{\sqrt{x}}{2} - \frac{1}{2\sqrt{x}} + 1}{(x+1)^2} = \frac{(\sqrt{x}+1)^2 - 2}{2\sqrt{x}(x+1)^2}$$

و سپس ریشه‌های آن را به دست می‌آوریم:

$$y' = 0 \Rightarrow (\sqrt{x}+1)^2 = 2 \xrightarrow{\sqrt{x} > 0} \sqrt{x}+1 = \sqrt{2}$$

$$\Rightarrow \sqrt{x} = \sqrt{2} - 1 \Rightarrow x = 3 - 2\sqrt{2}$$

با در نظر گرفتن نقطه‌ای فرضی مانند  $x = 4$ ، نتیجه می‌گیریم که به ازای

$$x > 3 - 2\sqrt{2} : y' > 0 \quad \text{و برای} \quad 0 \leq x < 3 - 2\sqrt{2} : y' < 0 \quad \text{است.}$$

پس اکسترمم از نوع مینیمم است. حال مقدار آن را حساب می‌کنیم:

$$y = \frac{3 - 2\sqrt{2} - (\sqrt{2} - 1)}{4 - 2\sqrt{2}} = \frac{1 - \sqrt{2}}{2}$$

(مسئله ۲- صفحه‌های ۱۲۴ تا ۱۲۶)

### حسابان ۲- آشنا

(رافل تیری ۸۲)

۱۱. گزینه «۳»

در توابع چندجمله‌ای، در هر بازه‌ای که  $y' \geq 0$  باشد، تابع همواره صعودی

$$y = x^3 + ax^2 + x \quad \text{است، پس داریم:}$$

$$y' = 3x^2 + 2ax + 1 \geq 0$$

عبارت درجه دوم  $a'x^2 + b'x + c'$  وقتی همواره نامنفی است اگر  $a' > 0$

و  $\Delta \leq 0$  باشد.

$$\Rightarrow \Delta = 4a^2 - 12 \leq 0 \Rightarrow a^2 \leq 3 \Rightarrow |a| \leq \sqrt{3}$$

(مسئله ۲- صفحه‌های ۱۲۰ تا ۱۲۲)

با توجه به ریشه  $f''(x)$  جدول تعیین علامت  $f''$  به صورت زیر است:

$x$	$\frac{a^2 - 1}{3a}$
$f''$	$- \quad   \quad +$

$$\frac{a^2 - 1}{3a} = \frac{1}{2} \quad \text{و با توجه به صورت مسئله داریم:}$$

$$\Rightarrow 2a^2 - 3a - 2 = 0 \Rightarrow a = -\frac{1}{2} \quad \text{یا} \quad 2$$

اگر  $a = -\frac{1}{2}$ ،  $f''$  تغییر نمودار تابع در بازه  $(-\infty, \frac{1}{2})$  به طرف بالا خواهد

بود که خلاف فرض مسئله است. پس  $a = 2$  قابل قبول است.

$$\Rightarrow f(x) = 2x^3 + (-3)x^2 + 3x \Rightarrow f(a) = f(2) = 10$$

(مسئله ۲- صفحه‌های ۱۲۹ و ۱۳۰)

۸. گزینه «۲»

(کیان کریمی فراسانی)

تابع  $f$  در  $x = 3$  پیوسته است و در یک همسایگی آن داریم:

$$f(x) = \begin{cases} (x-2)^2 + ax & ; x < 3 \\ (x-2)^3 + ax & ; x \geq 3 \end{cases}$$

$$\Rightarrow f'(x) = \begin{cases} 2(x-2) + a & ; x < 3 \\ 3(x-2)^2 + a & ; x > 3 \end{cases}$$

$$\Rightarrow f'_-(3) = 2 + a, \quad f'_+(3) = 3 + a$$

برای این که در  $x = 3$  اکسترمم داشته باشیم، مشتق‌های چپ و راست باید

غیرهم علامت باشند:

$$\Rightarrow (2+a)(3+a) \leq 0 \Rightarrow -3 \leq a \leq -2$$

(مسئله ۲- صفحه‌های ۱۲۳ تا ۱۲۶)

۹. گزینه «۴»

(عارل مسینی)

ابتدا تابع مشتق را به دست می‌آوریم:

$$f'(x) = \begin{cases} \frac{-2a}{(x-2)^2} & ; x < 1 \\ 3x^2 + 2ax & ; x > 1 \end{cases}$$

مشتق تابع در  $\mathbb{R} - \{1\}$  نباید تغییر علامت دهد. حال با توجه به حدود دامنه

ضابطه  $y = 3x^2 + 2ax$ ، متوجه می‌شویم این علامت ثابت، مثبت است.

پس شرایط لازم را برای مثبت شدن  $f'$  به دست می‌آوریم:

$$y = \frac{-2a}{(x-2)^2} > 0 \Rightarrow a < 0 \quad (1)$$



## ۱۲- گزینه «۲»

(راغل ریاضی ۱۴۰۰)

ابتدا دامنه تابع  $f(x) = 2\sqrt{x} - \frac{3}{2\sqrt{x^2-1}}$  را می‌یابیم:

$$D_f : \begin{cases} x \geq 0 \\ x^2 - 1 \neq 0 \Rightarrow x \neq \pm 1 \end{cases} \xrightarrow{\text{اشتراک}} [0, +\infty) - \{1\}$$

$$\Rightarrow D_f = [0, 1) \cup (1, +\infty)$$

حال مشتق تابع  $f$  را می‌یابیم:

$$f(x) = 2\sqrt{x} - \frac{3}{2\sqrt{x^2-1}} \Rightarrow f'(x) = \frac{1}{\sqrt{x}} + \frac{x}{\sqrt{(x^2-1)^3}}$$

با توجه به دامنه، مشتق تابع  $f$  در بازه‌های  $(0, 1)$  و  $(1, +\infty)$  موجود و همواره مثبت است. پس تابع  $f$  روی دو بازه  $(0, 1)$  و  $(1, +\infty)$  صعودی است. توجه کنید که تابع  $f$  در  $x=1$  ناپیوسته است.

(حسابان ۲- صفحه‌های ۱۲۰ تا ۱۲۲)

## ۱۳- گزینه «۱»

(کتاب آبی)

نقاط اکسترمم نسبی، ریشه‌های ساده یا مکرر مرتبه فرد معادله  $y' = 0$  هستند، لذا:

$$y' = 5(x-2)^4(x-3)^6 + 6(x-2)^5(x-3)^5 \Rightarrow y' = (x-2)^4(x-3)^5(11x-27)$$

تابع در نقاط به طول‌های  $x = \frac{27}{11}$  و  $x = 3$  اکسترمم نسبی دارد ولی

$x = 2$  اکسترمم نسبی نخواهد بود، زیرا در آن  $y'$  ریشه مکرر مرتبه زوج دارد. برای تعیین نوع نقطه، از آزمون مشتق اول استفاده می‌کنیم. با تعیین علامت  $y'$  خواهیم داشت:

x	2	$\frac{27}{11}$	3
y'	+	+	-
y	↗	↗ max	↘ min ↗

بنابراین تابع یک ماکزیمم نسبی و یک مینیمم نسبی دارد.

(حسابان ۲- صفحه‌های ۱۲۳ تا ۱۲۶)

## ۱۴- گزینه «۱»

(فارج تهری ۹۹)

برای به‌دست آوردن ماکزیمم نسبی، ابتدا مشتق را برابر صفر قرار داده و جدول تغییرات تابع را تشکیل می‌دهیم:

$$f(x) = \frac{x^2 + 2x - 3}{x^2 + 1} = 1 + \frac{2(x-2)}{x^2 + 1}$$

$$f'(x) = 2x \times \frac{-x^2 + 4x + 1}{(x^2 + 1)^2}$$

$$f'(x) = 0 \Rightarrow -x^2 + 4x + 1 = 0 \Rightarrow x^2 - 4x - 1 = 0$$

$$\Rightarrow x = 2 \pm \sqrt{5}$$

جدول تغییرات رفتار را داریم:

x	$2 - \sqrt{5}$	$2 + \sqrt{5}$
f'	-	+
f	↘ min ↗	↘ max ↗

بنابراین تابع به ازای  $x = 2 + \sqrt{5}$ ، ماکزیمم نسبی دارد. مقدار  $f(2 + \sqrt{5})$  را می‌یابیم:

$$f(2 + \sqrt{5}) = 1 + \frac{2\sqrt{5}}{10 + 4\sqrt{5}} = \sqrt{5} - 1$$

(حسابان ۲- صفحه‌های ۱۲۳ تا ۱۲۶)

## ۱۵- گزینه «۲»

(کتاب آبی)

با استفاده از آزمون مشتق اول داریم:

$$f(x) = \sqrt[3]{x}(x-7)^2$$

$$f'(x) = \frac{(x-7)(2x-7)}{3\sqrt[3]{x^2}}$$

$$\Rightarrow \text{نقاط بحرانی: } x=7, x=1, x=0$$

x	0	1	7
f'	+	+	-
f	↗	↗ max	↘ min ↗

با توجه به جدول، تابع در  $x=1$  و  $x=7$  دارای اکسترمم نسبی است. بنابراین:

$$f(1) = 1(1-7)^2 = 36 \rightarrow A(1, 36)$$

$$f(7) = \sqrt[3]{7}(7-7)^2 = 0 \rightarrow B(7, 0)$$

$$\Rightarrow AB = \sqrt{(1-7)^2 + (36-0)^2} = \sqrt{36 + 36^2} = \sqrt{36(1+36)} = 6\sqrt{37}$$

(حسابان ۲- صفحه‌های ۱۲۳ تا ۱۲۶)

## ۱۶- گزینه «۴»

(کتاب آبی)

بیشترین فاصله تابع از محور  $x$  ها همان ماکزیمم مقدار تابع است. با استفاده از مشتق گیری داریم:

$$f(x) = \sqrt[3]{x+2} - \sqrt[3]{x+1}$$

$$f'(x) = \frac{1}{3\sqrt[3]{(x+2)^2}} - \frac{1}{3\sqrt[3]{(x+1)^2}}$$

$$f'(x) = 0 \Rightarrow \sqrt[3]{(x+2)^2} = \sqrt[3]{(x+1)^2} \Rightarrow |x+2| = |x+1|$$



با توجه به نمودار دیده می‌شود که جهت تقعر در نقاط به طول‌های صفر و ۲ عوض می‌شود.

(مسابان ۲- صفحه‌های ۱۲۹ و ۱۳۰)

(داغل ریاضی ۹۰)

۱۹- گزینه «۱»

در بازه‌ای که تقعر تابع رو به بالاست،  $y'' > 0$  است، لذا:

$$y = \frac{-2}{x^2 + 3} \Rightarrow y' = \frac{2(2x)}{(x^2 + 3)^2}$$

$$\Rightarrow y'' = \frac{4(3 - 2x^2)}{(x^2 + 3)^3}$$

مخرج کسر همواره مثبت است، لذا باید:

$$3 - 2x^2 > 0 \Rightarrow x^2 < 1.5 \Rightarrow |x| < 1$$

(مسابان ۲- صفحه‌های ۱۲۹ و ۱۳۰)

(کتاب آبی)

۲۰- گزینه «۱»

باید بازه‌ای را بیابیم که در آن  $f' > 0$  و  $f'' < 0$  باشد، بنابراین:

$$f(x) = \sqrt[3]{x}(x+4)$$

$$f'(x) = \frac{4x+4}{3\sqrt[3]{x^2}}$$

$$\frac{f'(x) > 0}{3\sqrt[3]{x^2}} \Rightarrow \frac{4(x+1)}{3\sqrt[3]{x^2}} > 0 \Rightarrow x > -1 \quad (I)$$

ابتدا تابع  $f'$  را ساده کرده و سپس  $f''$  را می‌یابیم:

$$f'(x) = \frac{4}{3}(x+1)x^{-\frac{2}{3}} = \frac{4}{3}\left(x^{\frac{1}{3}} + x^{-\frac{2}{3}}\right)$$

$$\Rightarrow f''(x) = \frac{4}{9\sqrt[3]{x^2}}\left(\frac{x-2}{x}\right)$$

$$\frac{f''(x) < 0}{x} \Rightarrow \frac{x-2}{x} < 0 \Rightarrow 0 < x < 2 \quad (II)$$

$$\xrightarrow{\text{اشتراک (I) و (II)}} 0 < x < 2$$

(مسابان ۲- صفحه‌های ۱۲۹ و ۱۳۰)

$$\Rightarrow x+2 = -(x+1) \Rightarrow 2x = -3 \Rightarrow x = -\frac{3}{2}$$

$$\Rightarrow f\left(-\frac{3}{2}\right) = \sqrt[3]{-\frac{3}{2}} + 2 - \sqrt[3]{-\frac{3}{2}+1} = \sqrt[3]{\frac{1}{2}} - \sqrt[3]{-\frac{1}{2}}$$

$$= \frac{1}{\sqrt[3]{2}} + \frac{1}{\sqrt[3]{2}} = \frac{2}{\sqrt[3]{2}} \times \frac{\sqrt[3]{2^2}}{\sqrt[3]{2^2}} = \frac{2\sqrt[3]{2^2}}{2} = \sqrt[3]{4}$$

(مسابان ۲- صفحه‌های ۱۲۳ تا ۱۲۶)

(کتاب آبی)

۱۷- گزینه «۱»

از تابع مشتق گرفته و جدول تعیین علامت آن را تشکیل می‌دهیم:

$$f(x) = x^4 - 2x^2 - 12$$

$$f'(x) = 4x^3 - 4x \xrightarrow{f'(x)=0} 4x(x^2-1) = 0$$

$$\Rightarrow x=0, x=1, x=-1$$

x	-1	0	1
f'	-	+	-
f	↘ min	↗ max	↘ min

با توجه به جدول تابع در  $x=0$  دارای ماکزیمم نسبی است و عرض آن

$$f(0) = -12$$

پس خط موازی محور  $x$  ها در این نقطه ماکزیمم نسبی به صورت

$y = -12$  است. برای یافتن نقاط دیگر تقاطع این خط با تابع  $f$ ، معادله

تلاقی زیر را حل می‌کنیم:

$$f(x) = -12 \Rightarrow x^4 - 2x^2 - 12 = -12$$

$$\Rightarrow x^4 - 2x^2 = 0 \Rightarrow x^2(x^2 - 2) = 0$$

$$\Rightarrow x=0, x=\sqrt{2}, x=-\sqrt{2}$$

$$\Rightarrow AB = |x_A - x_B| = |\sqrt{2} - (-\sqrt{2})| = 2\sqrt{2}$$

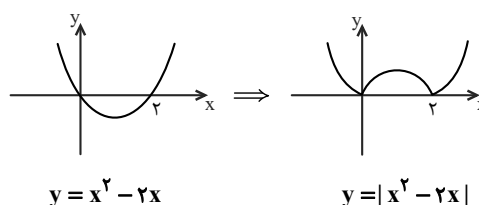
(مسابان ۲- صفحه‌های ۱۲۳ تا ۱۲۶)

(کتاب آبی)

۱۸- گزینه «۲»

نمودار تابع  $y = |x^2 - 2x|$  را به کمک تابع  $y = x^2 - 2x$ ،

رسم می‌کنیم:





## هندسه ۳

## ۲۱- گزینه «۲»

(سوکندر روشنی)

در مثلث  $ABC$ ، بردارهای  $\overrightarrow{BA}$  و  $\overrightarrow{BC}$  در یک راستا نیستند پس موقعی رابطه داده شده برقرار است که داشته باشیم:

$$\begin{cases} x - 2y = 0 \\ x + y = 6 \end{cases} \Rightarrow 3y = 6 \Rightarrow y = 2, x = 4$$

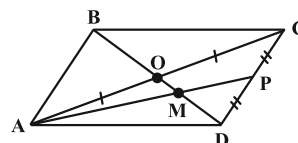
$$\begin{cases} \vec{a} = (4, 2) \\ \vec{b} = (2, 4) \end{cases} \Rightarrow \text{نیمساز داخلی} = \frac{\vec{a}}{|\vec{a}|} + \frac{\vec{b}}{|\vec{b}|} = \frac{(4, 2)}{\sqrt{20}} + \frac{(2, 4)}{\sqrt{20}} = \frac{(6, 6)}{\sqrt{20}}$$

$$\frac{x\sqrt{20}}{6} \rightarrow (1, 1)$$

(هنر سه ۳- بردارها: صفحه‌های ۶۹ تا ۷۲)

## ۲۲- گزینه «۴»

(سوکندر روشنی)



می‌دانیم در هر متوازی‌الاضلاع قطرهای منصف یکدیگرند، در نتیجه

$$OA = OC \text{ است.}$$

در نتیجه  $M$  محل هم‌رسمی میانه‌های مثلث  $ACD$  است.

$$\overrightarrow{DM} = 2\overrightarrow{MO}$$

$$\text{از طرفی: } \overrightarrow{DC} + \overrightarrow{DA} = \overrightarrow{DB} = 2\overrightarrow{DO}$$

$$\Rightarrow \overrightarrow{DO} = \frac{1}{2}(\overrightarrow{DC} + \overrightarrow{DA}) \xrightarrow{\overrightarrow{DO} = 2\overrightarrow{MO}}$$

$$2\overrightarrow{MO} = \frac{1}{2}(\overrightarrow{DC} + \overrightarrow{DA}) \Rightarrow \overrightarrow{MO} = \frac{1}{4}(\overrightarrow{DC} + \overrightarrow{DA})$$

$$= \frac{1}{3}\overrightarrow{DP} + \frac{1}{6}\overrightarrow{DA}$$

(هنر سه ۳- بردارها: صفحه‌های ۶۹ تا ۷۲)

(امیررضا خلاح)

## ۲۳- گزینه «۱»

$$\begin{aligned} \vec{a}' - \vec{b}' &= \frac{\vec{a} \cdot (\vec{a} - \vec{b})}{|\vec{a} - \vec{b}|^2} (\vec{a} - \vec{b}) - \frac{\vec{b} \cdot (\vec{a} - \vec{b})}{|\vec{a} - \vec{b}|^2} (\vec{a} - \vec{b}) \\ &= \frac{\vec{a} \cdot (\vec{a} - \vec{b}) - \vec{b} \cdot (\vec{a} - \vec{b})}{|\vec{a} - \vec{b}|^2} (\vec{a} - \vec{b}) = \frac{(\vec{a} - \vec{b}) \cdot (\vec{a} - \vec{b})}{|\vec{a} - \vec{b}|^2} (\vec{a} - \vec{b}) \\ &= \frac{|\vec{a} - \vec{b}|^2}{|\vec{a} - \vec{b}|^2} (\vec{a} - \vec{b}) = \vec{a} - \vec{b} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \vec{a}' - \vec{b}' = (-10, 5, 10) - (8, -13, -12) = (-18, 18, 22)$$

$$\xrightarrow{\text{تصویر قائم روی } xy} (-18, 18, 0)$$

$$\Rightarrow \text{مجموع مؤلفه‌ها} = -18 + 18 = 0$$

(هنر سه ۳- بردارها: صفحه‌های ۷۹ و ۸۰)

## ۲۴- گزینه «۱»

(مهرداد ملونری)

چون  $\vec{a}$  و  $\vec{b}$  بردارهایی یکه‌اند، پس  $|\vec{a}| = |\vec{b}| = 1$  و داریم:

$$|\vec{a} + \vec{b}|^2 = \left(\frac{\sqrt{5}}{2}\right)^2 \Rightarrow |\vec{a}|^2 + |\vec{b}|^2 + 2\vec{a} \cdot \vec{b} = \frac{5}{4}$$

$$\Rightarrow 2\vec{a} \cdot \vec{b} = -\frac{3}{4} \Rightarrow \vec{a} \cdot \vec{b} = -\frac{3}{8}$$

حاصل عبارت مورد نظر برابر می‌شود با:

$$(\vec{3}\vec{a} - \vec{2}\vec{b}) \cdot (\vec{2}\vec{a} + \vec{b}) = 6|\vec{a}|^2 + 3\vec{a} \cdot \vec{b} - 4\vec{b} \cdot \vec{a} - 2|\vec{b}|^2$$

$$= 6 - \vec{a} \cdot \vec{b} - 2 = 4 - \left(-\frac{3}{8}\right) = 4 + \frac{3}{8} = \frac{35}{8}$$

(هنر سه ۳- بردارها: صفحه‌های ۷۵ تا ۷۹)

## ۲۵- گزینه «۲»

(اسحاق اسفندیار)

$$\vec{a} - \vec{c} = -\vec{b} \Rightarrow |\vec{a} - \vec{c}| = |\vec{b}| \Rightarrow |\vec{a}|^2 + |\vec{c}|^2 - 2\vec{a} \cdot \vec{c} = |\vec{b}|^2$$

$$1 + 1 - 2\vec{a} \cdot \vec{c} = 1 \Rightarrow \vec{a} \cdot \vec{c} = \frac{1}{2}$$

$$|\vec{2}\vec{a} - \vec{3}\vec{c}|^2 = |\vec{2}\vec{a}|^2 + |\vec{3}\vec{c}|^2 - 2(\vec{2}\vec{a}) \cdot (\vec{3}\vec{c}) = 4 + 9 - 12\left(\frac{1}{2}\right) = 7$$

$$\Rightarrow |\vec{2}\vec{a} - \vec{3}\vec{c}| = \sqrt{7}$$



(فرشاد صدیقی فر)

۲۹- گزینه «۱»

با توجه به نامساوی کشی شوارتز  $|\vec{a} \cdot \vec{b}| \leq |\vec{a}| |\vec{b}|$  دو بردار  $\vec{a}$  و  $\vec{b}$  را

به صورت زیر حدس می‌زنیم و داریم:

$$\begin{cases} \vec{a} = (\sqrt{6}x, \sqrt{2}y, \sqrt{2}z) \\ \vec{b} = (\frac{3}{\sqrt{6}}, \sqrt{2}, \frac{1}{\sqrt{2}}) \end{cases}$$

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = 3x + 2y + z = 6$$

$$\Rightarrow \begin{cases} |\vec{a}| = \sqrt{6x^2 + 2y^2 + 2z^2} \\ |\vec{b}| = \sqrt{\frac{9}{6} + 2 + \frac{1}{2}} = 2 \end{cases} \xrightarrow{|\vec{a} \cdot \vec{b}| \leq |\vec{a}| |\vec{b}|}$$

$$6 \leq \sqrt{6x^2 + 2y^2 + 2z^2} \times 2 \Rightarrow 6x^2 + 2y^2 + 2z^2 \geq 9$$

(هندسه ۳- بردارها: صفحه ۷۹)

(امیرحسین ایوب‌میبوب)

۳۰- گزینه «۳»

طرفین رابطه  $2\vec{a} + 2\vec{b} + \vec{c} = \vec{0}$  را با بردار  $\vec{c}$  جمع می‌کنیم. در این

صورت داریم:

$$2\vec{a} + 2\vec{b} + 2\vec{c} = \vec{c} \Rightarrow |2\vec{a} + 2\vec{b} + 2\vec{c}|^2 = |\vec{c}|^2$$

$$\Rightarrow 4|\vec{a} + \vec{b} + \vec{c}|^2 = |\vec{c}|^2$$

$$\Rightarrow 4(|\vec{a}|^2 + |\vec{b}|^2 + |\vec{c}|^2 + \underbrace{2(\vec{a} \cdot \vec{b} + \vec{a} \cdot \vec{c} + \vec{b} \cdot \vec{c})}_x) = |\vec{c}|^2$$

$$\Rightarrow 4(\underbrace{4 + 9 + 16}_{29} + 2x) = 16$$

$$29 + 2x = 4 \Rightarrow 2x = -25 \Rightarrow x = -12.5$$

(هندسه ۳- بردارها: صفحه‌های ۷۷ تا ۸۰)

$$|\vec{a}'| = \frac{\vec{a} \cdot (2\vec{a} - 3\vec{c})}{|2\vec{a} - 3\vec{c}|^2} (2\vec{a} - 3\vec{c}) = \frac{|2\vec{a}|^2 - 3\vec{a} \cdot \vec{c}}{|2\vec{a} - 3\vec{c}|} = \frac{|2 - \frac{3}{2}|}{\sqrt{7}}$$

$$|\vec{a}'| = \frac{\sqrt{7}}{14}$$

(هندسه ۳- بردارها: صفحه‌های ۷۷ تا ۸۰)

۲۶- گزینه «۲»

(هومن عقیلی)

$$\vec{a} = (m, -1, 2), \quad \vec{b} = (1, -1, 0)$$

$$\Rightarrow \cos \varphi = \frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{|\vec{a}| |\vec{b}|} = \frac{m + 1 + 0}{\sqrt{m^2 + 5} \times \sqrt{2}}$$

$$\Rightarrow (m+1)^2 = m^2 + 5 \Rightarrow 2m = 4 \Rightarrow m = 2$$

(هندسه ۳- بردارها: صفحه‌های ۷۷ و ۷۸)

۲۷- گزینه «۴»

(امیررضا فلاح)

تذکر: زاویه بردار  $\vec{a} = (x, y, z)$  با جهت مثبت محور  $Ox$  از دستور

$$\cos \alpha = \frac{x}{|\vec{a}|} \text{ حاصل می‌شود.}$$

$$\left. \begin{aligned} \vec{a} = (x, y, z) \Rightarrow \cos 60^\circ &= \frac{x}{|\vec{a}|} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{x}{4} \Rightarrow x = 2 \\ \Rightarrow \vec{a} &= (2, y, z) \\ \vec{b} = (x', y', z') \Rightarrow \cos 45^\circ &= \frac{x'}{|\vec{b}|} \Rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{x'}{2\sqrt{2}} \Rightarrow x' = 2 \\ \Rightarrow \vec{b} &= (2, y', z') \end{aligned} \right\}$$

$$\vec{a} - \vec{b} = (0, y - y', z - z')$$

چون مؤلفه  $x$  در بردار  $\vec{a} - \vec{b}$  برابر صفر است پس بردار  $\vec{a} - \vec{b}$  بر محور $Ox$  عمود است.

(هندسه ۳- بردارها: صفحه‌های ۷۷ تا ۷۹)

۲۸- گزینه «۳»

(افشین خاصه‌نار)

(برای دو بردار غیر صفر  $\vec{a}$  و  $\vec{b}$ )  $\vec{a} \cdot \vec{b} = 0 \Leftrightarrow \vec{a}$  و  $\vec{b}$  بر هم عمودند

(هندسه ۳- بردارها: صفحه ۷۹)







۳۷- گزینه «۳»

(اساقی اسفندیار)

۱	۳	۲
۲	۱	۳
۳	۲	۱

مربع لاتین A به صورت A = است. درایه‌های قطر فرعی

مربع B همگی می‌تواند ۲ و ۳ باشند اما ۱ نمی‌تواند باشد پس دو مربع

۲	۱	۳
۱	۳	۲
۳	۲	۱

لاتین و برای B وجود دارد که با A

متعامد است.

(ریاضیات گسسته - ترکیبیات: صفحه‌های ۶۴ تا ۶۷)

۳۸- گزینه «۲»

(نیلوفر مهروی)

اگر مجموعه اعداد بخش‌پذیر بر ۲ را با A، بر ۳ را با B و بر ۱۱ را با C

نشان دهیم، داریم:

$$|A| = \left[ \frac{120}{2} \right] = 60$$

$$|B| = \left[ \frac{120}{3} \right] = 40$$

$$|C| = \left[ \frac{120}{11} \right] = 10$$

$$|A \cap B| = \left[ \frac{120}{6} \right] = 20$$

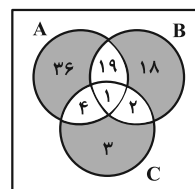
$$|A \cap C| = \left[ \frac{120}{22} \right] = 5$$

$$|B \cap C| = \left[ \frac{120}{33} \right] = 3$$

$$|A \cap B \cap C| = \left[ \frac{120}{66} \right] = 1$$

با کمک نمودار ون تعداد اعدادی که تنها بر یکی از اعداد ۲، ۳ و ۱۱

بخش پذیرند، مشخص می‌کنیم:



$$36 + 18 + 3 = 57$$

(ریاضیات گسسته - ترکیبیات: صفحه‌های ۷۳ تا ۷۶)

۳۹- گزینه «۲»

(سیرمهر رضا حسینی فردر)

در تابع صعودی، اعضای برد به ترتیب از کوچک به بزرگ مرتب شده‌اند؛

پس باید تعداد اعضای از دامنه که به اعداد ۱، ۲ و ۳ نظیر می‌شوند را

مشخص کنیم که جمع این تعداد، برابر ۷ می‌شود:

$$x_1 + x_2 + x_3 = 7 \xrightarrow{x_i \geq 1} \binom{6}{2} = 15$$

بنابراین ۱۵ تابع پوشا و صعودی می‌توان ساخت.

(ریاضیات گسسته - ترکیبیات: صفحه‌های ۷۷ و ۷۸)

۴۰- گزینه «۴»

(فرزاد یواری)

می‌دانیم در مربع‌های لاتین از مرتبه ۳ مانند A و B اگر در هر دو مربع،

درایه‌های واقع بر قطر اصلی اعداد یکسان بودند آن دو مربع لاتین متعامد

نمی‌باشند. اما اگر در یکی از مربع‌ها درایه‌های قطر اصلی و در دیگری

درایه‌های قطر فرعی برابر بودند حتماً متعامدند.

در مربع A همه درایه‌های قطر اصلی ۱ و در مربع B همه درایه‌های قطر

اصلی برابر با ۳ می‌باشند پس بنابه نکته بالا A و B متعامد نیستند (چون

از کنار هم قرار دادن دو مربع A و B، اعداد دو رقمی تکراری روی قطر

اصلی ظاهر خواهند شد.)

می‌بایست عملیاتی روی B انجام گیرد که به جای قطر اصلی، درایه‌های قطر

فرعی B یکسان شوند. برای این منظور کافی است عملیات ذکر شده در

گزینه «۴» را انجام دهیم.

جایگشت

۱ → ۳
۳ → ۲
۲ → ۱

جایگشت روی B

۲	۱	۳
۳	۲	۱
۱	۳	۲

۳	۲	۱
۲	۱	۳
۱	۳	۲

تعویض سطر اول و دوم

→ B'

همه درایه‌های قطر فرعی B' برابرند، پس A و B' متعامدند.

(ریاضیات گسسته - ترکیبیات: صفحه‌های ۶۲ تا ۶۷)



## فیزیک ۳

## گزینه «۲» ۴۱-

(سپرده ملیحه میرحالی)

ابتدا توان خروجی چشمه را با استفاده از بازده و توان ورودی به دست می آوریم:

$$Ra = \frac{P_{out}}{P_{in}} \Rightarrow \frac{2}{100} = \frac{P_{out}}{5} \Rightarrow P_{out} = 0.1 W$$

با استفاده از روابط  $E = nhf = \frac{nhc}{\lambda}$  و  $E = P \times t$  می توانیم تعداد فوتون های خروجی را به دست بیاوریم:

$$E_{out} = P_{out} \times t \Rightarrow \frac{nhc}{\lambda} = P_{out} \times t \Rightarrow \lambda = \frac{nhc}{P_{out} \times t} = \frac{1/1875 \times 10^{-19} \times 4 \times 10^{-15} \times 1/6 \times 10^{-19} \times 3 \times 10^8}{0.1 \times 60}$$

$$= \frac{36}{6} \times 10^{-7} m = 6 \times 10^{-7} m = 600 nm$$

(فیزیک ۳- آشنایی با فیزیک اتمی: صفحه های ۱۱۷ تا ۱۱۹)

## گزینه «۴» ۴۲-

(مجتبی نگوئیان)

با توجه به این که انرژی هر فوتون از رابطه  $E = hf = \frac{hc}{\lambda}$  به دست می آید، داریم:

$$E_B = 6E_A \Rightarrow \frac{hc}{\lambda_B} = 6 \frac{hc}{\lambda_A} \Rightarrow \lambda_A = 6\lambda_B$$

$$\lambda_A - \lambda_B = 50 \xrightarrow{\lambda_A = 6\lambda_B} 6\lambda_B - \lambda_B = 50$$

$$\Rightarrow \lambda_B = 10 nm, \quad \lambda_A = 60 nm$$

در نهایت بسامد پرتوی A را به صورت زیر محاسبه می کنیم:

$$f_A = \frac{c}{\lambda_A} = \frac{3 \times 10^8}{6 \times 10^{-8}} = 5 \times 10^{15} Hz = 5 \times 10^9 MHz$$

(فیزیک ۳- آشنایی با فیزیک اتمی: صفحه ۱۱۷)

## گزینه «۲» ۴۳-

(زهره آقاممیری)

ابتدا انرژی فوتون های رسیده به سطح زمین را بر حسب ژول محاسبه می کنیم:

$$E = nhf = \frac{nhc}{\lambda} (eV) = \frac{nhc}{\lambda} e(J)$$

$$\Rightarrow E = \frac{184 \times 10^{-19} \times 1240}{600} \times 1/6 \times 10^{-19} = 0.224 \times 1240 J$$

اکنون شدت تابشی را در سطح زمین به دست می آوریم:

$$I = \frac{P}{A} = \frac{E}{At} \xrightarrow{A=1m^2, t=1s} I = 0.224 \times 1240 \frac{W}{m^2}$$

درصد شدت تابش خورشید که به زمین می رسد برابر است با:

$$\frac{I}{I_{کل}} \times 100 = \frac{0.224 \times 1240}{1240} \times 100 = 22/4\%$$

شدت تابشی جذب شده  $100 - 22/4 = 77/6\%$ 

(فیزیک ۳- آشنایی با فیزیک اتمی: صفحه های ۱۱۶ تا ۱۲۰)

## گزینه «۱» ۴۴-

(معصومه شریعت ناصری)

در مورد انرژی جنبشی فوتوالکترون جدا شده داریم:

$$K = hf - W$$

W: انرژی لازم برای جدا کردن الکترون ها

اگر بسامد ۲ برابر شود داریم:

$$K' = 2hf - W$$

اگر معادله  $2K$  را تشکیل دهیم:

$$2K = 2hf - 2W$$

و با مقایسه این معادله با معادله  $K'$  می بینیم که:

$$\begin{cases} 2K = 2hf - 2W \\ K' = 2hf - W \end{cases} \Rightarrow K' > 2K$$

در نتیجه گزینه «۱» درست است.

(فیزیک ۳- آشنایی با فیزیک اتمی: صفحه های ۱۱۷ تا ۱۲۰)

## گزینه «۳» ۴۵-

(مجتبی نگوئیان)

موارد (الف) و (ب) نادرست و مورد (پ) درست است.

بررسی موارد نادرست:

(الف) تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد، ناشی از برهم کنش قوی بین اتم های سازنده آن است.

(ب) گازهای کم فشار و رقیق، طیفی گسسته را گسیل می کنند که شامل طول موج های معینی است.

(فیزیک ۳- آشنایی با فیزیک اتمی: صفحه های ۱۲۱ و ۱۲۲)

## گزینه «۳» ۴۶-

(علیرضا جباری)

با استفاده از رابطه انرژی الکترون در الگوی اتمی بور برای اتم هیدروژن می توان نوشت:

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \Rightarrow |\Delta E| = \left| -\frac{E_R}{n^2} - \left( -\frac{E_R}{(n+2)^2} \right) \right|$$

$$\frac{3}{16} E_R = \frac{E_R}{n^2} - \frac{E_R}{(n+2)^2} \Rightarrow \frac{3}{16} = \frac{1}{n^2} - \frac{1}{(n+2)^2}$$

از رابطه فوق مقدار n را به دست می آوریم. بهتر است به جای حل وقت گیر معادله فوق، با جای گذاری مقادیر محدود n در الگوی اتمی بور، به جواب  $n=2$  برسیم. شعاع بور را با  $a_0$  یا  $r_1$  نشان می دهیم و کوچک ترین شعاع مدار اتم هیدروژن است.

$$\left. \begin{aligned} r_n &= n^2 r_1 \xrightarrow{n=2} r_2 = 2^2 r_1 = 4r_1 \\ r_{n+2} &= (n+2)^2 r_1 \xrightarrow{n=2} r_4 = 4^2 r_1 = 16r_1 \end{aligned} \right\}$$

$$\Rightarrow \Delta r = r_2 - r_1 = 4r_1 - r_1 \Rightarrow \Delta r = 3r_1$$

(فیزیک ۳- آشنایی با فیزیک اتمی: صفحه های ۱۲۷ و ۱۲۸)



## ۴۷- گزینه «۳»

(معمود منتهی)

در مدل اتمی رادرفورد، پیش‌بینی فیزیک کلاسیک این بود که الکترون در حین گردش به دور هسته چون حرکت شتابدار است باید تابش کند و بسامد فوتون‌های گسیل شده برابر با بسامد دوران الکترون به دور هسته است و با کاهش شعاع دوران چون بسامد بیشتر می‌شود، بسامد فوتون‌های گسیلی هم افزایش می‌یابد.

(فیزیک ۳- آشنایی با فیزیک اتمی؛ صفحه‌های ۱۲۵ تا ۱۲۷)

## ۴۸- گزینه «۴»

(میشی نکلوتیان)

برانرژی‌ترین فوتون حاصل در رشته بالمر ( $n' = 2$ )، نمی‌تواند باعث رخ دادن پدیده فوتوالکتریک و تغییر فاصله تیغه‌ها شود، بنابراین باید انرژی پرتوهای فرودی افزایش یابد. انرژی تمامی فوتون‌های گسیل شده در رشته لیمان ( $n' = 1$ )، بیشتر از انرژی فوتون‌های گسیل شده رشته‌های بالمر ( $n' = 2$ )، پاشن ( $n' = 3$ )، براکت ( $n' = 4$ ) و پفوند ( $n' = 5$ ) است. پس با تاباندن یکی از فوتون‌های رشته لیمان ( $n' = 1$ )، ممکن است پدیده فوتوالکتریک رخ دهد و فاصله تیغه‌های الکتروسکوپ تغییر کند.

(فیزیک ۳- آشنایی با فیزیک اتمی؛ صفحه‌های ۱۱۶، ۱۱۷، ۱۲۳ و ۱۲۴)

## ۴۹- گزینه «۳»

(زهرا آقاممیری)

ابتدا انرژی فوتون گسیل شده را محاسبه می‌کنیم:

$$E = hf = 4 \times 10^{-15} \times \frac{34}{45} \times 10^{15} = \frac{136}{45} \text{ eV}$$

با توجه به رابطه گسیل فوتون از اتم هیدروژن، داریم:

$$hf = E_U - E_L \xrightarrow{E_n = -\frac{E_R}{n^2}} hf = 13 / 6 \left( \frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{136}{45} = 13 / 6 \left( \frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2} \right) \Rightarrow \frac{2}{9} = \frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2}$$

اگر فوتون گسیل شده مربوط به رشته پاشن ( $n_L = 3$ ) باشد:

$$\frac{2}{9} = \frac{1}{9} - \frac{1}{n_U^2} \Rightarrow \frac{1}{n_U^2} = \frac{1}{9} - \frac{2}{9} = -\frac{1}{9}$$

اگر فوتون گسیل شده مربوط به رشته بالمر ( $n_L = 2$ ) باشد:

$$\frac{2}{9} = \frac{1}{4} - \frac{1}{n_U^2} \Rightarrow \frac{1}{n_U^2} = \frac{1}{4} - \frac{2}{9} = \frac{1}{36} \Rightarrow n_U = 6$$

پس این فوتون مربوط به خط چهارم رشته بالمر است.

(فیزیک ۳- آشنایی با فیزیک اتمی؛ صفحه‌های ۱۲۱ تا ۱۲۹)

## ۵۰- گزینه «۱»

(معمود نهانری مقدم)

کمترین انرژی جذبی برای گذار از تراز ۲ به تراز ۷، در ناحیه فرابنفش قرار دارد.

$$E_V - E_V = -\frac{E_R}{V^2} - \left(-\frac{E_R}{V^2}\right) = \frac{49-4}{49 \times 4} E_R = \frac{45}{49 \times 4} E_R = hf_1$$

و بیشترین انرژی گسیلی گذار از تراز ۲ به تراز ۱ است.

$$E_V - E_1 = -\frac{E_R}{V^2} - \left(-\frac{E_R}{1^2}\right) = \frac{3}{4} E_R = hf_2$$

در نتیجه داریم:

$$\frac{hf_1}{hf_2} = \frac{\frac{45}{49 \times 4} E_R}{\frac{3}{4} E_R} \Rightarrow \frac{f_1}{f_2} = \frac{15}{49}$$

(فیزیک ۳- آشنایی با فیزیک اتمی؛ صفحه‌های ۱۲۳، ۱۲۴ و ۱۲۵)

## ۵۱- گزینه «۱»

(علیرضا جباری)

بررسی موارد:

الف) نادرست؛ انرژی فوتون ورودی، دقیقاً باید برابر با اختلاف انرژی بین تراز پایه و حالت برانگیخته باشد.

ب) نادرست؛ وقتی تعداد الکترون‌ها در تراز انرژی بالاتر افزایش پیدا کند می‌گوییم وارونی جمعیت رخ داده است.

پ) نادرست؛ فوتون‌هایی که باریکه لیزری را ایجاد می‌کنند، هم‌جهت و هم‌بسامد و هم‌فاز هستند.

ت) درست؛ انرژی لازم برای آن‌که الکترون‌ها را به تراز انرژی بالاتر برانگیخته کند می‌تواند توسط درخشش‌های شدید نور معمولی و یا تخلیه‌های ولتاژ بالا فراهم شود. بنابراین فقط مورد (ت) درست است.

(فیزیک ۳- آشنایی با فیزیک اتمی؛ صفحه‌های ۱۲۲ و ۱۲۳)

## ۵۲- گزینه «۲»

(معمود منتهی)

A و B عدد اتمی یکسان دارند، پس ایزوتوپ‌های یک عنصر هستند و خواص شیمیایی یکسان دارند و با روش‌های شیمیایی قابل جداسازی نیستند، اما C ماده شیمیایی دیگری است چون عدد اتمی آن با A و B متفاوت است.

$$N = A - Z \Rightarrow \begin{cases} N_A = 28 \\ N_B = 29 \\ N_C = 29 \end{cases}$$

پس نوترون‌های B و C با هم برابر است.

(فیزیک ۳- آشنایی با فیزیک هسته‌ای؛ صفحه‌های ۱۳۸ تا ۱۴۰)

## ۵۳- گزینه «۲»

(میشی نکلوتیان)

با توجه به این‌که بار هسته را تعداد پروتون‌های آن هسته مشخص می‌کند، داریم:

$$q_A = Z_A e \Rightarrow 4 / 8 \times 10^{-18} = Z_A (1 / 6 \times 10^{-19}) \Rightarrow Z_A = 30$$

$$q_B = Z_B e \Rightarrow 2 / 4 \times 10^{-18} = Z_B (1 / 6 \times 10^{-19}) \Rightarrow Z_B = 15$$



$$\Rightarrow \frac{v'}{v} = \frac{1}{2}$$

(فیزیک ۳- آشنایی با فیزیک اتمی؛ صفحه‌های ۱۱۷ تا ۱۲۰)

(معمود سوری)

۵۸- گزینه «۱»

با توجه به رابطه ریدبرگ  $\left(\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{n'^2}\right)\right)$  می‌دانیم یکی R در

SI معادل  $\frac{1}{m}$  است. از طرفی طبق رابطه  $E = \frac{hc}{\lambda}$  درمی‌یابیم یکی

hc در SI معادل J.m است. بنابراین داریم:

$$J = J.m \times \frac{1}{m} \xrightarrow{J=[E], J.m=[hc]} [E] = [hc][R]$$

لذا درمی‌یابیم hcR، از جنس کمیت انرژی است.

(فیزیک ۳- آشنایی با فیزیک اتمی؛ صفحه‌های ۱۱۷ و ۱۲۳)

(ریاضی خارج ۱۴۰۰)

۵۹- گزینه «۱»

انرژی فوتون گسیل شده برابر است با:

$$E = hf = 4 \times 10^{-15} \times 4 \times 10^{14} = 1.6 \text{ eV}$$

می‌دانیم که انرژی فوتون گسیلی برابر با اندازه اختلاف انرژی دو تراز است؛ بنابراین اختلاف انرژی دو تراز را در تک تک گزینه‌ها بررسی می‌کنیم:

$$|E_4 - E_3| = |(-3/4) - (-1/5)| = 1.9 \text{ eV} \quad (1) \text{ درست}$$

$$|E_1 - E_2| = |(-13/6) - (-3/4)| = 10.2 \text{ eV} \quad (2)$$

$$|E_2 - E_4| = |-3/4 - (-0.85)| = 2.55 \text{ eV} \quad (3)$$

$$|E_1 - E_4| = |-13/6 - (-0.85)| = 12.75 \text{ eV} \quad (4)$$

(فیزیک ۳- آشنایی با فیزیک اتمی؛ صفحه ۱۲۸)

(مسام ناری)

۶۰- گزینه «۲»

کافی است از رابطه  $E = mc^2$  استفاده کرده و در آخر انرژی بر حسب J را به kWh تبدیل کنیم:

$$E = mc^2 \xrightarrow{m=9mg=9 \times 10^{-3} \text{ kg}} E = 9 \times 10^{-6} \times 9 \times 10^{16}$$

$$= 81 \times 10^{10} \text{ J} = 81 \times 10^{10} \text{ W.s} \times \frac{1 \text{ kW}}{10^3 \text{ W}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}}$$

$$= 2.25 \times 10^5 \text{ kWh}$$

(فیزیک ۳- آشنایی با فیزیک هسته‌ای؛ صفحه ۱۴۱)

از طرفی هسته‌های A و B روی خط  $Z = N$  قرار گرفته‌اند، پس:

$$N_A = Z_A = 30 \Rightarrow A_A = Z_A + N_A = 60$$

$$N_B = Z_B = 15 \Rightarrow A_B = Z_B + N_B = 30$$

عدد جرمی هسته‌هایی که روی خط عمود بر خط  $Z = N$  قرار گرفته‌اند، با هم برابر است، بنابراین:

$$A_C = A_A = 60 \Rightarrow A_C - A_B = 60 - 30 = 30$$

(فیزیک ۳- آشنایی با فیزیک هسته‌ای؛ صفحه‌های ۱۳۹ و ۱۴۰)

(معمود منصور)

۵۴- گزینه «۳»

چون  $^{61}_{25}\text{X}$  و  $^{59}_{25}\text{X}$  عدد اتمی یکسان و عدد نوترونی متفاوت دارند، دارای خواص شیمیایی یکسان و خواص فیزیکی متفاوت هستند. پس برای جداسازی آن‌ها از هم، از روش غیرشیمیایی استفاده می‌شود. اما  $^{61}_{25}\text{X}$  و  $^{61}_{25}\text{X}$  عدد اتمی متفاوت دارند، در نتیجه خواص شیمیایی متفاوت دارند و روش شیمیایی برای جداسازی آن‌ها مؤثر است.

(فیزیک ۳- آشنایی با فیزیک هسته‌ای؛ صفحه‌های ۱۳۸ تا ۱۴۰)

(مسمن سلماسی‌وند)

۵۵- گزینه «۳»

بررسی عبارت‌های نادرست:

الف) توریم ( $Z = 90$ ) و اورانیوم ( $Z = 92$ ) استثناء هستند.

ب) برای پایداری باید نیروی الکترواستاتیکی و نیروی هسته‌ای بین نوکلئون‌ها موازنه شده باشد.

ث) جرم یک هسته اندکی کمتر از جرم نوکلئون‌های تشکیل‌دهنده آن هسته است و این اختلاف جرم به انرژی تبدیل می‌شود.

(فیزیک ۳- آشنایی با فیزیک هسته‌ای؛ صفحه‌های ۱۴۰ و ۱۴۱)

(ریاضی خارج کشور - تیرماه ۱۴۰۲)

۵۶- گزینه «۳»

نیروهای هسته‌ای کوتاه‌برد بوده و در فواصل کوچک‌تر از ابعاد هسته اثر می‌کند. همچنین از دید نیروی هسته‌ای، تفاوتی بین پروتون و نوترون وجود ندارد و نیروی بین همگی آن‌ها از نوع جاذبه می‌باشد.

(فیزیک ۳- آشنایی با فیزیک هسته‌ای؛ صفحه ۱۴۰)

(معمود نهاوندی مقدم)

۵۷- گزینه «۴»

رابطه  $K_{\max}$  به صورت مقابل است:

$$K_{\max} = \frac{hc}{\lambda} - W.$$

بنابراین داریم:

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{2}mv^2 &= \frac{1240}{310} - 2 = 2 \\ \frac{1}{2}mv'^2 &= \frac{1240}{496} - 2 = 0.5 \end{aligned} \right\} \xrightarrow{+} \frac{v^2}{v'^2} = 4 \Rightarrow \frac{v}{v'} = \sqrt{4} = 2$$



## شیمی ۳

۶۱- گزینه «۲»

(امیرمسین طیبی)

در تعادل اولیه، غلظت B را محاسبه می‌کنیم:

$$K = \frac{[B]^2}{[A]} \Rightarrow 1 = \frac{[B]^2}{0.04} \Rightarrow [B] = 0.2 \text{ mol/L}$$

از آنجایی که ثابت تعادل کاهش پیدا کرده است درمی‌یابیم که واکنش در جهت برگشت جابه‌جا شده است. از آنجایی که واکنش گرماگیر است می‌توان نتیجه گرفت که دما نیز کاهش پیدا کرده است.

	$A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$	
تعادل اولیه:	0.04	0.2
تغییرات:	+x	-2x
تعادل جدید:	0.04+x	0.2-2x

$$\begin{aligned} \Rightarrow K_p &= \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{(0.2-2x)^2}{0.04+x} = 0.18 \\ \Rightarrow 4x^2 - 0.8x + 0.04 &= 0.0072 + 0.18x \\ \Rightarrow 4x^2 - 0.98x + 0.0328 &= 0 \\ \Delta &= (0.98)^2 - 4(4)(0.0328) = 0.9604 - 0.5248 = 0.4356 \\ \Rightarrow x &= \frac{0.98 \pm \sqrt{0.4356}}{8} = \frac{0.98 \pm 0.66}{8} \\ \Rightarrow \begin{cases} x = 0.205 & \text{غ ق ق} \\ x = 0.04 & \text{ق ق} \end{cases} \end{aligned}$$

در نتیجه غلظت تعادلی B در تعادل جدید برابر با 0.12 مولار می‌باشد که نسبت به تعادل اولیه، 0.08 مولار کاهش پیدا کرده است.

(شیمی ۳- شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر: صفحه‌های ۱۰۳ تا ۱۰۸)

۶۲- گزینه «۱»

(ممد رضا پوریاوید)

با توجه به این که واکنش در جهت رفت گرماگیر است، با افزایش دما طبق اصل لوشاتلیه تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود. به این ترتیب غلظت NOCl کاهش یافته و غلظت گازهای NO و Cl<sub>2</sub> افزایش می‌یابد (این مورد در نمودارهای ۱ و ۲ مشاهده می‌شود) میزان تغییرات نیز متناسب با ضریب مولی آن‌ها خواهد بود. به این ترتیب نمودار (۱) درست خواهد بود.

(شیمی ۳- شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر: صفحه ۱۰۸)

۶۳- گزینه «۴»

(هاری معری زاده)

با توجه به داده‌های سؤال داریم:

	$2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$	
مول اولیه	n	0
تغییر مول	-2x	+2x
مول در تعادل	n-2x	2x

$$nSO_3 = 2x \Rightarrow 2x = 0.6 \Rightarrow x = 0.3$$

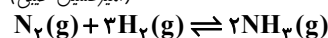
$$\begin{aligned} \Rightarrow K &= \frac{[SO_2]^2 [O_2]}{[SO_3]^2} \Rightarrow 75 \times 10^{-3} = \frac{(\frac{0.6}{V})^2 (\frac{0.3}{V})}{(\frac{0.6}{V})^2} \\ \Rightarrow \frac{0.3}{V} &= 75 \times 10^{-3} \Rightarrow V = 4L \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow n - 2x &= 0.6 \Rightarrow n = 2x + 0.6 \\ \Rightarrow n &= 2(0.3) + 0.6 \Rightarrow n = 1.2 \text{ mol} \end{aligned}$$

(شیمی ۳- شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر: صفحه‌های ۱۰۱ تا ۱۰۵)

۶۴- گزینه «۳»

(امیرمسین طیبی)



واکنش فرایند هابر:

بررسی موارد:

مورد اول: نادرست؛ ثابت تعادل تنها به دما بستگی دارد و با افزودن یا کاستن مواد موجود در واکنش، تغییر نمی‌کند.

مورد دوم: نادرست؛ با افزودن گاز نیتروژن، واکنش در جهت رفت جابه‌جا می‌شود و از جرم گاز هیدروژن کاسته می‌شود.

مورد سوم: درست؛ با افزودن گاز هیدروژن، در ابتدا غلظت گاز هیدروژن افزایش یافته پس واکنش در جهت رفت، جابه‌جا می‌شود در نتیجه از غلظت گاز هیدروژن کاسته می‌شود اما این کاهش غلظت به اندازه افزایش غلظت اولیه نیست و در مجموع غلظت H<sub>2</sub> نسبت به تعادل اولیه افزایش یافته است.

مورد چهارم: درست؛ با خارج کردن NH<sub>3</sub>، واکنش در جهت رفت جابه‌جا می‌شود و از غلظت N<sub>2</sub> کاسته می‌شود.

(شیمی ۳- شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر: صفحه‌های ۱۰۳ تا ۱۰۷)

۶۵- گزینه «۱»

(سعید تیزرو)

موارد اول، دوم و سوم نادرست‌اند.

عبارت مطرح شده در سؤال، مطابق متن صفحه ۱۰۳ کتاب درسی درست است. بررسی موارد:

مورد اول: در شرایط پهنه تولید آمونیاک دمای ۴۵۰°C و فشار ۲۰۰ atm می‌باشند که حجم مولی گازها در این شرایط برابر است با:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 22.4}{273K} = \frac{200 \times V_2}{273K} \Rightarrow V_2 = 0.3L$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 22.4}{273K} = \frac{200 \times V_2}{273K} \Rightarrow V_2 = 0.3L$$

ولی توجه کنید که تنها ۲۸٪ مولی مخلوط را آمونیاک تشکیل می‌دهد یا به بیان دیگر بازده واکنش ۱۰۰٪ نیست و پاسخ ۱/۲ لیتر نخواهد بود.

مورد دوم: گیاهان نمی‌توانند نیتروژن را به‌طور مستقیم از هوا جذب کنند. از این‌رو باید نیتروژن را به شکل ترکیب‌های نیتروژن‌دار از جمله آمونیاک و اوره به خاک افزود.

مورد سوم: مطابق اصل لوشاتلیه، جهت جبران افزایش غلظت یکی از مواد شرکت‌کننده، واکنش در جهتی پیش می‌رود که تا حد امکان مقداری از آن را مصرف کند و به تعادل جدید برسد؛ نه تعادل اولیه.

مورد چهارم: با کاهش مقداری NH<sub>3</sub> در این واکنش، تعادل جهت جبران این تغییر در مسیر رفت (مصرف N<sub>2</sub> و H<sub>2</sub>) پیش می‌رود اما نمی‌تواند این کاهش مقدار NH<sub>3</sub> را به‌طور کامل جبران کند. در نتیجه مقادیر تعادلی تمامی گازها در تعادل جدید نسبت به تعادل اولیه کاهش می‌یابد. همچنین تغییرات غلظت بر مقدار K بی‌تأثیر است.

(شیمی ۳- شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر: صفحه‌های ۱۰۳ تا ۱۰۹)

۶۶- گزینه «۱»

(امیرمسین طیبی)

با کاهش حجم محفظه واکنش، تعادل در جهتی جابه‌جا نمی‌شود، چون مجموع ضرایب گازها در دو طرف معادله برابر است.

بررسی موارد:

• غلظت مولار I<sub>2</sub> و HI افزایش می‌یابد زیرا با کاهش حجم محفظه غلظت همه گازها افزایش می‌یابد.

• ثابت تعادل تغییری نمی‌کند چون دما ثابت است.

• شمار اتم‌های هیدروژن و جرم مولکول‌های ید و مجموع شمار مولکول‌ها ثابت است چون واکنش در جهت خاصی جابه‌جا نمی‌شود.

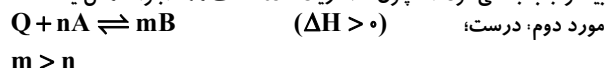
(شیمی ۳- شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر: صفحه‌های ۱۰۶ و ۱۰۷)

۶۷- گزینه «۴»

(علیرضا کیانی‌روست)

بررسی موارد:

مورد اول: نادرست؛ با توجه به این که ضریب m بزرگ‌تر از n است با انتقال به ظرف بزرگ‌تر V زیاد و P کاهش می‌یابد و تعادل به سمت مول‌گازی بیشتر جابه‌جا می‌شود. اما چون V زیاد شده غلظت همه اجزا کاهش یافته.





پ) با کاهش حجم ظرف، تعادل به سمت مول گازی کمتر (برگشت) جابه‌جا می‌شود.  
ت) در تعادل ذکر شده با افزایش حجم محلول، تعادل به سمت مول حل‌شونده بیشتر جابه‌جا می‌شود پس به سمت برگشت جابه‌جا می‌شود.  
(شیمی ۳- شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر؛ صفحه‌های ۱۰۳ تا ۱۰۷)

۷۲- گزینه «۳» (علیرضا کیانی دوست)

فشار سامانه گازی بیشتر می‌شود زیرا در کل مول گازها بیشتر شده است.  
بررسی سایر گزینه‌ها:  
گزینه «۱»:

	$2SO_2$	$O_2$	$2SO_3$
مول اولیه	۰/۳۲	۰/۱۶	۰/۶۸
تغییرات مول	$2x$	$+x$	$1-2x$
مول تعادلی	۰/۵۴	$Y$	$X$

پس:  $0/32 + 2x = 0/54 \Rightarrow x = 0/11$   
 $X - Y = (0/68 + 1 - 2x) - (0/16 + x) = 1/19 \text{ mol}$   
 تعداد مولکول‌ها برابر است با:  
 گزینه «۲»:

$$K_1 = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2 [O_2]} = \frac{(\frac{0/68}{10})^2}{(\frac{0/32}{10})^2 (\frac{0/16}{10})} \approx 282/2 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$$

گزینه «۴»:  
 $\frac{\text{تغییرات } SO_3}{\text{مول تزریقی } SO_3} = \frac{2x}{1} \times 100 = 22\%$   
 (شیمی ۳- شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر؛ صفحه‌های ۱۰۳ تا ۱۰۵)

۷۳- گزینه «۱» (سعید تیزرو)

هر دو مورد درست‌اند.

بررسی موارد:

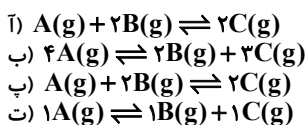
الف) با در نظر گرفتن این نکته که مجموع ضرایب مول‌های گازی در دو سمت معادله واکنش یکسان می‌باشند، می‌توان نتیجه گرفت افزایش حجم مطرح شده در سؤال بر جابه‌جایی این تعادل بی‌تأثیر است. همچنین می‌دانیم تنها تغییرات دما می‌توانند بر مقدار ثابت تعادل تأثیر بگذارند.

ب) در این سامانه با افزایش فشار مقدار مول B کاهش و مقدار مول A افزایش یافته است؛ یعنی تعادل در جهت برگشت جابه‌جا شده است. این یعنی تعداد مول گازی واکنش‌دهنده‌ها باید کمتر باشد ( $a < b$ ). برای افزایش مقدار فراورده تعادل باید در جهت رفت جابه‌جا شود و چون  $b > a$  است، درواقع به سمت مول گازی بیشتر پیش برود. پس باید حجم سامانه را افزایش داد یعنی به ۲۰ لیتر رساند.

(شیمی ۳- شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر؛ صفحه‌های ۱۰۵ تا ۱۰۷)

۷۴- گزینه «۳» (محمدرضا پورفایز)

با کاهش حجم سامانه، تعادل در جهت تعداد مول‌های گازی کمتر جابه‌جا می‌شود. با توجه به نمودارهای داده شده، معادله واکنش‌های فرضی انجام شده عبارت است از:



در بین معادله‌های مشخص شده، معادله‌های «ب» و «ت» چنین شرایطی دارند.  
 (شیمی ۳- شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر؛ صفحه‌های ۱۰۶ و ۱۰۷)

۷۵- گزینه «۲» (هاری مهری‌زاده)

موارد اول، سوم و چهارم درست می‌باشند.

بررسی مورد نادرست:

مورد دوم: در شرایط بهینه تولید آمونیاک در فرایند هابر، تنها ۲۸ درصد مولی مخلوط را آمونیاک تشکیل می‌دهد.

(شیمی ۳- شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر؛ صفحه‌های ۱۰۷ تا ۱۰۸)

با کاهش دما، Q کم می‌شود و تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود و به سمت ضریب کمتر می‌رود در نتیجه شمار مول‌های گازی کمتر می‌شود.  
مورد سوم: نادرست؛ چون این تعادل گرماگیر است با افزایش دما، تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود بنابراین K نیز افزایش می‌یابد.  
مورد چهارم: نادرست؛ سرعت یک بحث سینتیکی و آنتالپی یک بحث ترموشیمیایی است. (و نمی‌توان با هم مقایسه کرد).  
مورد پنجم: نادرست؛ با توجه به اطلاعات ارائه شده در مسئله نمی‌توان در مورد ثابت تعادل آن نظر داد.  
 (شیمی ۳- شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر؛ صفحه‌های ۱۰۶ و ۱۰۷)

۶۸- گزینه «۴» (روزبه رضوانی)

با توجه به واحد ثابت تعادل ( $\frac{L}{\text{mol}}$ ) مشخص است که مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها یک واحد بیشتر از فراورده‌هاست. بنابراین  $b = 3$ ؛ کاهش حجم این واکنش یعنی افزایش فشار، تعادل را به سمت مول گازی کمتر جابه‌جا می‌کند.

(شیمی ۳- شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر؛ صفحه‌های ۱۰۴ تا ۱۰۸)

۶۹- گزینه «۱» (امیرحسین مسلمی)

با توجه به جدول زیر داریم:

	$N_2$	$O_2$	$NO_2$
مول اولیه	۱	۵	۰
تغییرات مول	-۰/۵	-۰/۵×۲	+۰/۵×۲
مول تعادلی	۰/۵	۴	۱

ثابت تعادل به صورت:  $K = \frac{[NO_2]^2}{[O_2][N_2]}$  است، بنابراین:

$$K = \frac{(1)^2}{(4)(0/5)} = \frac{1}{8} = 0/125 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$$

(شیمی ۳- شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر؛ صفحه ۱۰۳)

۷۰- گزینه «۲» (امیرحسین مسلمی)

با توجه به غلظت مواد شرکت‌کننده در تعادل داریم:

	$2A_2$	$D_2$
غلظت اولیه	۱	۰
غلظت تعادلی	$1-2x$	$x$

رابطه ثابت تعادل به صورت  $K = \frac{x}{(1-2x)^2}$  است، بنابراین:

$$\frac{x}{(1-2x)^2} = 1 \Rightarrow 4x^2 - 4x + 1 = x$$

$$\Rightarrow 4x^2 - 5x + 1 = 0 \Rightarrow \begin{cases} x = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} & \text{غ ق ق} \\ x = \frac{1}{4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} & \text{ق ق ق} \end{cases}$$

بنابراین بازده درصدی برابر با:  $\frac{1-2x}{1} \times 100 = 50\%$

(شیمی ۳- شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر؛ صفحه ۱۰۳)

۷۱- گزینه «۱» (امیرحسین مسلمی)

فقط مورد (الف) درست است.

بررسی موارد:

الف) واکنش تجزیه  $N_2O_4$  به  $NO_2$  گرماگیر است و با افزایش دما سبب جابه‌جایی تعادل به سمت رفت و تولید گاز قهوه‌ای رنگ  $NO_2$  می‌شود.  
ب) در واکنش گرماده با کاهش دما، تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود و ثابت تعادل افزایش می‌یابد.