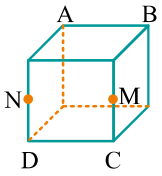
۱ – مکعبی با صفحه گذرنده از نقاط A و B و C و D قطع می‌شود. اگر مقطع حاصل با مساحت $۱۸\sqrt{۲}$ باشد، سطح مقطع گذرنده از نقاط A و B و M و N چه عددی است؟ (M و N وسط یال‌های مکعب هستند.)



۱) $۱۲\sqrt{۵}$
۲) $۹\sqrt{۳}$
۳) $۹\sqrt{۵}$
۴) $۱۲\sqrt{۳}$

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۲۰۶)

نکته‌ای کوتاه و راحت در مورد قطر در مکعب:

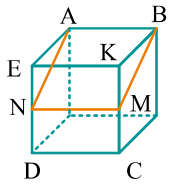
اگر مکعبی دارای ضلع‌هایی به طول a باشد، آن‌گاه طول قطر وجه آن $a\sqrt{۲}$ و طول قطر مکعب $a\sqrt{۳}$ می‌باشد.

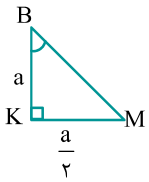
پاسخ تشریحی:

اگر اندازه یال مکعب a باشد، آن‌گاه $AD = BC = a\sqrt{۲}$ ، پس مساحت صفحه گذرنده از A و B و C و D، مساحت مستطیل به اضلاع a و $a\sqrt{۲}$ است، پس:

$$a \times a\sqrt{۲} = ۱۸\sqrt{۲} \Rightarrow a^۲ = ۱۸ \Rightarrow a = ۳\sqrt{۲}$$

از طرفی، مطابق شکل، در مثلث $\hat{BMK}$ یا $\hat{ANE}$ داریم:





$$BM = \sqrt{a^۲ + \frac{a^۲}{۴}} = \sqrt{\frac{۵a^۲}{۴}} = \frac{a}{۲}\sqrt{۵}$$

در نتیجه مساحت مستطیل ABMN برابر است با:

$$S_{ABMN} = BM \times MN = \frac{a}{۲}\sqrt{۵} \times a = \frac{a^۲\sqrt{۵}}{۲} \xrightarrow{a=۳\sqrt{۲}} S_{ABMN} = \frac{(۳\sqrt{۲})^۲}{۲}\sqrt{۵} = ۹\sqrt{۵}$$

گروه آموزشی ماز

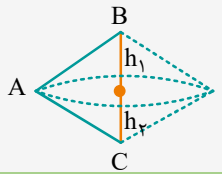
۲ – مثلث متساوی‌الاضلاع حول یک ضلع آن دوران کرده و حجم شکل حاصل ۱۶π شده است. اندازه ضلع مثلث چه عددی بوده است؟

۱) $۲\sqrt{۳}$ ۲) $۳\sqrt{۲}$ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۲۰۶)

و حالا دوران مثلث حول یک ضلع آن:

اگر مثلث ABC را حول ضلع BC دوران دهیم، ۲ مخروط پدید می‌آید که شعاع آن‌ها برابر ارتفاع وارد بر ضلع BC و ارتفاع آن‌ها به ترتیب $h_۱$ و $h_۲$ است به طوری که:

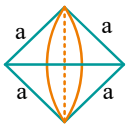


$$h_۱ + h_۲ = BC .$$

پاسخ تشریحی:

وقتی مثلثی متساوی‌الاضلاع حول یک ضلع آن دوران می‌کند دو مخروط مطابق شکل پدید می‌آید.

$$\text{ضلع مثلث} = a \Rightarrow \begin{cases} \text{شعاع قاعده} = a\frac{\sqrt{۳}}{۲} \\ \text{ارتفاع} = \frac{a}{۲} \end{cases}$$



دقت کنید ارتفاع مثلث، شعاع قاعده مخروط و نصف ضلع مثلث، برابر ارتفاع مخروط است.

$$\text{حجم یکی از مخروط‌ها} = \frac{\pi}{۳}(a\frac{\sqrt{۳}}{۲})^۲(\frac{a}{۲})$$

$$V_۱ = \frac{\pi}{۳} \times \frac{۳a^۳}{۸} \Rightarrow \text{حجم دو مخروط} = \frac{\pi a^۳}{۴}$$

www.biomaze.ir

AzmonVIP

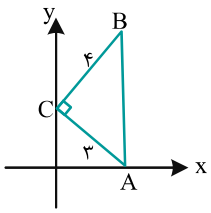
پس اگر مثلث متساوی‌الاضلاع حول یک ضلع دوران کند، حجم از رابطه مقابل به دست می‌آید:

$$V = \frac{\pi a^3}{4}$$

$$\frac{\pi a^3}{4} = 16\pi \Rightarrow a^3 = 64 \Rightarrow a = 4$$

گروه آموزشی ماز

۳ در شکل زیر، خط AB به موازات محور عرض‌هاست. اگر $AC = 3$ و $CB = 4$ و مثلث $A\hat{B}C$ را حول محور عرض‌ها دوران دهیم، حجم شکل حاصل چه عددی است؟

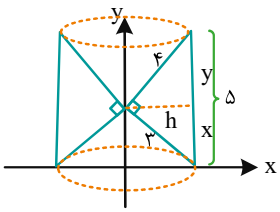


۱) 18π
۲) 15π
۳) $\frac{96\pi}{5}$
۴) $\frac{63\pi}{5}$

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۲۰۶)

پاسخ تشریحی:

از دوران پاره‌خط AB حول محور عرض‌ها یک استوانه به دست می‌آید که ۲ مخروط از آن حذف کرده باشیم.



$$5h = 12 \Rightarrow h = \frac{12}{5}$$

$$9 = 5x \Rightarrow x = \frac{9}{5}$$

$$16 = 5y \Rightarrow y = \frac{16}{5}$$

$$V = \text{حجم استوانه} - (\text{حجم مخروط پایین}) - (\text{حجم مخروط بالا})$$

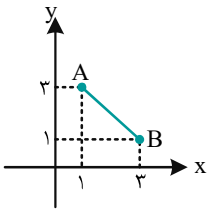
$$V = \pi \times (\frac{12}{5})^2 \times 5 - (\frac{\pi}{3} \times (\frac{12}{5})^2 \times \frac{9}{5}) - (\frac{\pi}{3} \times (\frac{12}{5})^2 \times \frac{16}{5})$$

$$V = (\frac{12}{5})^2 \pi (5 - \frac{3}{5} - \frac{16}{15})$$

$$V = \frac{144\pi}{25} \times \frac{75 - 9 - 16}{15} = \frac{144\pi}{25} \times \frac{10}{3} = \frac{96\pi}{5}$$

گروه آموزشی ماز

۴ پاره‌خط AB را حول محور عرض‌ها دوران می‌دهیم، حجم شکل به دست آمده چه عددی است؟

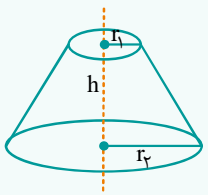


۱) $\frac{26\pi}{3}$
۲) $\frac{25\pi}{3}$
۳) 9π
۴) 8π

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۲۰۶)

می‌دونی حجم مخروط ناقص چجوری محاسبه می‌شه؟

حجم مخروط ناقص به شعاع‌های r_1 و r_2 برابر است با:

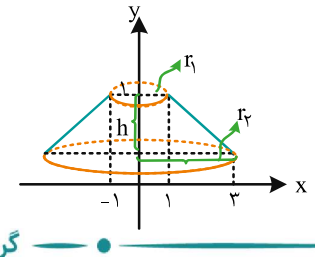


$$V = \frac{\pi}{3} h (r_1^2 + r_2^2 + r_1 r_2)$$

www.biomaze.ir
AzmonVIP

پاسخ تشریحی:

از دوران پاره‌خط AB حول محور عرض‌ها یک مخروط ناقص پدید می‌آید، به طوری که:

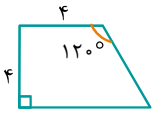


$r_1 = ۱ , r_2 = ۳ , h = ۲$

مخروط ناقص $V = \frac{\pi}{۳}(r_1^۲ + r_2^۲ + r_1 r_2).h = \frac{\pi}{۳}(۱+۹+۳)\times ۲ = \frac{۲۶\pi}{۳}$

گروه آموزشی ماز

۵ **حجم حاصل از دوران ذوزنقه مقابل حول قاعده بزرگ چه عددی است؟**



۱) $۶۴\pi(\frac{۶+\sqrt{۳}}{۳})$

۲) $۹۶\pi\times(\frac{۳+\sqrt{۳}}{۳})$

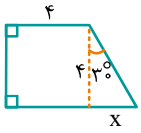
۳) $۹۶\pi(\frac{۶+\sqrt{۳}}{۳})$

۴) $۶۴\pi(\frac{۹+\sqrt{۳}}{۹})$

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۶)

پاسخ تشریحی:

بعد از دوران حول قاعده بزرگ یک استوانه و یک مخروط پدید می‌آید به طوری که:



استوانه $\begin{cases} r = ۴ \\ h = ۴ \end{cases} \Rightarrow V_۱ = \pi r^۲ h = ۶۴\pi$

$\tan ۳۰^\circ = \frac{x}{۴} \Rightarrow x = \frac{۴\sqrt{۳}}{۳}$

مخروط $\begin{cases} r = ۴ \\ h = \frac{۴\sqrt{۳}}{۳} \end{cases}$

$V_۲ = \frac{\pi}{۳}\times ۱۶ \times \frac{۴\sqrt{۳}}{۳}$

$V = V_۱ + V_۲ = ۶۴\pi + ۶۴\pi.\frac{\sqrt{۳}}{۹} = ۶۴\pi(\frac{۹+\sqrt{۳}}{۹})$

گروه آموزشی ماز

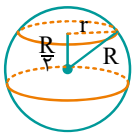
۶ **کره‌ای به شعاع R با صفحه‌ای برش داده می‌شود. اگر فاصله صفحه تا مرکز کره برابر $\frac{R}{۲}$ شود به طوری که سطح مقطع حاصل برابر ۱۲π باشد، شعاع کره چه عددی است؟**

۱) $۴\sqrt{۳}$ ۲) $۴\sqrt{۲}$ ۳) $۲\sqrt{۳}$ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۲۰۶)

پاسخ تشریحی:

$r^۲ = R^۲ - \frac{R^۲}{۴} \Rightarrow r^۲ = \frac{۳}{۴}R^۲ \Rightarrow r = \frac{\sqrt{۳}}{۲}R \Rightarrow S = \pi r^۲$



$\Rightarrow S = \frac{۳}{۴}\pi R^۲ \Rightarrow \frac{۳}{۴}\pi R^۲ = ۱۲\pi$

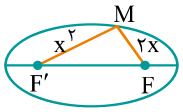
$\Rightarrow R^۲ = \frac{۱۲\times ۴}{۳} \Rightarrow R = ۴$

گروه آموزشی ماز

www.biomaze.ir

AzmonVIP

۷ بیضی با خروج از مرکز $e=\frac{۱}{۲}$ داده شده، اگر فاصله کانونی ۴ باشد، مقدار x در شکل مقابل کدام است؟



۱) $۴\sqrt{۲}$
۲) ۲
۳) ۴
۴) $۲\sqrt{۲}$

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۲۰۶)

نکته‌ای بسیار مهم در مورد بیضی:

مجموع فاصلهٔ هر نقطه روی بیضی از دو کانون آن برابر ۲a (قطر بزرگ بیضی) است.

$MF+MF'=۲a$

پاسخ تشریحی:

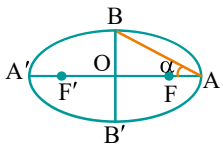
$FF'=۲c=۴\Rightarrow c=۲$

از طرفی: $e=\frac{c}{a}=\frac{۱}{۲}\Rightarrow a=۴$

چون M روی بیضی است، پس $MF+MF'=۲a$، لذا: $۲x+x^۲=۸\Rightarrow x=۲$

گروه آموزشی ماز

۸ در شکل روبه‌رو، زاویه α برابر ۳۰° است، خروج از مرکز بیضی چه عددی است؟



۱) $\frac{\sqrt{۶}}{۳}$
۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۳}$
۳) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$
۴) $\frac{\sqrt{۶}}{۶}$

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۲۰۶)

فرمول‌های خروج از مرکز بیضی:

برای خروج از مرکز بیضی دو فرمول مقابل را یاد بگیرید:

۱) $e=\frac{c}{a}$ ۲) $e=\sqrt{۱-(\frac{b}{a})^۲}$

پاسخ تشریحی:

با توجه به آن‌که مثلث $\overset{\Delta}{AOB}$ قائم‌الزاویه است، پس:

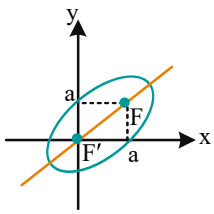
$\tan\alpha=\frac{b}{a}\Rightarrow\frac{b}{a}=\frac{۱}{\sqrt{۳}}\Rightarrow a=b\sqrt{۳}$

$e=\frac{c}{a}=\sqrt{\frac{c^۲}{a^۲}}=\sqrt{\frac{a^۲-b^۲}{a^۲}}=\sqrt{۱-(\frac{b}{a})^۲}$

$e=\sqrt{۱-\frac{۱}{۳}}=\sqrt{\frac{۲}{۳}}=\frac{\sqrt{۶}}{۳}$

گروه آموزشی ماز

۹ هرگاه محور بیضی در شکل مقابل، خط $y=x$ باشد، خروج از مرکز بیضی چه عددی است؟ (۲a = قطر بزرگ)



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

www.biomaze.ir

پاسخ: گزینه ۲ (آسان ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۲۰۶)

پاسخ تشریحی:

نقطه $M\begin{vmatrix}\circ\\ a\end{vmatrix}$ روی بیضی است، چون $F\begin{vmatrix}a\\ \circ\end{vmatrix}$ کانون بیضی و کانون دیگر $F'\begin{vmatrix}\circ\\ \circ\end{vmatrix}$ است، پس:

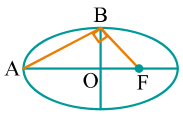
$$FF' = a\sqrt{۲} \Rightarrow ۲c = a\sqrt{۲} \Rightarrow \frac{c}{a} = \frac{\sqrt{۲}}{۲}$$

دقت کنید:

$$MF + MF' = ۲a \Rightarrow MF = MF' = a$$

گروه آموزشی ماز

۱۰ اگر در بیضی زیر، مثلث در رأس **B** قائمه باشد، خروج از مرکز بیضی چه عددی است؟



۱) $\frac{\sqrt{۵}-۱}{۲}$ ۲) $\frac{\sqrt{۵}}{۲}-۱$ ۳) $\frac{۲}{\sqrt{۵}}$ ۴) $\frac{\sqrt{۵}}{۵}$

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۲۰۶)

پاسخ تشریحی:

با توجه به آن‌که مثلث در رأس B قائمه است، پس OB ارتفاع وارد بر وتر است، پس:

$$OB^۲ = OF.OA \Rightarrow b^۲ = ac$$

از طرفی، $b^۲ = a^۲ - c^۲$، یعنی:

$$a^۲ - ac - c^۲ = ۰ \Rightarrow \frac{c^۲}{a^۲} + \frac{c}{a} - ۱ = ۰$$

$$\frac{c}{a} = e \Rightarrow e^۲ + e - ۱ = ۰ \Rightarrow e = \frac{-۱ + \sqrt{۵}}{۲}$$

گروه آموزشی ماز

۱۱ در یک بیضی، قطر بزرگ ۱۴ و قطر کوچک $۴\sqrt{۶}$ است. نقطه **M** روی بیضی را به کانون‌ها وصل می‌کنیم. مثلثی قائم‌الزاویه به دست می‌آید، فاصلهٔ **M** تا قطر بزرگ بیضی چه عددی است؟

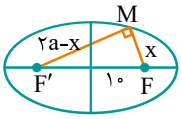
۱) ۲/۴ ۲) ۳/۲ ۳) ۴/۸ ۴) ۳/۶

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۲۰۶)

فرمول بیضی چیه؟ آفرین درست گفتی...!

اگر طول قطر بزرگ بیضی برابر ۲a و قطر کوچک بیضی برابر ۲b و فاصلهٔ کانونی بیضی ۲c باشد، آن‌گاه داریم: $a^۲ = b^۲ + c^۲$

پاسخ تشریحی:



$$۲a = ۱۴ \Rightarrow a = ۷$$
$$۲b = ۴\sqrt{۶} \Rightarrow b = ۲\sqrt{۶} \Rightarrow a^۲ = b^۲ + c^۲$$
$$۴۹ = b^۲ + c^۲ \Rightarrow ۴۹ = ۲۴ + c^۲ \Rightarrow c = ۵$$

می‌دانیم $MF + MF' = ۲a$، پس با فرض $MF = x$ داریم:

$$(۱۴ - x)^۲ + x^۲ = ۱۰۰ \Rightarrow ۲x^۲ + ۱۹۶ - ۲۸x = ۱۰۰ \Rightarrow x^۲ - ۱۴x + ۴۸ = ۰ \Rightarrow \begin{cases} x = ۶ \\ x = ۸ \end{cases}$$

اگر فاصله M تا محور، h باشد، آن‌گاه:

$$۱۰h = ۶ \times ۸ \Rightarrow h = ۴/۸$$

گروه آموزشی ماز

AzmonVIP
www.biomaze.ir

۱۲ قطرهای یک دایره $۲x+y=۳$ و $۳y+x+۱=۰$ هستند و دایره از مبدأ مختصات عبور می‌کند. نیمساز ناحیه اول و سوم از دایره، وتر **AB** را با کدام طول جدا می‌کند؟

۱) ۲ ۲) $\sqrt{۲}$ ۳) $\sqrt{۳}$ ۴) $۲\sqrt{۲}$

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۲۰۶)

خب بچه‌ها نکتهٔ زیر هم مهمه، سریع یادش بگیرید...
اگر معادلهٔ خط دو قطر از دایره داده شده باشد، از تقاطع آن‌ها می‌توان مختصات مرکز دایره را به دست آورد.

پاسخ تشریحی:

تلاقی دو قطر، مرکز دایره است.

$$\begin{matrix}\{\begin{matrix}۲x+y=۳\\ ۳y+x=-۱\end{matrix}\\ -۲\end{matrix} \Rightarrow -۵y=۵ \Rightarrow y=-۱, x=۲$$

یعنی $C(۲,-۱)$ مرکز دایره است، چون دایره از مبدأ مختصات عبور می‌کند، پس فاصله C تا مبدأ شعاع دایره است.

$$R=OC=\sqrt{۵}$$

$$\Rightarrow \text{معادله دایره}: (x-۲)^۲+(y+۱)^۲=۵$$

نیمساز ناحیه اول و سوم یعنی $y=x$ را با دایره قطع می‌دهیم.

$$(x-۲)^۲+(x+۱)^۲=۵ \Rightarrow x^۲-۴x+۴+x^۲+۲x+۱=۵ \Rightarrow x^۲-x=۰ \Rightarrow \begin{cases}x=۰\\ x=۱\end{cases}$$

$$A\left|\begin{matrix}۰\\ ۰\end{matrix}\right. \quad B\left|\begin{matrix}۱\\ ۱\end{matrix}\right. \quad AB=\sqrt{۲}$$

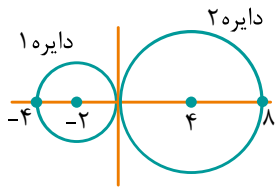
گروه آموزشی ماز

۱۳ دو دایره $x^۲+y^۲-۸x=۰$ و $x^۲+۴x+y^۲=۰$ مفروضند. دایره $x^۲+ax+y^۲=k$ بر هر دو دایره قبلی مماس است، مقدار $a+k$ کدام است؟

۱) ۳۸ ۲) ۲۳ ۳) ۲۷ ۴) ۲۸

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۲۰۶)

پاسخ تشریحی:



$$x^۲+۴x+y^۲=۰ \Rightarrow (x+۲)^۲+y^۲=۴ \quad O_۱\left|\begin{matrix}-۲\\ ۰\end{matrix}\right., R_۱=۲$$

$$x^۲-۸x+y^۲=۰ \Rightarrow (x-۴)^۲+y^۲=۱۶ \quad O_۲\left|\begin{matrix}۴\\ ۰\end{matrix}\right., R_۲=۴$$

قرار است دایره بر هر ۲ دایره مماس باشد. پس شعاع آن را ۶ و مرکز آن را $C(۲,۰)$ در نظر می‌گیریم.

$$(x-۲)^۲+y^۲=۳۶ \Rightarrow x^۲-۴x+y^۲=۳۲$$

$$a+k=۲۸$$

گروه آموزشی ماز

www.biomaze.ir

AzmonVIP

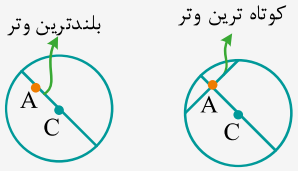
۱۴ دایره $x^۲+y^۲+۴x-۴y=۱$ و نقطهٔ $O(۰,۰)$ درون دایره مفروضند. کوتاه‌ترین و بلندترین وتری که از O بگذرند، چقدر اختلاف دارند؟

۱) $۲\sqrt{۲}$ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) $۴\sqrt{۲}$

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۲۰۶)

وترهای کوتاه و بلند چی میگن!!

از نقطهٔ A در دایره C می‌توان وترهایی گذراند. طول بلندترین آن‌ها برابر قطر دایره است و طول کوتاه‌ترین آن‌ها، طول همان وتری است که قطر گذرنده از نقطهٔ A بر آن عمود است.

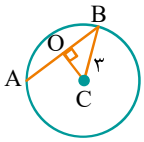


پاسخ تشریحی:

$$(x+۲)^۲+(y-۲)^۲=۹ \Rightarrow C\begin{vmatrix}-۲\\۲\end{vmatrix} \text{ و مرکز } R=۳$$

بلندترین وتری که از یک نقطه درون دایره می‌گذرد به اندازه قطر دایره است. پس بلندترین وتر برابر $d=۶$ است.

کوتاه‌ترین وتر مطابق شکل، وتر AB است، به طوری که:



$$O\begin{vmatrix}۰\\۰\end{vmatrix}, C\begin{vmatrix}-۲\\۲\end{vmatrix} \Rightarrow OC=\sqrt{۸}=۲\sqrt{۲}$$

$$OB=\sqrt{۹-۸}=۱ \Rightarrow \text{کوتاه‌ترین وتر}=۲$$

$$\text{اختلاف}=۴ \Leftarrow \text{کوتاه‌ترین وتر}=۲ ,\ \text{بلندترین وتر}=۶$$

گروه آموزشی ماز

۱۵ خط $a:۲x+y=a$ از دایره $x^۲+y^۲+۲x-۴y=۴$ وتری به طول ۴ جدا می‌کند، مقدار مثبت a کدام است؟

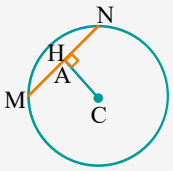
۱) ۳/۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۳ ۴) ۵

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۲۰۶)

یه سر هم به نکتهٔ زیر بزنیم:

اگر A نقطه‌ای درون دایره باشد، قطر عمود بر کوتاه‌ترین وتر گذرنده از A، آن را نصف می‌کند، پس:

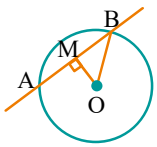
$$MH=NH=\frac{۱}{۲}MN$$



پاسخ تشریحی:

$$(x+۱)^۲+(y-۲)^۲=۴+۴+۱=۹ \quad O\begin{vmatrix}-۱\\۲\end{vmatrix}, R=۳$$

مرکز دایره $O\begin{vmatrix}-۱\\۲\end{vmatrix}$ و شعاع دایره ۳ است. چون وتری به طول ۴ جدا می‌کند، پس در شکل زیر داریم:



$$MB=\frac{۴}{۲}=۲ \Rightarrow OM=\sqrt{۵}$$

$$OB=۳$$

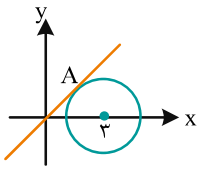
یعنی فاصله مرکز دایره تا خط داده شده $\sqrt{۵}$ است، پس:

$$O\begin{vmatrix}-۱\\۲\end{vmatrix}, d=\frac{|-۲+۲-a|}{\sqrt{۵}}=\sqrt{۵}$$

$$|a|=۵ \Rightarrow a=\pm ۵$$

گروه آموزشی ماز

۱۶ در شکل زیر، مرکز دایره $O(۳,۰)$ و شعاع دایره برابر ۱ واحد است. خط گذرنده از مبدأ مختصات در نقطه A بر دایره مماس است. طول نقطه A کدام است؟

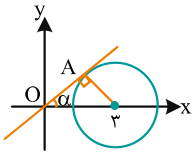


۱) $\sqrt{۷}$
۲) $\frac{۸}{۳}$
۳) ۲
۴) $\frac{۵}{۳}$

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۲۰۶)

پاسخ تشریحی:

مرکز دایره $O(۳,۰)$ و شعاع آن یک واحد است. پس معادله دایره به صورت $(x-۳)^۲+y^۲=۱$ است.



$$\sin\alpha=\frac{۱}{۳}\Rightarrow\tan\alpha=\frac{\sqrt{۲}}{۴}$$

در واقع شیب خط گذرنده از A را به دست آورده‌ایم، پس: $OA: y=\frac{\sqrt{۲}}{۴}x$

اکنون معادله تلاقی خط OA با دایره را می‌نویسیم تا مختصات نقطه A به دست آید:

$$(x-۳)^۲+\frac{۱}{۸}x^۲=۱\Rightarrow\frac{۹}{۸}x^۲-۶x+۸=۰$$

$$۹x^۲-۴۸x+۶۴=۰\xrightarrow{\Delta=۰}(۳x-۸)^۲=۰\begin{cases}x_۱=\frac{۸}{۳}\\x_۲=\frac{۸}{۳}\end{cases}$$

تذکر: دقت شود که چون خط OA بر دایره مماس است، پس معادله درجه دوم حاصل، دارای ریشه مضاعف می‌باشد.

گروه آموزشی ماز

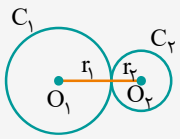
۱۷ دو دایره $x^۲+y^۲-۲x-۸y+۸=۰$ و $x^۲+y^۲-۸x+k=۰$ بر هم مماس هستند. جمع مقادیر به دست آمده برای k چه عددی است؟

۱) ۲۴−
۲) ۴۸
۳) ۳۶−
۴) ۱۸

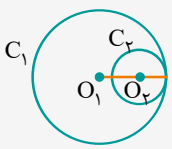
پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۲۰۶)

خب بریم سراغ دو دایرهٔ مماس بر هم:

دایرهٔ $C_۱$ با مرکز $O_۱$ و شعاع $r_۱$ و دایرهٔ $C_۲$ با مرکز $O_۲$ و شعاع $r_۲$ را در نظر بگیرید.



مماس خارج: زمانی دو دایره مماس خارج‌اند که: $O_۱O_۲=r_۱+r_۲$



مماس داخل: زمانی دو دایره مماس داخل‌اند که: $O_۱O_۲=|r_۱-r_۲|$

پاسخ تشریحی:

$$(x-۱)^۲+(y-۴)^۲=-۸+۱۶+۱=۹$$

در دایره اول $C(۱,۴)$، مرکز و $R=۳$ شعاع است.

$$x^۲+y^۲-۸x+k=۰\Rightarrow(x-۴)^۲+y^۲=۱۶-k$$

در دایره دوم $C'(۴,۰)$ مرکز و $R'=\sqrt{۱۶-k}$ شعاع است. چون دو دایره بر هم مماس هستند، دو حالت داریم یا مماس داخل یا مماس خارج.

AzmonVIP
www.biomaze.ir

$$CC' = ۵ \Rightarrow \begin{cases} R_۱ + R_۲ = ۵ & \text{مماس خارج} \\ |R_۱ - R_۲| = ۵ & \text{مماس داخل} \end{cases}$$

$$۳ + \sqrt{۱۶ - k} = ۵ \Rightarrow ۱۶ - k = ۴ \Rightarrow k = ۱۲$$

$$|\sqrt{۱۶ - k} - ۳| = ۵ \Rightarrow \begin{cases} \sqrt{۱۶ - k} = ۸ \Rightarrow k = -۴۸ \\ \sqrt{۱۶ - k} = -۲ \text{ غ ق ق} \end{cases}$$

جمع مقادیر به دست آمده برای k برابر -۳۶ است.

گروه آموزشی ماز

۱۸ **نقطه M روی دایره $x^۲ + y^۲ - ۲x + ۴y + ۴ = ۰$ و نقطه N روی دایره $x^۲ + y^۲ - ۸x - ۴y + ۱۹ = ۰$ قرار دارند. حداکثر فاصله M تا N چند برابر حداقل فاصله M تا N است؟**

۱) $\frac{۵}{۲}$ ۲) ۳ ۳) $\frac{۸}{۳}$ ۴) $\frac{۷}{۳}$

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۲۰۶)

پاسخ تشریحی:

$$x^۲ - ۲x + y^۲ + ۴y + ۴ = ۰ \Rightarrow (x-۱)^۲ + (y+۲)^۲ = ۱$$

M روی دایره با مرکز $C_۱(۱,-۲)$ و شعاع ۱ قرار دارد.

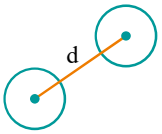
$$x^۲ - ۸x + y^۲ - ۴y = -۱۹ \Rightarrow (x-۴)^۲ + (y-۲)^۲ = ۱$$

N روی دایره با مرکز $C_۲(۴,۲)$ و شعاع ۱ قرار دارد.

ابتدا فاصله ۲ مرکز را به دست می‌آوریم:

$$C_۱C_۲ = \sqrt{(۴-۱)^۲ + (۲+۲)^۲}$$

$$C_۱C_۲ = ۵ > ۱+۱ \Rightarrow \text{متخارج}$$



دو دایره خارج یکدیگر هستند.

$$\max = d + R_۱ + R_۲ \quad \text{و} \quad \min = d - (R_۱ + R_۲)$$

$$\text{فاصله } \max = C_۱C_۲ + R_۱ + R_۲ = ۷$$

$$\text{فاصله } \min = C_۱C_۲ - R_۱ - R_۲ = ۳$$

$$\Rightarrow \frac{\max}{\min} = \frac{۷}{۳}$$

گروه آموزشی ماز

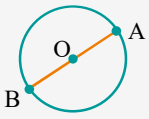
۱۹ **دایره‌ای از دو نقطهٔ $A(-۲,۱)$ و $B(۴,-۳)$ با کمترین مساحت، عبور می‌کند. این دایره محور عرض‌ها را در دو نقطه M و N قطع می‌کند. فاصله MN کدام است؟**

۱) $۴\sqrt{۳}$ ۲) ۲ ۳) $۲\sqrt{۳}$ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۲۰۶)

بفرمایید نکتهٔ داغ و تازه!

اگر دایره‌ای از دو نقطهٔ A و B عبور کند و بخواهد کمترین مساحت را داشته باشد، آن‌گاه قطر دایره برابر AB است.



پاسخ تشریحی:

چون مساحت دایره کمترین است، پس A و B دو سر قطر دایره هستند، پس مرکز دایره وسط A و B است.

$$O\left|\begin{array}{l} \frac{۴-۲}{۲} = ۱ \\ \frac{-۳+۱}{۲} = -۱ \end{array}\right.$$

$$AB = \sqrt{۶^۲ + ۴^۲} = \sqrt{۳۶ + ۱۶} = \sqrt{۵۲} = ۲R$$

$$\Rightarrow ۲R = ۲\sqrt{۱۳} \Rightarrow R = \sqrt{۱۳}$$

پس $O\left|\begin{array}{l} ۱ \\ -۱ \end{array}\right.$ مرکز دایره و $R = \sqrt{۱۳}$ شعاع دایره است.

www.biomaze.ir
AzmonVIP

معادله دایره را می‌نویسیم:

$$(x-1)^2+(y+1)^2=13$$

$$x=0 \Rightarrow (y+1)^2=12 \Rightarrow \begin{cases} M(0,\sqrt{12}-1) \\ N(0,-\sqrt{12}-1) \end{cases}$$

$$MN=\left|\sqrt{12}-1+\sqrt{12}+1\right|=2\sqrt{12}=4\sqrt{3}$$

گروه آموزشی ماز

۲۰ **دو دایره $x^2+y^2+y+2x=11$ و $x^2+y^2-2x-2y=14$ یکدیگر را در نقاط A و B قطع می‌کنند. اندازه پاره‌خط AB کدام است؟**

۱) $2\sqrt{3}$ ۲) $6\sqrt{3}$ ۳) $8\sqrt{3}$ ۴) $4\sqrt{3}$

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۲۰۶)

پاسخ تشریحی:

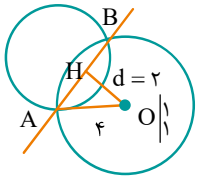
ابتدا دو دایره را برابر هم قرار می‌دهیم:

$$x^2+y^2+y+2x-11=x^2+y^2-2x-2y-14 \Rightarrow y+2x+2y+2x=-3 \Rightarrow 3y+4x=-3$$

این خط وتر مشترک دو دایره است.

$$x^2-2x+y^2-2y=14 \Rightarrow (x-1)^2+(y-1)^2=16$$

$$O\begin{vmatrix}1\\1\end{vmatrix},\ R=4$$



فاصله O تا وتر مشترک را به دست می‌آوریم و آن را d می‌نامیم.

$$3y+4x+3=0 \Rightarrow d=\frac{10}{5}=2 \Rightarrow AB=2AH$$

$$AB=2\times\sqrt{OA^2-d^2}=2\sqrt{12}=4\sqrt{3}$$

گروه آموزشی ماز

www.biomaze.ir

AzmonVIP

زیست‌شناسی دوازدهم: صفحه‌های ۷۷ تا ۹۰

تست و پاسخ ۲۱

در یک یاختهٔ گیاهی، کدام ویژگی، اندامک تولیدکنندهٔ ATP به روش نوری را از اندامک سازندهٔ این مولکول به روش اکسایشی، متمایز می‌سازد؟

کلروپلاست در مقابل میتوکندری

۱) فضای درون آن با سامانه‌ای غشایی تقسیم‌بندی شده است.

۲) ژن بعضی از پروتئین‌های آن، درون هسته قرار دارد.

۳) غشای داخلی آن چین‌خوردگی‌هایی دارد.

۴) می‌تواند مستقل از یاخته، تقسیم گردد.

پاسخ: گزینهٔ ۱ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۶ ـ کلروپلاست و میتوکندری)*

پاسخ تشریحی در بین اندامک‌های یاختهٔ گیاهی، سبزدیسه محل تولید نوری ATP و راکیزه محل تولید اکسایشی ATP است. فضای درون سبزدیسه با سامانه‌های غشایی به نام تیلاکوئید به دو بخش فضای درون تیلاکوئید و فضای بستره تقسیم شده است. راکیزه چنین ویژگی‌ای ندارد.

درس‌نامه مقایسهٔ دو اندامک مهم؛ میتوکندری و کلروپلاست!

	میتوکندری (راکیزه)	کلروپلاست (سبزدیسه)
در چه جاندارانی (یا یاخته‌هایی!) وجود دارد؟	اغلب یاخته‌های یوکاریوتی (مثلن گویچهٔ قرمز بالغ در انسان و آوندهای چوبی گیاهان آن را ندارند.)	یاخته‌های یوکاریوتی فتوسنتزکننده مثل آغازیان فتوسنتزکننده (نظیر اسپیروژیر و اوگلنا) و اکثر گیاهان (بعضی گیاهان انگل، فتوسنتز نمی‌کنند.)
نوع تبدیل انرژی	تنفس یاخته‌ای (ماده به انرژی)	فتوسنتز (انرژی به ماده)
تعداد غشا	۲ غشا (بیرونی، صاف و درونی، چین‌خورده به داخل)	۲ غشای اصلی، به همراه سامانهٔ غشایی تیلاکوئید
فضا(های) درون اندامک	۱) بخش داخلی ۲) فضای بین دو غشا	۱) بستره ۲) فضای درون تیلاکوئید ۳) فضای بین دو غشا
نوع دنا	حلقوی	حلقوی
نوکلئیک اسید خطی	دارد (رنا)	دارد (رنا)
توانایی تولید پروتئین	فقط گروهی از پروتئین‌های مورد نیاز آن توسط خود اندامک تولید می‌شود.	
توانایی تقسیم‌شدن؟	همراه با یاخته و نیز مستقل از آن	همراه با یاخته و نیز مستقل از آن
روش تولید ATP در آن	ساخته‌شدن اکسایشی ATP + ساخته‌شدن ATP در سطح پیش‌ماده (در کربس)	ساخته‌شدن نوری ATP

نکته کلروپلاست توسط غشاها به سه بخش مختلف تقسیم شده است، فضای بین دو غشا، فضای بستره و فضای درون تیلاکوئید اما میتوکندری فقط دو فضا دارد؛ فضای بین دو غشا و فضایی که توسط غشای درونی احاطه شده است یعنی بخش داخلی. ساختارهای مؤثر در تولید ATP و زنجیره‌های انتقال الکترون در هر دو اندامک در درونی‌ترین غشا (غشای درونی و غشای تیلاکوئید) قرار دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ و ۴: برای هر دو اندامک صادق است. هر دو اندامک گروهی از پروتئین‌هایشان را توسط رناتن‌های خودشان می‌سازند و گروهی از این پروتئین‌ها توسط رناتن‌های مستقر در مادهٔ زمینهٔ سیتوپلاسم ساخته می‌شود و سپس به فضای درونی اندامک وارد می‌شود.

۳ دربارهٔ راکیزه صدق می‌کند، نه سبزدیسه.

نکته چین‌خوردگی‌های غشای درونی راکیزه در راستای افزایش تعداد زنجیره‌های انتقال الکترون و آنزیم‌های ATPساز است تا این اندامک کارایی بیشتری در تولید ATP داشته باشد. در کلروپلاست این ویژگی به دنبال ایجاد ساختارهای غشایی تیلاکوئید ایجاد شده است.

تست و پاسخ ۲۲

کدام گزینه با در نظرگرفتن نمودار کتاب درسی در خصوص طیف جذبی رنگیزه‌های فتوسنتزی نادرست است؟

«در حد فاصل طول موج ..... میزان جذب ..... است.»

۱) ۴۵۰ تا ۵۰۰ نانومتر ـ سبزینهٔ (کلروفیل) b از کاروتنوئیدها، بیشتر

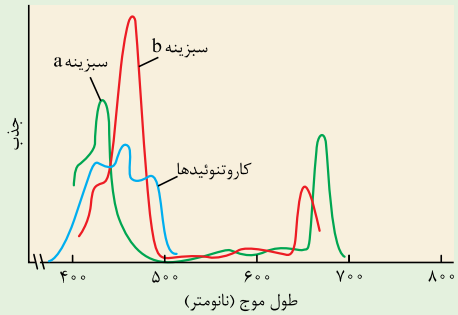
۲) ۴۰۰ تا ۴۴۰ نانومتر ـ کاروتنوئیدها از سبزینهٔ (کلروفیل) b، بیشتر

۳) ۶۸۰ تا ۷۰۰ نانومتر ـ سبزینهٔ (کلروفیل) a از سبزینهٔ (کلروفیل) b، کم‌تر

۴) ۶۵۰ تا ۶۶۰ نانومتر ـ سبزینهٔ (کلروفیل) a از سبزینهٔ (کلروفیل) b، کم‌تر

پاسخ: گزینهٔ ۳ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۶ ـ جذب نوری رنگیزه‌ها)*

شکل نامه **طیف جذبی رنگیزه‌های فتوسنتزی:**



۱) رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل a و b و کاروتنوئیدها) در محدودهٔ ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر می‌توانند امواج نوری را جذب کنند.

۲) کاروتنوئیدها در طیف ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر جذب نوری دارند، اما حداکثر جذب آن‌ها در این محدوده از حداکثر جذب کلروفیل a و b کم‌تر است.

۳) بیشترین جذب نور در محدودهٔ ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر، مربوط به سبزینهٔ b است.

۴) کاروتنوئیدها در محدوده‌ای از نور توانایی جذب نور را دارند که کلروفیل‌ها ندارند؛ یعنی کمی قبل از ۴۰۰ نانومتر.

۵) هر رنگیزهٔ مؤثر در فتوسنتز در طیف ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر بیشترین میزان جذب نور خود را دارد.

۶) در محدودهٔ ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر، کلروفیل a نسبت به کلروفیل b جذب بیشتری دارد.

۷) در محدودهٔ ۵۰۰ تا ۶۰۰ نانومتر، جذب نوری توسط رنگیزه‌ها خیلی اندک است.

پاسخ تشریحی همان‌طور که در شکل کتاب درسی مشاهده می‌کنید، در بازهٔ طول موج ۶۸۰ تا ۷۰۰ نانومتر، سبزینهٔ a نسبت به سبزینهٔ b میزان جذب نوری بیشتری دارد.

بقیه موارد با توجه به شکل کتاب درسی در فصل ۶ زیست‌شناسی (۳) و توضیحات داده‌شده، به درستی بیان شده‌اند.

نکته علت این‌که در طول موج‌های مختلف، رنگیزه‌های مختلفی توانایی جذب نور دارند این است که حداکثر جذب نوری برای راه‌اندازی واکنش‌های فتوسنتزی فراهم شود.

نکته دقت کنید این‌گونه نیست که رنگیزه‌ها فقط در یک طول موج خاص توان جذب نور را داشته باشند؛ بلکه می‌توانند در طیفی از امواج نوری، به جذب نور بپردازند. تفاوت در این است که در یک طول موج خاص می‌توانند بیشترین میزان جذب نور را داشته باشند.

تست و پاسخ ۲۳

چند مورد از موارد زیر، می‌تواند سبب کاهش میزان فتوسنتز در گیاهان نهان‌دانهٔ علفی C_3 شود؟

الف) افزایش میزان مولکول اکسیژن در برگ

ب) افزایش هورمون آبسیزیک اسید در برگ

ج) کاهش میزان کربن دی‌اکسید درون کلروپلاست

د) کاهش نور دریافتی توسط آنتن‌های گیرندهٔ نور سبزدیسه

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ ۴ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۶ ـ عوامل مؤثر بر فتوسنتز)*

پاسخ تشریحی همهٔ موارد درست هستند. افزایش اکسیژن درون برگ (در مجاورت آنزیم روبیسکو و به علت وقوع واکنش اکسیژنازی روبسیکو وهم‌چنین وقوع تنفس نوری) و افزایش هورمون آبسیزیک‌اسید (به علت بستن روزنه‌های هوایی و کاهش ورود کربن دی‌اکسید به گیاه) سبب کاهش میزان فتوسنتز می‌شوند. می‌دانید که کاهش کربن دی‌اکسید در برگ گیاه و کاهش نور محیط نیز سبب کاهش این فرایند می‌شود. چراکه فتوسنتز برای انجام‌شدن به نور و CO_2 احتیاج دارد و کاهش این عوامل هم، سبب کاهش فتوسنتز می‌شود.

نکته روبیسکو از جمله آنزیم‌هایی است که می‌تواند دو واکنش متفاوت را به انجام برساند؛ ترکیب O_2 با ریبولوز بیس فسفات و یا ترکیب CO_2 با ریبولوز بیس فسفات، که این مسئله بستگی به نسبت O_2 به CO_2 در محل فعالیت آنزیم دارد. اگر O_2 بیشتر از CO_2 باشد، می‌رود سراغ فعالیت اکسیژنازی و اگر CO_2 زیادتر از O_2 باشد، می‌رود سراغ فعالیت کربوکسیلازی!

نکته فتوسنتز به عوامل مختلفی بستگی دارد مثل فاکتورهای محیطی مثل دما، نور، حضور CO_2 و یا O_2 در محیط و ... . نورِ بیشتر باعث درگیرشدن رنگیزه‌های بیشتری می‌شود و این یعنی امکان انجام فتوسنتز با شدت بیشتر. البته دقت کنید که افزایش نور تا یک حد معین، سبب افزایش فتوسنتز می‌شود، یعنی تا زمانی‌که رنگیزه‌ای برای درگیرشدن وجود داشته باشد. اگر همهٔ رنگیزه‌ها درگیر باشند، افزایش نور نمی‌تواند سبب افزایش فتوسنتز شود.

تست و پاسخ ۲۴

مطابق اطلاعات کتاب درسی، در یک گیاه نهان‌دانه کدام ویژگی، انواع مختلف سامانه‌های تبدیل انرژی (فتوسیستم) موجود در غشای یک تیلاکوئید را از یکدیگر متمایز می‌سازد؟

۱) وجود انواعی از مولکول‌های پروتئینی در ساختار خود

۲) داشتن حداکثر جذب ۷۰۰ نانومتر در مراکز واکنش فتوسیستم

۳) انتقال الکترون به ترکیبی متصل به سطح داخلی غشای تیلاکوئید

۴) تأمین‌شدن کمبود الکترون آن از الکترون‌های دارای انرژی و برانگیخته

پاسخ: گزینهٔ ۴ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۶ ـ فتوسیستم‌ها)*

پاسخ تشریحی رنگیزه‌های فتوسنتزی همراه با انواعی پروتئین در سامانه‌هایی به نام فتوسیستم ۱ و ۲ قرار دارند. هر فتوسیستم شامل آنتن‌های گیرندهٔ نور و یک مرکز واکنش است. هر آنتن که از رنگیزه‌های متفاوت (کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها) و انواعی پروتئین ساخته شده است، انرژی نور را می‌گیرد و به مرکز واکنش منتقل می‌کند. مرکز واکنش، شامل مولکول‌های کلروفیل a است که در بستری پروتئینی قرار گرفته‌اند. کمبود الکترون‌های فتوسیستم ۲ توسط الکترون‌های حاصل از تجزیهٔ نوری آب (غیربرانگیخته) تأمین می‌شود؛ اما کمبود الکترون‌های فتوسیستم ۱، توسط الکترون‌های برانگیختهٔ خارج‌شده از فتوسیستم ۲ تأمین می‌گردد.

درس‌نامه •• فتوسیستم

۱) نوعی سامانهٔ تبدیل انرژی است (انرژی نور را دریافت می‌کند) که در یوکاریوت‌های فتوسنتزکننده در غشای تیلاکوئیدها قرار دارد.

۲) رنگیزه‌های فتوسنتزی، همراه با انواعی پروتئین در سامانه‌هایی به نام فتوسیستم ۱ و ۲ قرار دارند.

۳) اجزاء:

- آنتن‌های گیرندهٔ نور که رنگیزه‌های متفاوت (کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها) و انواعی پروتئین دارند. رنگیزه‌ها در گرفتن انرژی نور و انتقال آن به مرکز واکنش نقش دارند.
- مرکز واکنش شامل مولکول‌های کلروفیل a است که در بستری پروتئینی قرار دارند.

۴) انواع:

- فتوسیستم ۱: در ارتباط با دومین زنجیرهٔ انتقال الکترون تیلاکوئید قرار دارد یعنی الکترون‌ها را به این زنجیره منتقل می‌کند، حداکثر جذب سبزینهٔ a در مرکز واکنش این فتوسیستم، در طول موج ۷۰۰ نانومتر است. (در سایر طول موج‌ها هم توان جذب نور دارد.)
- فتوسیستم ۲: با اولین زنجیرهٔ انتقال الکترون تیلاکوئید در ارتباط است یعنی الکترون‌ها را به اولین جزء این زنجیره منتقل می‌کند، حداکثر جذب سبزینهٔ a در مرکز واکنش این فتوسیستم، در طول موج ۶۸۰ نانومتر است.

۵) فتوسیستم‌ها با مولکول‌هایی به نام ناقل الکترون (اجزای زنجیرهٔ انتقال الکترون) به هم مرتبط می‌شوند. این مولکول‌ها می‌توانند الکترون بگیرند یا این‌که الکترون از دست بدهند (شرکت در واکنش‌های کاهش و اکسایش).

۶) فتوسیستم ۲، الکترون‌های حاصل از تجزیهٔ آب را دریافت می‌کند، همچنین الکترون‌های رنگیزه‌ها در آنتن‌ها در اثر نور می‌توانند برانگیخته شده و انرژی آن‌ها از رنگیزه‌ای به رنگیزهٔ دیگری منتقل می‌شود تا در نهایت به مرکز واکنش می‌رسد و سبب خروج الکترون از آن می‌شود که این الکترون هم در نهایت می‌تواند به $NADP^+$ برسد.

نکته فتوسیستم ۲ به دلیل این‌که الکترون‌هایش در اثر نور برانگیخته می‌شوند، گروهی از آن‌ها را از دست می‌دهد این الکترون‌ها وارد زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌شوند. این اتفاق برای فتوسیستم ۱ هم رخ می‌دهد.

نکته به دنبال برخورد نور به مولکول‌های رنگیزه، الکترون‌های آن‌ها، انرژی می‌گیرند و از مدار خود خارج می‌شوند و این یعنی برانگیخته‌شدن، الکترون برانگیخته در ادامه دو مسیر دارد: ۱) انرژی خود را از دست بدهد و به مدار قبلی خود برگردد. ۲) از رنگیزه خارج شود و به وسیلهٔ مولکول یا رنگیزهٔ دیگری گرفته شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ و ۲: در ساختار هر دو نوع فتوسیستم، مولکول‌های پروتئینی قابل مشاهده‌اند؛ اما دقت داشته باشید که هر فتوسیستم فقط یک مرکز واکنش (نه مراکز) دارد.

۳ هر دو نوع فتوسیستم توانایی ایجاد الکترون‌های برانگیخته را دارند. با توجه به شکل ۶ صفحهٔ ۸۳ کتاب درسی زیست‌شناسی ۳ دیده می‌شود که فتوسیستم ۲، الکترون‌های خود را به جزئی منتقل می‌کند که با هر دو لایهٔ غشای تیلاکوئید در تماس است. از طرفی، الکترون‌های برانگیخته فتوسیستم ۱ نیز به جزء مستقر در سطح خارجی غشای تیلاکوئید (رو به فضای بستره) منتقل می‌شوند.

نکته جزئی از زنجیره‌های انتقال الکترون تیلاکوئیدی که فقط در فضای داخل تیلاکوئید قرار دارد، جزء سوم زنجیرهٔ انتقال الکترون اول است. این جزء، الکترون‌های نوعی پمپ هیدروژنی را دریافت و آن‌ها را به فتوسیستم ۱، منتقل می‌کند.

تست و پاسخ ۲۵

در ارتباط با اجزای زنجیرهٔ انتقال الکترون در غشای تیلاکوئید، کدام گزینه به درستی بیان شده است؟

۱) هر جزئی که فقط با مولکول‌های گلیسرول مستقر در غشا تماس دارد، در مجاورت محتویات موجود در بستره قرار دارد.

۲) هر جزئی که از H^+ برای فعالیت خود استفاده می‌کند، در ایجاد شیب غلظت لازم برای فعالیت آنزیم ATPساز نقش ندارد.

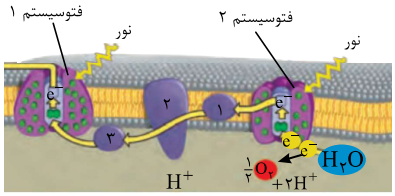
۳) فقط گروهی از آن‌ها که ظاهر کروی‌شکل دارند، می‌توانند الکترون‌ها را در مجاورت فضای درون تیلاکوئید جابه‌جا کنند.

۴) فقط گروهی از آن‌ها که از فتوسیستم واجد آنتن‌های گیرندهٔ نوری کم‌تر، الکترون می‌گیرند، با فسفولیپیدها در تماس هستند.

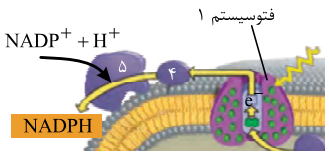
پاسخ: گزینهٔ ۳ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۶ ـ زنجیره‌های انتقال الکترون تیلاکوئیدی)*

درس‌نامه ●● زنجیره‌های انتقال الکترون در غشای تیلاکوئید

زنجیرهٔ اول (بزرگ)	بین فتوسیستم ۲ و ۱ قرار دارد + ۳ عضو دارد؛ یکی پمپ غشایی و دوتا فقط ناقل الکترون (غیرپمپ) + بر میزان یون‌های هیدروژن در فضای درون تیلاکوئید مؤثر است + همهٔ اجزای آن توانایی دریافت و از دست دادن الکترون را دارند + به طور غیرمستقیم در تولید ATP نقش دارد. (به دلیل ایجاد شیب H^+ برای فعالیت آنزیم ATPساز)	
	جزء شمارهٔ ۱	● اولین عضو زنجیرهٔ انتقال الکترون بزرگ است. ● مولکولی غیرسراسری است که در بین دو لایهٔ فسفولیپیدی غشای تیلاکوئید قرار دارد؛ بنابراین آب‌گریز است. ● الکترون‌های خارج‌شده از کلروفیل a مرکز واکنش فتوسیستم ۲ را دریافت می‌کند.
	جزء شمارهٔ ۲	● دومین و بزرگ‌ترین عضو زنجیرهٔ انتقال الکترون بزرگ است. ● پروتئینی سراسری است؛ بنابراین در تماس با هر دو لایهٔ فسفولیپیدی غشای تیلاکوئید است. ● بین دو ناقل الکترونی قرار دارد؛ در واقع الکترون را از یک ناقل آب‌گریز دریافت و به یک ناقل آب‌دوست منتقل می‌کند. ● با استفاده از انرژی حاصل از جابه‌جایی الکترون، یون‌های هیدروژن را برخلاف شیب غلظت و با انتقال فعال از بسترهٔ کلروپلاست به فضای درون تیلاکوئید پمپ می‌کند. ● در جابه‌جایی الکترون و پروتون (یون هیدروژن) نقش دارد.
	جزء شمارهٔ ۳	● سومین (آخرین) عضو زنجیرهٔ انتقال الکترون بزرگ است. ● مولکولی غیرسراسری و آب‌دوست است که بر روی فسفولیپیدهای لایهٔ داخلی غشای تیلاکوئید قرار دارد و در تماس با محتویات درون تیلاکوئید است. ● الکترون را از جزء شمارهٔ ۲ (پمپ هیدروژنی) دریافت و به کلروفیل a مرکز واکنش فتوسیستم ۱ منتقل می‌کند.



زنجیرهٔ دوم (کوچک)	بین فتوسیستم ۱ و $NADP^+$ قرار دارد + ۲ عضو دارد و *هفتشون* فقط ناقل الکترون هستند (پمپ H^+ انجام نمی‌دهند) + بر میزان یون‌های هیدروژن بسترہ مؤثر است (به دلیل مصرف این یون‌ها حین تشکیل NADPH) + همهٔ اجزای آن توانایی دریافت و از دست دادن الکترون را دارند + به طور مستقیم در تولید NADPH نقش دارد + بر روی لایهٔ خارجی غشای فسفولیپیدی تیلاکوئید قرار دارند + مولکول‌هایی آب‌دوست هستند.	
	جزء شمارهٔ ۴	● عضو کوچک‌تر زنجیرهٔ انتقال الکترون است. ● الکترون را از کلروفیل a مرکز واکنش فتوسیستم ۱ دریافت می‌کند.
	جزء شمارهٔ ۵	● عضو بزرگ‌تر این زنجیرهٔ انتقال الکترون است. ● الکترون را به مولکول $NADP^+$ منتقل می‌کند.



آزمون یازدهم حضوری
دوازدهم تجربی

پاسخ تشریحی با توجه به شکل ۶ در فصل ۶ زیست دوازدهم می‌توان گفت اجزای اول و سوم از زنجیرهٔ اول و جزء اول زنجیرهٔ دوم در غشای تیلاکوئیدها، ظاهر کروی‌شکل دارند. جزء اول زنجیرهٔ اول در فضای بین دو غشا و جزء اول زنجیرهٔ دوم در سطح خارجی غشای تیلاکوئید قرار دارد، اما جزء سوم زنجیرهٔ اول در سمت بخش درونی تیلاکوئید قرار دارد و الکترون‌ها را در مجاورت این بخش جابه‌جا می‌کند.

نکته خود فتوسیستم‌ها جزء زنجیرهٔ انتقال الکترون نیستند، چراکه طبق کتاب درسی، یک زنجیره بین فتوسیستم ۲ و ۱ و یک زنجیره هم بین فتوسیستم ۱ و $NADP^+$ قرار دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) جزء سوم زنجیرهٔ اول و هر دو جزء زنجیرهٔ دوم فقط با یکی از سطوح (داخلی یا خارجی) غشای تیلاکوئید در تماس هستند؛ یعنی فقط با سرهای فسفولیپیدها. این بخش از فسفولیپیدها از گلیسرول و فسفات تشکیل شده است. جزء سوم زنجیرهٔ اول برخلاف دو جزء زنجیرهٔ دوم، در تماس با محتویات بستره نیست.

۲) پمپ پروتئینی زنجیرهٔ اول با جابه‌جایی پروتون و ایجاد شیب H^+ از فضای درون تیلاکوئید به سمت بستره، در فعالیت آنزیم ATPساز نقش دارد (این آنزیم با استفاده از انرژی حاصل از جابه‌جایی H^+، ATP می‌سازد). دقت کنید جزء آخر زنجیرهٔ دوم نیز، پروتون‌ها را به $NADP^+$ اضافه می‌کند؛ در نتیجه برای فعالیت خود از یون‌های هیدروژن مستقر در فضای بستره استفاده می‌کند.

۴) اجزای زنجیرهٔ انتقال الکترون اول، از فتوسیستم ۲ که آنتن‌های گیرندهٔ نوری کم‌تری دارد (این موضوع تو شکل کتاب درسی معلومه!)، الکترون دریافت می‌کنند. همهٔ این اجزا با فسفولیپیدهای غشای تیلاکوئید در تماس هستند.

تست و پاسخ ۲۶

طبق شکل‌های کتاب درسی، کدام‌یک از موارد زیر، ویژگی مشترک پروتئین‌های غشایی را که در اندامک‌های دو غشایی یاخته‌های میانبرگ گل رز به تولید ATP می‌پردازند، بیان می‌کند؟

آنزیم‌های ATPساز

الف) بخش حجیم‌ترِ آن‌ها، در بین فسفولیپیدهای نوعی غشای زیستی قرار دارد.

ب) بر فشار اسمزی محل قرارگیری مولکول(های) دنای حلقوی، مؤثر هستند.

ج) جایگاه فعال مربوط به مولکول ADP، در درونی‌ترین فضای محصورشده با غشا قرار گرفته است.

د) یون‌های H^+ را با انتشار تسهیل‌شده، به محل قرارگیری رناتن‌ها وارد می‌کنند.

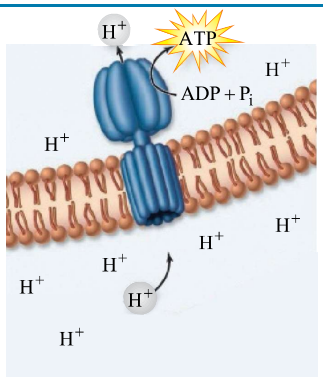
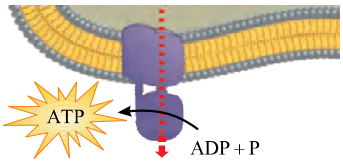
۱) الف ـ ب ـ ج ـ د ۲) ب ـ ج ـ د ۳) ب ـ د ۴) الف ـ ج

پاسخ: گزینهٔ ۳ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۶ ـ آنزیم ATPساز)*

پاسخ تشریحی منظور سؤال، آنزیم ATPساز در غشای درونی میتوکندری و غشای تیلاکوئیدهای کلروپلاست است. میتوکندری، هسته و کلروپلاست ساختارهای دوغشایی یاخته‌ها هستند، اما فقط میتوکندری و کلروپلاست در غشای خود آنزیم ATPساز دارند.

درس‌نامه

	مجموعهٔ آنزیمی ATPساز در میتوکندری	مجموعهٔ آنزیمی ATPساز در تیلاکوئید
در غشای داخلی اندامک قرار دارد؟	✓	✗ (کلروپلاست اندامک است و تیلاکوئید بخشی از آن است.)
جزء زنجیرهٔ انتقال الکترون است؟	✗	✗
فعالیت آن تحت تأثیر عملکرد زنجیرهٔ انتقال الکترون قرار می‌گیرد؟	✓	✓
می‌تواند الکترون را در غشا جابه‌جا کند؟	✗	✗
یون هیدروژن را در جهت شیب غلظتش جابه‌جا می‌کند؟	✓	✓
دو بخش کانالی و آنزیمی دارد.	✓	✓

	مجموعهٔ آنزیمی ATPساز در میتوکندری	مجموعهٔ آنزیمی ATPساز در تیلاکوئید
از فسفات آزاد موجود در اندامک استفاده می‌کند؟	✓	✓
پیوند اشتراکی ایجاد می‌کند؟	✓	✓
شکل		

بررسی همهٔ موارد:

الف) مطابق شکل این آنزیم‌ها، بخش حجیم‌تر آنزیم ATPساز میتوکندری، درون غشا قرار ندارد، بلکه در بخش داخلی میتوکندری است؛ اما این مورد دربارهٔ آنزیم ATPساز مستقر در غشای تیلاکوئید صحیح است و بخش کانالی این آنزیم از قسمت سازندهٔ ATP آن، حجیم‌تر است.

ب) ساخته‌شدن ATP یک واکنش سنتز آبدهی است، پس با تولید آب همراه است. آنزیم ATPساز در غشای درونی میتوکندری با تولید ATP از ADP و فسفات، در بخش داخلی این اندامک (محل قرارگیری دناهای حلقوی)، مولکول آب را در این بخش تولید می‌کند، بنابراین سبب کاهش فشار اسمزی این بخش می‌شود. آنزیم ATPساز غشای تیلاکوئیدها نیز با عملکردی مشابه، سبب کاهش فشار اسمزی در بستره (محل قرارگیری دنای حلقوی) می‌شود. این آنزیم ATPها را در بستره می‌سازد.

ج) در آنزیم ATPساز در تیلاکوئید، جایگاه فعال آنزیم برای قرارگیری ADP در بستره قرار دارد در حالی که درونی‌ترین فضای محصورشده با غشا، فضای درون تیلاکوئیدها است. در آنزیم ATPساز میتوکندری هم، بخشی که ATPمی‌سازد در بخش داخلی راکیزه یا همان درونی‌ترین قسمت آن است.

د) هر دو مجموعهٔ پروتئینی، یون‌های هیدروژن را با انتشار تسهیل‌شده وارد محل قرارگیری رناتن‌ها (بخش داخلی راکیزه و بسترهٔ سبزدیسه) می‌کنند.

نکته در میتوکندری، مجموعهٔ آنزیمی ATPساز، ATPها را در بخش داخلی راکیزه می‌سازد و H^+ها را از فضای بین دو غشا می‌فرستد به بخش داخلی. در تیلاکوئید نیز این آنزیم، ATPها را در سمت بستره می‌سازد و H^+ها را از فضای درون تیلاکوئید می‌برد به بستره. به عبارتی هر دو با جابه‌جایی H^+، توان ساخت ATP را به دست می‌آورند. هر دوی این آنزیم‌ها به منظور تولید مولکول ATP، از فسفات آزاد استفاده می‌کنند، نه فسفات نوعی ترکیب آلی سه‌کربنی.

نکته در تیلاکوئید، H^+های حاصل از تجزیهٔ آب و حاصل از فعالیت پمپ زنجیرهٔ انتقال الکترون اول، توسط آنزیم ATPساز جابه‌جا می‌شوند. در میتوکندری هم، H^+هایی که توسط پمپ‌های زنجیره به فضای بین دو غشا رفتند، می‌توانند توسط این آنزیم جابه‌جا شوند.

تست و پاسخ ۲۷

مطابق با مطالب کتاب درسی، در «یاخته‌های غلاف آوندی برگ گیاه ذرت، نوعی ترکیب شیمیایی دارای نوکلئوتید، با دریافت الکترون‌های برانگیخته در فضای بسترهٔ سبزدیسه، کاهش می‌یابد»؛ کدام عبارت دربارهٔ این ترکیب، نادرست است؟

$NADP^+$

۱) در واکنش‌های تثبیت کربن، هم‌زمان با کاهش یافتن مولکول سه‌کربنی غیرقندی به وجود می‌آید.

۲) درپی فعالیت اجزای هر زنجیرهٔ انتقال الکترون در نوعی سامانهٔ غشایی مصرف می‌شود.

۳) در زمان حضور نور و در مجموعه‌ای از واکنش‌های چرخه‌ای بازسازی می‌شود.

۴) فاقد توانایی حمل الکترون‌ها در فضای بسترهٔ سبزدیسه می‌باشد.

پاسخ: گزینهٔ ۲ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۶ ـ $NADP^+$)*

پاسخ تشریحی گیاه ذرت گیاهی C_4 است و یاخته‌های غلاف آوندی آن دارای کلروپلاست هستند. منظور از صورت سؤال نیز **مولکول $NADP^+$ (نوعی پذیرندهٔ الکترون)** است. مولکول $NADP^+$، در زنجیرهٔ انتقال الکترون دوم (بین فتوسیستم ۱ و $NADP^+$) مستقر در غشای تیلاکوئید مصرف می‌شود. بنابراین فقط در یکی از دو زنجیره انتقال الکترون غشای تیلاکوئید، مصرف می‌شود. از طرفی در غشای درونی میتوکندری هم، زنجیرهٔ انتقال الکترون داریم که $NADP^+$ توسط اجزای آن، مصرف نمی‌شود. در این زنجیره، NADH و $FADH_2$ مصرف می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) مولکول $NADP^+$، در طی واکنشی از چرخهٔ کالوین، که با مصرف NADPH و تبدیل ترکیب سه‌کربنی غیرقندی به ترکیب سه‌کربنی قندی همراه است، تولید می‌شود.

۳) واکنش‌های چرخهٔ کالوین، در زمان حضور نور صورت می‌گیرند، بنابراین بازسازی مولکول $NADP^+$ که در این فرایند رخ می‌دهد، می‌تواند در حضور نور و در فضای بسترهٔ سبزدیسه رخ دهد.

۴) مولکول $NADP^+$ نوعی پذیرندهٔ الکترون است که با دریافت الکترون به NADPH تبدیل می‌شود و NADPH توانایی حمل الکترون‌ها را دارد، نه $NADP^+$.

نکته مولکول‌های NADPH و $NADP^+$ طی واکنش‌های اکسایش و کاهش به یکدیگر تبدیل می‌شوند. NADPH طی واکنش‌های نوری تولید می‌شود، اما طی واکنش‌های مستقل از نور (چرخهٔ کالوین) مصرف می‌شود و به $NADP^+$ تبدیل می‌شود.

تست و پاسخ ۲۸

چرخهٔ کالوین

در خصوص واکنش‌های مستقل از نور فتوسنتز در گیاه نهان‌دانهٔ C_4، کدام مورد غیرممکن است؟

۱) طی یک چرخه، بعد از خروج تعدادی قند تک‌فسفاته از چرخه، شکستن پیوند بین کربن و فسفات برای تشکیل قند پنج‌کربنی رخ دهد.

۲) بلافاصله قبل از تولید نخستین ترکیب قندی، جداشدن فسفات از ترکیبی آلی و فسفاته در فضای بسترهٔ سبزدیسه (کلروپلاست) رخ دهد.

۳) بلافاصله بعد از تولید هر ترکیب اسیدی سه‌کربنی تک‌فسفاته، تولید مولکول(های) آلی دوفسفاته در مجاورت رناتن‌ها رخ دهد.

۴) بلافاصله قبل از تولید هر ترکیب آلی دوفسفاته، فقط پیش‌ماده(های) آلی در جایگاه فعال نوعی آنزیم پروتئینی قرار می‌گیرند.

پاسخ: گزینهٔ ۴ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۶ ـ چرخهٔ کالوین)*

شکل نامه **چرخهٔ کالوین شکل کتاب درسی:**

۱) در یوکاریوت‌های فتوسنتزکننده، چرخهٔ کالوین در بسترهٔ کلروپلاست رخ می‌دهد و مستقیمن به انرژی نور خورشید نیاز ندارد، ولی به محصولات واکنش‌های وابسته به نور فتوسنتز (ATP و NADPH) نیاز دارد.

۲) این چرخه مجموعه‌ای از واکنش‌های آنزیمی است که طی آن، در نهایت مولکول اولیهٔ چرخه، دوباره تولید می‌شود. طی واکنش‌های آن، CO_2 ورودی به چرخه به مولکول‌های قند تبدیل می‌شود.

۳) مرحلهٔ اول:

- مواد مصرفی ← مولکول‌های CO_2 + مولکول‌های ریبولوز بیس‌فسفات
- مواد تولیدی ← مولکول‌های اسیدی ۶کربنهٔ دوفسفاتهٔ ناپایدار که به مولکول‌های اسید سه‌کربنی تبدیل می‌شوند.

۴) مرحلهٔ دوم:

- مواد مصرفی ← مولکول‌های اسیدی ۳کربنه و تک‌فسفاتهٔ پایدار + مولکول‌های ATP + مولکول‌های NADPH
- مواد تولیدی ← مولکول‌های قند ۳کربنی و تک‌فسفاتی + مولکول‌های ADP + فسفات آزاد + مولکول‌های $NADP^+$
- اتفاقات: اسید ۳کربنهٔ تک‌فسفاته ← دریافت فسفات از مولکول ATP ← دوفسفاته‌شدن ← دریافت الکترون و پروتون از مولکول NADPH ← جداشدن فسفاتی که از ATP آمده است ← ایجاد قند ۳کربنه.

۵) مرحلهٔ سوم:

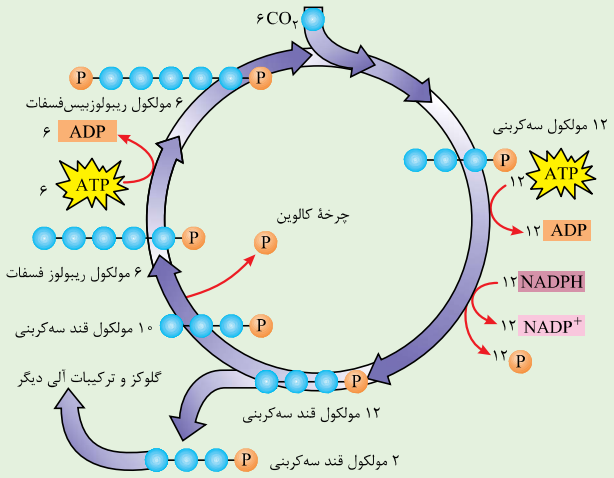
- در این مرحله از ۱۲ مولکول قند ۳کربنی تک‌فسفاته ایجادشده در مرحلهٔ قبل، ۲ مولکول خارج می‌شود که از آن برای تولید گلوکز و ترکیبات آلی دیگر استفاده می‌شود.

۶) مرحلهٔ چهارم:

- مواد مصرفی ← مولکول‌های قند ۳کربنی تک‌فسفاته
- مواد تولیدی ← مولکول‌های قند ۵کربنی تک‌فسفاته (ریبولوز فسفات) + آزادشدن تعدادی فسفات

۷) مرحلهٔ پنجم:

- مواد مصرفی ← مولکول‌های قند ۵کربنی تک‌فسفاته (ریبولوز فسفات) + مولکول‌های ATP
- مواد تولیدی ← مولکول‌های قند ۵کربنی دوفسفاته (ریبولوز بیس‌فسفات) + مولکول‌های ADP



پاسخ تشریحی واکنش‌های چرخهٔ کالوین، مستقل از نور هستند. ترکیبات آلی دوفسفاته که در چرخهٔ کالوین (طبق شکل کتاب درسی)، تولید می‌شوند شامل ADP و ریبولوزبیس فسفات هستند. هم‌چنین با اتصال CO_2 به ریبولوزبیس فسفات، یک ترکیب شش‌کربنهٔ دوفسفاته و ناپایدار تشکیل می‌شود. در این واکنش علاوه بر ترکیبی آلی، CO_2 که مولکولی غیرآلی است نیز در جایگاه فعال آنزیم روبیسکو قرار می‌گیرد، این ترکیب شش‌کربنی، ناپایدار است و بلافاصله به ترکیبات سه‌کربنی تبدیل خواهد شد.

نکته NADPH برخلاف NADH دوفسفاته نیست؛ بلکه سه فسفات دارد. از کجا فهمیدیم؟ اسمش نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید فسفات است، یعنی دو نوکلئوتید به اضافهٔ یک فسفات دارد. هر نوکلئوتید آن هم یک فسفات دارد؛ پس می‌شود سه‌فسفاته!

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) همان‌طور که در شکل ۷ صفحهٔ ۸۴ کتاب درسی زیست‌شناسی۳ دیده می‌شود، تعدادی از قندهای سه‌کربنی تک‌فسفاته تولیدشده در کالوین، برای ساخته‌شدن گلوکز و ترکیبات آلی دیگر از چرخه خارج می‌شوند و تعدادی نیز برای بازسازی ریبولوزبیس فسفات به مصرف می‌رسند. در طی تبدیل قندهای سه‌کربنی به مولکول‌های پنج‌کربنی تک‌فسفاته ریبولوزفسفات، گروه‌های فسفات آزاد می‌شود. براساس ضرایب چرخهٔ کالوین در کتاب درسی، تعداد ۱۰ مولکول قند سه‌کربنی تک‌فسفاته (۱۰ گروه فسفات) تبدیل به ۶ مولکول ریبولوزفسفات (۶ گروه فسفات) می‌شود. درنتیجه، ۴ گروه فسفات حین تشکیل ریبولوزفسفات آزاد شده است.

نکته در طی چرخهٔ کالوین شکل کتاب درسی، در دو جا فسفات آزاد می‌شود. زمانی که اسید سه‌کربنی فسفاته به قند سه‌کربنی فسفاته تبدیل می‌شود و زمانی هم که قندهای سه‌کربنی تک‌فسفاته به ریبولوز فسفات تبدیل می‌شوند.

۲) طی واکنشی که با تبدیل اسید سه‌کربنی به قند سه‌کربنی همراه است گروه فسفات آزاد می‌شود. همهٔ مولکول‌های فسفات‌دار شرکت‌کننده در این واکنش، مولکولی آلی هستند پس فسفات از مولکولی آلی آزاد شده است.

۳) ضمن مصرف اسیدهای سه‌کربنی تک‌فسفاته، ابتدا مولکول‌های ATP به ADP تبدیل می‌شوند. توجه داشته باشید که چرخهٔ کالوین در فضای بسترهٔ سبزدیسه صورت می‌گیرد. در بسترهٔ این اندامک دنای حلقوی و رناتن‌ها قابل مشاهده است.

نکته اولین ترکیب دوفسفاته‌ای که با ورود CO_2 به چرخهٔ کالوین تشکیل می‌شود، ترکیبی شش‌کربنی و ناپایدار است، اما ADP اولین ترکیب دوفسفاتهٔ پایداری است که طی این چرخه تشکیل می‌شود.

تست و پاسخ ۲۹

کدام مورد، در خصوص همهٔ جانداران تولیدکنندهٔ مطرح‌شده در کتاب درسی صحیح است؟

گیاهان + اوگلنا (آغازی فتوسنتزکننده) + باکتری‌ها (سیانوباکتری + گوگردی + شیمیوسنتزکننده)

۱) سامانه‌ای برای تبدیل انرژی نور خورشید به انرژی شیمیایی دارند.

۲) با استفاده از الکترون‌های حاصل از تجزیهٔ آب به ساخت حامل‌های الکترون می‌پردازند.

۳) قادر به تولید شکل رایج انرژی در یاخته با سه روش مختلف مطرح‌شده در کتاب هستند.

۴) برای ساخت مواد آلی مورد نیاز خود، به حضور ATP و مولکول کربن دی‌اکسید وابسته هستند.

پاسخ: گزینهٔ ۴ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۶ ـ جانداران تولیدکننده)*

پاسخ تشریحی طبق اطلاعات کتاب درسی زیست‌شناسی۳، گیاهان فتوسنتزکننده، باکتری‌های اکسیژن‌زا (مثل سیانوباکتری‌ها) و غیراکسیژن‌زا (مثل گوگردی‌ها)، باکتری‌های شیمیوسنتزکننده و آغازیانی مانند جلبک‌ها و اوگلنا به عنوان جانداران تولیدکننده مطرح شده‌اند. همهٔ تولیدکنندگان ذکرشده، برای ساخت مواد آلی مورد نیاز خود به حضور کربن دی‌اکسید (منبع کربن) و ATP (منبع انرژی)، وابسته‌اند.

نکته تفاوت تولیدکنندگان مختلف می‌تواند در ۱) وجود یا عدم وجود رنگیزه و حتی نوع رنگیزه مورد استفاده (مثلن کلروفیل a در گیاهان و باکتریوکلروفیل در باکتری‌های گوگردی) ۲) منبع الکترون (آب و یا مثلن H_2S) و ۳) نیازمندی به نور (فتوسنتزکننده با کمک نور و شیمیوسنتزکننده بدون کمک نور) باشد. دقت کنید باکتری‌ها کلروپلاست ندارند، اما سامانه‌های لازم برای فتوسنتز (تثبیت کربن) را دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) باکتری‌های شیمیوسنتزکننده بدون استفاده از انرژی نور خورشید به تولید مواد آلی از مواد معدنی می‌پردازند؛ پس سامانهٔ تبدیل‌کنندهٔ انرژی نور به انرژی شیمیایی را ندارند، یعنی اصلن نور را دریافت نمی‌کنند. این باکتری‌ها، انرژی خود را از واکنش‌های اکسایش به دست می‌آورند.

۲) منبع الکترون باکتری‌های غیراکسیژن‌زا (مانند باکتری‌های گوگردی ارغوانی و سبز)، هیدروژن سولفید است نه آب. الکترون‌ها با عبور از زنجیرهٔ انتقال الکترون در نهایت به $NADP^+$ می‌رسند و سبب تشکیل حامل الکترونی NADPH می‌شوند.

۳) این مورد در خصوص فتوسنتزکنندگانی درست است که هم O_2 مصرف می‌کنند و هم CO_2 (ساخت ATP به صورت در سطح پیش‌ماده، اکسایشی و نوری)، اما باکتری‌های شیمیوسنتزکننده، فتوسنتز نمی‌کنند و در نتیجه توانایی تولید ATP با استفاده از انرژی نور خورشید (تولید نوری ATP) را ندارند.

تست و پاسخ ۳۰

کدام گزینه، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«با توجه به واکنش‌های وابسته به نور در غشای تیلاکوئید کلروپلاست‌های پارانشیم برگ لوبیا، هر جزئی که ..... .»

تجزیهٔ نوری آب (زنجیرهٔ انتقال الکترون) + ساخت نوری ATP

۱) فقط با بخش آبدوست فسفولیپیدهای لایهٔ داخلی غشا تماس دارد، دارای نقش مستقیم در تولید مولکول حامل الکترون می‌باشد

۲) توانایی جابه‌جاکردن یون‌های هیدروژن را دارا می‌باشد، الکترون‌های پرانرژی را به سمت سطح داخلی غشای تیلاکوئید می‌فرستد

۳) به عنوان آب‌گریزترین جزء زنجیره‌های انتقال الکترون شناخته می‌شود، توانایی انتقال الکترون(ها) به نوعی پروتئین سراسری را دارد

۴) الکترون‌ها را مستقیماً به کلروفیل a موجود در مرکز واکنش نوعی فتوسیستم انتقال می‌دهد، در مجاورت محتویات بستره قرار گرفته است

پاسخ: گزینهٔ ۳ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۶ ـ واکنش‌های وابسته به نور در تیلاکوئید)*

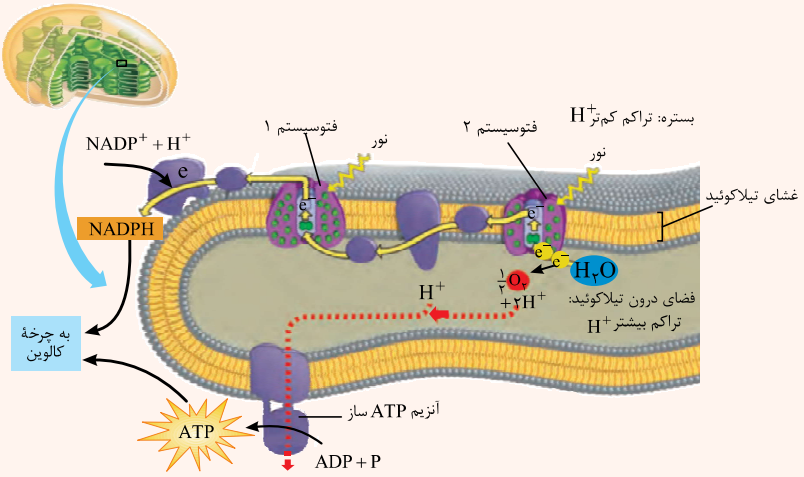
پاسخ تشریحی واکنش‌های وابسته به نور، به دنبال برخورد نور به فتوسیستم‌ها، راه‌اندازی می‌شوند. طی این واکنش‌ها، زنجیره‌های انتقال الکترون فعالیت می‌کنند و آنزیم ATPساز غشای تیلاکوئید، ATP می‌سازد. آب‌گریزترین جزء زنجیرهٔ انتقال الکترون در تیلاکوئید، آن مولکولی است که به طور مستقیم الکترون را از فتوسیستم ۲ دریافت می‌کند (کاملن در فضای بین دو غشای تیلاکوئید قرار دارد). این مولکول، توانایی انتقال الکترون‌ها به نوعی پروتئین سراسری را دارد. این پروتئین سراسری، پمپ H^+ را انجام می‌دهد.

درس‌نامه عملکرد زنجیره‌های انتقال الکترون غشای تیلاکوئید

۱) نور به صورت هم‌زمان به فتوسیستم‌های ۱ و ۲ برخورد می‌کند. در این فتوسیستم‌ها، انرژی نور خورشید می‌تواند توسط آنتن‌ها دریافت و به مرکز واکنش انتقال داده شود: برخورد نور ← ایجاد الکترون برانگیخته در رنگیزه‌های مستقر در آنتن‌ها ← انتقال انرژی این الکترون‌های برانگیخته از رنگیزه‌ای به رنگیزهٔ دیگر ← انتقال انرژی به مرکز واکنش ← ایجاد الکترون برانگیخته در سبزینهٔ a ← خروج الکترون از آن؛ پس در هر دو فتوسیستم، کلروفیل a مرکز واکنش، تحت تأثیر انرژی دریافتی، الکترون برانگیخته ایجاد می‌کند که از این سبزینه خارج می‌شود، این الکترون به زنجیره(های) انتقال الکترون منتقل می‌شود و توسط اجزای آن جابه‌جا می‌شود. در این وضعیت کلروفیل a در مرکز واکنش هر دو فتوسیستم اکسایش یافته است و باید کمبود الکترونی‌اش جبران شود:

- **جبران کمبود الکترونی در فتوسیستم ۲:** این فتوسیستم الکترون‌های حاصل از تجزیهٔ آب را دریافت می‌کند. تجزیه نوری آب در فتوسیستم ۲ و در سطح داخلی تیلاکوئید انجام می‌شود. حاصل تجزیهٔ آب، الکترون، پروتون و اکسیژن است. $(H_2O \rightarrow 2H^+ + \frac{1}{2}O_2 + 2e^-)$. الکترون‌ها، کمبود الکترونی سبزینهٔ a در مرکز واکنش فتوسیستم ۲ را جبران می‌کنند و **پروتون‌ها** در فضای **درون تیلاکوئید** تجمع می‌یابند. O_2 هم، محصول فتوسنتز است و می‌تواند از یاخته خارج شود.
- **جبران کمبود الکترونی در فتوسیستم ۱:** الکترون‌های خارج‌شده از فتوسیستم ۲، از طریق زنجیرهٔ انتقال الکترون به کلروفیل a مرکز واکنش فتوسیستم ۱، منتقل می‌شوند و کمبود الکترونی آن را جبران می‌کنند.

۲) دقت کنید که در نتیجهٔ فعالیت زنجیرهٔ انتقال الکترون اول، مولکول ATP تولید می‌شود (به صورت غیرمستقیم و در اثر فعالیت پمپ H^+) و در نتیجهٔ فعالیت زنجیرهٔ انتقال الکترون دوم، مولکول NADPH، به صورت مستقیم تولید می‌شود.



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ مطابق شکل کتاب درسی، مولکولی که الکترون‌ها را به مرکز واکنش فتوسیستم یک منتقل می‌کند (جزء سوم زنجیرهٔ اول)، فقط با بخش آبدوست فسفولیپیدهای لایهٔ داخلی غشا در تماس است. این مولکول فاقد نقش مستقیم در تولید مولکول حامل الکترون (NADPH) است.

۲ نوعی پمپ غشایی در زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌تواند پروتون‌ها را در خلاف جهت شیب غلظت و طی انتقال فعال از بستره به فضای درون تیلاکوئید منتقل کند. این پروتئین، جزئی از زنجیرهٔ انتقال الکترون نیز محسوب می‌شود و الکترون را به جزء بعدی در سطح داخلی غشای تیلاکوئید انتقال می‌دهد. علاوه بر این، مجموعهٔ پروتئینی آنزیم ATPساز نیز کانالی دارد که پروتون‌ها را در جهت شیب غلظت از فضای درون تیلاکوئید به بستره منتقل می‌کند. آنزیم ATPساز نقشی در انتقال الکترون ندارد. دقت کنید آنزیم ATPساز در واکنش‌های وابسته به نور مؤثر است اما جزء زنجیره‌های انتقال الکترون محسوب نمی‌شود.

نکته پمپ پروتئینی که در زنجیرهٔ انتقال الکترون اول موجود در غشای تیلاکوئید قرار دارد، با مصرف انرژی، H^+ را به فضای درون تیلاکوئید می‌آورد، هم‌چنین به دنبال تجزیهٔ آب در این فضا، H^+ تولید می‌شود. مجموعهٔ این‌ها می‌شود افزایش تراکم H^+ در فضای درون تیلاکوئید نسبت به بستره. آنزیم ATPساز هم به دلیل این شیب H^+، H^+ها را از درون تیلاکوئید می‌برد به بستره (از طریق انتشار تسهیل‌شده) و ATP می‌سازد.

۴ در زنجیرهٔ انتقال الکترون غشای تیلاکوئید، جزئی که الکترون‌ها را به کلروفیل a در مرکز واکنش نوعی فتوسیستم انتقال می‌دهد، جزئی است که قبل از فتوسیستم ۱ است (جزء سوم زنجیرهٔ اول) که این جزء با محتویات درون بستره تماس ندارد.

تست و پاسخ ۳۱

در شرایطی که دمای بالا و شدت نور زیاد در محیط زندگی گل رز وجود دارد، فرایندی در یاخته‌های فتوسنتزکننده رخ می‌دهد که از عمل کربوکسیلازی روبیسکو ممانعت می‌کند. چند مورد، در خصوص این فرایند، درست است؟

تنفس نوری

الف) همانند تخمیر لاکتیکی، با مصرف‌شدن مولکول‌های کربن‌دار دوفسفاته همراه خواهد بود.

ب) همانند چرخهٔ کربس، در طی آن نوعی ترکیب پنج‌کربنی تولید شده و پیوند میان برخی کربن‌های آن شکسته می‌شود.

ج) همانند تخمیر الکلی، با تولید نوعی مولکول دوکربنی همراه است که پیش‌مادهٔ آنزیمی در خارج از میتوکندری می‌باشد.

د) همانند چرخهٔ کالوین، ترکیب ناپایداری تولید می‌کند که مولکول سه‌کربنی لازم برای بازسازی ریبولوز بیس‌فسفات را خواهد ساخت.

۱) یک ۲) دو ۳) سه ۴) چهار

پاسخ: گزینهٔ ۴ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۶ ـ تنفس نوری)*

پاسخ تشریحی تمامی موارد به درستی بیان شده‌اند. منظور از صورت سؤال، تنفس نوری است.

درس‌نامه ●● تنفس نوری

- فرایندی است که با مصرف اکسیژن و آزادشدن کربن دی‌اکسید همراه است و زمانی رخ می‌دهد که نسبت O_2 در محیط واکنش آنزیم روبیسکو از CO_2 بیشتر باشد.
- با تجزیهٔ مادهٔ آلی همراه است اما به دلیل ساخته‌نشدن ATP طی واکنش‌های آن، باعث کاهش فراورده‌های فتوسنتز می‌شود. (طی فتوسنتز ATP به روش نوری ساخته می‌شود.)
- شرایط مساعد برای انجام آن: افزایش بیش از حد دما و نور ← بسته‌شدن روزنه‌های هوایی گیاه به منظور کاهش تعرق ← توقف تبادل گازهای O_2 و CO_2 بین محیط و گیاه از طریق این روزنه‌ها ← کاهش CO_2 در برگ و افزایش O_2 در آن به دنبال وقوع واکنش‌های مستقل از نور و وابسته به نور فتوسنتز (مصرف CO_2 و تولید O_2) ← مساعدشدن شرایط برای تنفس نوری.
- بیشتر بودن میزان CO_2 نسبت به O_2 در گیاه و در مجاورت آنزیم روبیسکو، در زمان بازبودن روزنه‌های هوایی در گیاه مانع تنفس نوری می‌شود.
- در صورت بسته‌بودن روزنه‌های هوایی، امکان تبادل گازهای تنفسی از بخش‌های دیگری مثل پوستک وجود دارد.
- تنفس نوری در همهٔ گیاهان (در شرایطی که گفته شد) رخ نمی‌دهد، مثلن گیاهان C_4 و CAM برای زندگی (ممانعت از تنفس نوری) در این شرایط سازش یافته‌اند.
- **مراحل:**

۱) مساعدشدن شرایط برای انجام فعالیت اکسیژنازی آنزیم روبیسکو با زیادشدن نسبت میزان O_2 به CO_2 در محیط فعالیت این آنزیم.
۲) ترکیب‌شدن O_2 با ریبولوزبیس فسفات توسط آنزیم روبیسکو ← تشکیل ترکیب ناپایدار
۳) تجزیهٔ این ترکیب به دو مولکول ۳کربنی و ۲کربنی پایدار
۴) مصرف‌شدن مولکول ۳کربنی برای بازسازی ریبولوزبیس فسفات (در کلروپلاست یاخته‌های یوکاریوتی)
۵) خارج‌شدن مولکول ۲کربنی از کلروپلاست و آزادشدن CO_2 از آن طی واکنش‌هایی که بخشی از آن در راکیزه انجام می‌شود.

بررسی همهٔ موارد:

الف) تخمیر لاکتیکی مانند تنفس هوازی با قندکافت آغاز می‌شود. در فرایند قندکافت، فروکتوز دوفسفاته و اسیدهای دوفسفاته (مولکول کربن‌دار دوفسفاته) مورد استفاده قرار می‌گیرد، هم‌چنین طی قندکافت ADP که دو فسفات دارد و همین‌طور NAD^+ هم مصرف می‌شود. از طرفی، در تنفس نوری، ریبولوزبیس‌فسفات که نوعی مولکول آلی دو فسفاته است، با اکسیژن ترکیب می‌گردد.

ب) در چرخهٔ کربس و تنفس نوری، مولکولی پنج‌کربنی تولید می‌شود. ترکیب پنج‌کربنی ناشی از افزودن اکسیژن به ریبولوز بیس فسفات در تنفس نوری، ناپایدار است و در اثر شکسته‌شدن یک پیوند بین کربن‌های آن، به دو ترکیب سه و دوکربنی تجزیه می‌شود. در چرخهٔ کربس نیز به دنبال شکسته‌شدن یک پیوند بین کربن‌های ترکیب پنج‌کربنی، یک مولکول کربن دی‌اکسید آزاد شده و نهایتن نوعی ترکیب چهارکربنی پدید می‌آید.

نکته طی تنفس یاخته‌ای، در فرایندهای قندکافت، اکسایش پیرووات و چرخهٔ کربس، پیوند بین اتم‌های کربن شکسته می‌شود. در چرخهٔ کالوین و تنفس نوری هم، شکسته‌شدن پیوند بین اتم‌های کربن دیده می‌شود. در چرخهٔ کربس و اکسایش پیرووات (و همین‌طور تخمیر الکلی)، این شکست پیوندها، سبب آزادشدن CO_2 می‌شود.

ج) در تنفس نوری به دنبال شکسته‌شدن ترکیب پنج‌کربنی ناپایدار، نوعی مولکول دوکربنی ایجاد می‌شود که از کلروپلاست خارج می‌شود و در واکنش‌هایی که بخشی از آن‌ها در میتوکندری انجام می‌شود، از آن، مولکول کربن دی‌اکسید آزاد می‌شود. پس این مولکول دوکربنی می‌تواند در خارج از میتوکندری توسط آنزیم(هایی) مصرف شود. در تخمیر الکلی نیز، تولید اتانال (از دست‌دادن CO_2 توسط پیرووات و تشکیل اتانال) در مادهٔ زمینهٔ سیتوپلاسم رخ می‌دهد که این ماده در همین بخش از یاخته، مورد استفاده قرار می‌گیرد و موجب تشکیل اتانول می‌شود.

د) هم در تنفس نوری و هم در چرخهٔ کالوین، در نتیجهٔ فعالیت آنزیم روبیسکو و ترکیب‌شدن ریبولوز بیس‌فسفات با یک مولکول اکسیژن یا کربن دی‌اکسید، نوعی مولکول ناپایدار تولید می‌شود. مولکول ناپایدار در تنفس نوری، پنج‌کربنی و در چرخهٔ کالوین، شش‌کربنی است. در تنفس نوری، مولکول ناپایدار به دو مولکول سه‌کربنی و دوکربنی تجزیه می‌شود. مولکول سه‌کربنی برای بازسازی ریبولوز بیس‌فسفات مصرف می‌شود. دقت داشته باشید که در چرخهٔ کالوین نیز در نتیجهٔ ترکیب‌شدن ریبولوز بیس‌فسفات و کربن دی‌اکسید، نوعی مولکول شش‌کربنی ناپایدار تولید می‌شود که به دو اسید سه‌کربنی تجزیه می‌شود و اسیدهای سه‌کربنی نیز به قند سه‌کربنی تبدیل می‌شوند. قند سه‌کربنی تک‌فسفاته در نهایت برای بازسازی ریبولوز بیس‌فسفات به مصرف می‌رسد.

تست و پاسخ ۳۲

گیاه C_4 یا CAM

در کدام گزینه، هر دو ویژگی را می‌توان فقط به یکی از انواع گیاهان (مطرح‌شده در کتاب درسی) با توانایی فتوسنتز در شرایط دشوار، نسبت داد؟

۱) می‌تواند کربن دی‌اکسید جو را همزمان با انجام چرخهٔ کالوین، جذب کند و نوعی آنزیم تثبیت‌کنندهٔ کربن در آن تمایلی به اکسیژن ندارد.

۲) برگ گوشتی با ترکیبات ذخیره‌کنندهٔ آب دارد و انواعی از ترکیبات فسفات‌دار با تعداد کربن‌های متفاوت را در میانبرگ خود تولید می‌کند.

۳) بخشی از مراحل تثبیت کربن را هنگام تولید مولکول NADPH در بستره صورت می‌دهد و روزنه‌های هوایی خود را طی شب باز نگه می‌دارد.

۴) تمامی مراحل تثبیت کربن در یک نوع یاختهٔ غیرروپوستی انجام می‌شود و عصارهٔ برگ آن در آغاز تاریکی اسیدی‌تر از آغاز روشنایی است.

پاسخ: گزینهٔ ۳ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۶ ـ فتوسنتز در شرایط دشوار)*

پاسخ تشریحی گیاهان C_4 و CAM می‌توانند در شرایط دشوار (دمای بالا و نور شدید) فتوسنتز انجام دهند. فقط گیاهان CAM می‌توانند روزنه‌های هوایی خود را در طول روز ببندند و در شب باز کنند (تثبیت اولیهٔ کربن را در شب انجام می‌دهند). از طرفی، فقط در گیاهان CAM، بخشی از مراحل تثبیت کربن در طول روز انجام می‌شود. در این گیاهان، طی روز واکنش‌های وابسته به نور مانند تولید NADPH و ATP رخ می‌دهد. گیاهان C_4 تمامی مراحل تثبیت کربن خود را طی روز انجام می‌دهند.

نکته در هر دو گیاه C_4 و CAM، تثبیت کربن طی دو مرحله انجام می‌شود. هدف از مرحلهٔ اول (تثبیت CO_2 جو در اسیدی چهارکربنی)، تأمین CO_2 کافی برای فعالیت کربوکسیلازی آنزیم روبیسکو در شرایط دشوار است. مرحلهٔ دوم هم، همان چرخهٔ کالوین است. در گیاهان CAM، تثبیت اولیه و ثانویه در یک یاخته ولی در زمان‌های متفاوت رخ می‌دهد، ولی در گیاهان C_4، هر کدام از این مراحل، در یاخته‌های مختلف رخ می‌دهد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در هر دو نوع گیاه C_4 و CAM، آنزیمی که در مرحلهٔ اول تثبیت کربن فعالیت می‌کند، تمایلی به اکسیژن ندارد؛ چراکه کتاب درسی می‌فرماید، تثبیت کربن در CAM مشابه گیاهان C_4 است و این گیاهان، آنزیمی دارند که به O_2 تمایلی ندارد. قسمت اول این گزینه تنها دربارهٔ گیاهان C_4 صادق است. (مرحلهٔ اول و دوم تثبیت کربن در روز انجام می‌شود.)

نکته در گیاهان C_3، کربن دی‌اکسید جو، وارد چرخهٔ کالوین می‌شود و در همان جا هم تثبیت می‌شود، اما در گیاهان C_4 و CAM، CO_2 جو، اول به صورت ترکیبی چهارکربنی تثبیت می‌شود و CO_2ایی که از این اسید چهار کربنی آزاد می‌شود، وارد چرخهٔ کالوین می‌شود.

۲) در گیاهان CAM، ساقه یا برگ یا هر دوی آن‌ها، گوشتی و پرآب هستند که در واکوئول‌های خود، ترکیباتی دارند که آب را ذخیره می‌کنند؛ اما دقت داشته باشید که ویژگی دوم این گزینه، در ارتباط با هر دو نوع گیاه درست است. این گیاهان در یاخته‌های میانبرگ خود در فرایندهای مربوط به تنفس یاخته‌ای و یا سایر فرایندهای یاخته‌ای ترکیبات فسفات‌دار متفاوتی تولید می‌کنند.

نکته داشتن روزنه‌های فرورفته در غار، پارانشیم هوادار و شش‌ریشه یا وجود روزنه‌هایی با کرک‌های فراوان از جمله سازگاری‌های گیاهان برای زندگی در شرایط دشوار است.

۴) در گیاهان CAM، همهٔ مراحل تثبیت کربن، در یک یاختهٔ غیر روپوستی (یاختهٔ میانبرگ) انجام می‌شود. در گیاهان C_4 نیز، تثبیت کربن در یاخته‌های میانبرگ و غلاف آوندی انجام می‌شود که هر دو غیرروپوستی هستند. در گیاهان CAM، به علت انجام تثبیت اولیهٔ کربن در طی شب و تولید اسیدهای آلی، عصارهٔ برگ در آغاز روشنایی نسبت به آغاز تاریکی اسیدی‌تر می‌باشد.

نوع گیاه!	گیاه C_3	گیاه C_4	گیاه CAM
مثال	اکثر گیاهان، شامل گیاهان دولپه‌ای مثل گل رُز	گیاهان تک‌لپه‌ای مثل ذرت	آناناس، بعضی کاکتوس‌ها
مراحل تثبیت کربن	فقط چرخهٔ کالوین	۱) ترکیب CO_2 جو با اسید سه‌کربنی ۲) چرخهٔ کالوین	۱) ترکیب CO_2 جو با اسید سه‌کربنی ۲) چرخهٔ کالوین
تثبیت دومرحله‌ای کربن	×	✓	✓
تثبیت CO_2 جو	در همهٔ یاخته‌های فتوسنتزکننده	در یاخته‌های میانبرگ و توسط آنزیمی غیر از روبیسکو	در یاخته‌های میانبرگ و در شب[1]
تولید اسید ۴کربنی در فتوسنتز	×	✓ هنگام تثبیت CO_2 جو	✓ هنگام تثبیت CO_2 جو
مرحلهٔ دوم تثبیت کربن	×	✓ چرخهٔ کالوین در یاخته‌های غلاف آوندی	✓ چرخهٔ کالوین در یاخته‌های میانبرگ
محل فعالیت روبیسکو در برگ	کلروپلاست یاخته‌های میانبرگ (فتوسنتزکننده)	کلروپلاست یاخته‌های غلاف آوندی	کلروپلاست یاخته‌های میانبرگ
تنفس نوری	✓ (در دمای بالا و شدت زیاد نور)	به‌ندرت	—
زمان تثبیت کربن	فقط در طول روز	فقط در طول روز	تثبیت اول: در شب تثبیت دوم: در روز
زمان بازبودن روزنه‌های هوایی	روز	روز[2]	شب

۱- در گیاهان C_4 و CAM، یاخته‌های نگهبان روزنه همانند گیاهان C_3 قابلیت تثبیت CO_2 را دارند.

۲- در گیاهان C_3، C_4 و CAM در دمای بالا و نور شدید در روز، روزنه‌های هوایی بسته هستند.

تست و پاسخ ۳۳

با توجه به فرایندهای سوخت‌وسازی یاخته در گیاهان، کدام مورد برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«مطابق توضیحات کتاب زیست‌شناسی ۳، همهٔ گیاهانی که می‌توانند کربن دی‌اکسید جو را ابتدا به‌صورت ترکیبی چهارکربنی در یاخته‌های میانبرگ خود تثبیت نمایند، ..... .»

گیاهان C_4 و CAM

۱) هر یک از اسیدهای سه‌کربنی تولیدشده در یک یاخته را به یاخته‌ای دیگر منتقل می‌کنند

۲) بعضی از ترکیبات چهار کربنی تولیدشده در یک یاخته را در واکنش(های) چرخه‌ای مصرف می‌کنند

۳) هر یک از ترکیبات اسیدی عبورکننده از پلاسمودسم‌های یاخته‌های میانبرگ را طی تثبیت کربن تولید کرده‌اند

۴) بعضی از مراحل چرخهٔ کالوین را هم‌زمان با افزایش فشار تورژسانس در یاخته‌های نگهبان روزنه انجام می‌دهند

پاسخ: گزینهٔ ۲ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۶ ـ گیاهان فتوسنتزکننده)*

پاسخ تشریحی هر دو نوع گیاه CAM و C_4، کربن دی‌اکسید جو را ابتدا به صورت اسیدی چهارکربنی در یاخته‌های میانبرگ خود تثبیت می‌نمایند (مرحلهٔ اول). علاوه بر این اسید چهارکربنی، طی چرخهٔ کربس هم، ترکیبات چهارکربنی در یاخته تولید می‌شود که می‌توانند به ترکیبات دیگری تبدیل شوند. چرخهٔ کربس، مجموعه‌ای از واکنش‌های آنزیمی است که به صورت چرخه‌ای تکرار می‌شود. دقت کنید در هر دو گروه از گیاهان، اسید چهارکربنی تولیدی طی تثبیت CO_2 جو، در واکنش‌های چرخه‌ای مصرف نمی‌شود. در C_4 که به یاختهٔ غلاف آوندی می‌رود و CO_2 آزادشده از آن در چرخهٔ کالوین مصرف می‌شود نه خودش! در CAM هم، CO_2 از دست می‌دهد و بعد در واکنش دیگری مصرف می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در گیاهان C_4 و CAM، تثبیت CO_2 جو در مرحلهٔ اول تثبیت کربن و خارج از چرخهٔ کالوین انجام می‌شود. در گیاهان C_4، اسید سه‌کربنی باقی‌مانده در پی آزاد شدن کربن دی‌اکسید از اسید چهارکربنی در یاخته‌های غلاف آوندی، به یاخته‌های میانبرگ برمی‌گردد. دقت کنید در هر دو گیاه، مثلن اسیدهای سه‌کربنه‌ای که در چرخهٔ کالوین مصرف می‌شوند یا حتی طی قندکافت، لزومن به یاختهٔ دیگری منتقل نمی‌شوند.

۳: در گیاهان امکان وقوع تخمیر لاکتیکی وجود دارد که منجر به تولید لاکتیک اسید سه‌کربنه می‌شود. این اسید باید از یاخته‌های گیاهی دور شود. بنابراین امکان عبور آن از بین پلاسمودسم‌های یاخته‌های گیاهی وجود دارد. لاکتیک اسید طی تثبیت کربن تولید نمی‌شود.

نکته پلاسمودسم‌ها کانال‌های سیتوپلاسمی هستند که از یاخته‌ای به یاختهٔ دیگر کشیده شده‌اند. مواد مغذی و ترکیبات دیگر می‌توانند از راه پلاسمودسم‌ها از یاخته‌ای به یاختهٔ دیگر بروند. منافذ پلاسمودسم آن‌قدر بزرگ است که پروتئین‌ها، نوکلئیک اسیدها و حتی ویروس‌های گیاهی از آن عبور می‌کند. در مسیر سیمپلاستی حرکت مواد از پروتوپلاست یک یاخته به یاختهٔ مجاور، از راه پلاسمودسم‌ها است. در گیاهان C_4، از پلاسمودسم بین یاخته‌های غلاف آوندی و میانبرگ مواد اسیدی مختلفی می‌توانند عبور کنند مثل: ۱) اسید ۴کربنه که به غلاف آوندی وارد می‌شود. ۲) اسید ۳کربنه که از غلاف آوندی به سمت میانبرگ حرکت می‌کند. ۳) نوکلئیک اسید!

نکته در گیاهان C_4، آنزیمی که در ترکیب CO_2 جو با اسید سه‌کربنی و تشکیل اسید چهارکربنی نقش دارد، برخلاف روبیسکو به طور اختصاصی با CO_2 عمل می‌کند و تمایلی به اکسیژن ندارد.

۴) مرحلهٔ دوم تثبیت کربن (چرخهٔ کالوین) در گیاهان CAM در روز انجام می‌شود. در این زمان روزنه‌های هوایی گیاه بسته هستند؛ ولی مرحلهٔ اول تثبیت کربن را طی شب انجام می‌دهند که روزنه‌های هوایی باز هستند. افزایش تورژسانس یاخته‌های نگهبان روزنه هم، باعث بازشدن روزنه‌های هوایی می‌شود. در گیاهان C_4 نیز، در طی روز کربن دی اکسید وارد گیاه می‌شود و هر دو مرحلهٔ اول و دوم تثبیت کربن را در همین زمان، انجام می‌دهند.

نکته تقسیم‌بندی مکانی تثبیت کربن در گیاهان C_4، عاملی است که سبب تأمین CO_2 کافی برای فعالیت کربوکسیلازی آنزیم روبیسکو می‌شود. دقت کنید که در همهٔ گیاهان C_3، C_4 و CAM، چرخهٔ کالوین فقط طی روز انجام می‌شود. تنها در گیاهان CAM به دلیل بازبودن روزنه‌ها در شب امکان انجام مرحله‌ای از تثبیت CO_2 (مرحلهٔ تشکیل مولکول ۴کربنی) در شب وجود دارد.

تست و پاسخ ۳۴

چرخهٔ کالوین

در خصوص فرایندهای مرحلهٔ مستقل از نور فتوسنتز که در میانبرگ اسفنجی فعال گیاه گل رز می‌تواند رخ دهد، کدام مورد نادرست است؟

۱) فقط برخی از فراورده‌های حاصل از کاهش مولکول‌های سه‌کربنی فسفات‌دار، برای ساخت تک‌پارهای سازندهٔ نشاسته به مصرف می‌رسند.

۲) برای تولید هر مولکول قندی فسفات‌دار از ترکیبی با تعداد کربن‌های مشابه خود، از انرژی محصول(های) واکنش‌های نوری استفاده می‌شود.

۳) با کاهش نسبت کربن دی‌اکسید به اکسیژن در برگ، تشکیل گروه کربوکسیل توسط نوعی آنزیم، به دنبال مصرف ترکیب قندی آغازگر چرخه، کاهش می‌یابد.

۴) برای تبدیل هر مولکول پنج‌کربنی فسفات‌دار به ترکیب فسفات‌دار دیگر، با انجام نوعی واکنش انرژی‌زا، پیوند بین کربن‌ها شکل می‌گیرد.

پاسخ: گزینهٔ ۴ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۶ ـ چرخهٔ کالوین)*

پاسخ تشریحی صورت سؤال، واکنش‌های مربوط به چرخهٔ کالوین در گیاه C_3 گل رز است.

مولکول‌های پنج‌کربنی فسفات‌دار در این چرخه، ریبولوز فسفات و ریبولوز بیس‌فسفات هستند که هر دو می‌توانند به ترکیبات فسفات‌دار دیگری تبدیل شوند. برای تبدیل مولکول ریبولوز فسفات به ریبولوز بیس‌فسفات مولکول (های) ATP مصرف‌شده (نوعی واکنش انرژی‌خواه) و یک گروه فسفات به ریبولوز فسفات افزوده می‌گردد. دقت کنید این فرایند با تشکیل پیوند بین کربن‌ها، همراه نمی‌باشد؛ بلکه بین کربن و فسفات پیوند اشتراکی ایجاد می‌شود. به دنبال مصرف ریبولوز بیس‌فسفات، CO_2 به قند متصل شده، به عبارتی نوعی پیوند کربن ـ کربن ایجاد می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) طبق واکنش‌های چرخهٔ کالوین، پس از کاهش‌یافتن مولکول‌های اسیدی سه‌کربنه و تبدیل آن‌ها به قندهای سه‌کربنی، تعدادی از این قندها برای ساخته‌شدن گلوکز (تک‌پار سازندهٔ نشاسته) و ترکیبات آلی دیگر از چرخه خارج و تعدادی نیز برای بازسازی ریبولوز بیس‌فسفات به مصرف می‌رسند.

نکته سلولز و نشاسته از جمله پلی‌ساکاریدهای گیاهی هستند که فقط از گلوکز تشکیل شده‌اند و در یاخته‌های گیاهی به دنبال مصرف فراورده‌های کالوین ساخته می‌شوند.

۲) در واکنش‌های چرخهٔ کالوین، تولید مولکول قندی فسفات‌دار از ترکیبی با تعداد کربن‌های مشابه خود، در دو مرحله اتفاق می‌افتد:

۱) **تبدیل مولکول سه‌کربنی اسیدی به قند سه‌کربنی**

۲) **تبدیل ریبولوز فسفات** (ترکیب پنج‌کربنی) به **ریبولوز بیس‌فسفات** (ترکیب پنج‌کربنی)

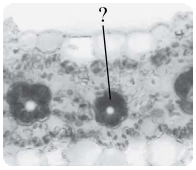
در هر دوی این واکنش‌ها، مولکول(های) ATP که از محصولات واکنش‌های وابسته به نور در گیاهان است، استفاده می‌شود.

۳) نقش کربوکسیلازی یا اکسیژنازی آنزیم روبیسکو به نسبت CO_2 به اکسیژن در محیط عملکرد آنزیم ارتباط دارد. کاهش نسبت کربن دی‌اکسید به اکسیژن در برگ (محیط فعالیت آنزیم)، سبب **کاهش** فعالیت **کربوکسیلازی** (تشکیل گروه کربوکسیل با افزودن CO_2 به ریبولوز بیس‌فسفات) آنزیم روبیسکو می‌شود.

تست و پاسخ ۳۵

مطابق با شکل زیر، چند مورد در خصوص هر مادهٔ اسیدی سه‌کربنه که طی تثبیت کربن، در کلروپلاست یاختهٔ مورد نظر تولید می‌گردد، صحیح است؟

اسید سه‌کربنی حاصل از تجزیهٔ اسید چهارکربنی و اسید سه‌کربنی تولیدی در کالوین



الف) تولید آن فقط در طول روز قابل انتظار است.

ب) ابتدا با دریافت الکترون‌های NADPH، کاهش می‌یابد.

ج) نمی‌تواند در آینده، در جایگاه فعال آنزیم تثبیت کنندهٔ CO_2 قرار گیرد.

د) در پی اتصال CO_2 به نوعی ترکیب شیمیایی توسط روبیسکو حاصل شده است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ ۱ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۶ ـ تثبیت کربن در گیاه C_4)*

پاسخ تشریحی فقط مورد «الف» درست است.

خودت حل کنی بهتره بخش مشخص‌شده در شکل، یاختهٔ غلاف آوندی در نوعی گیاه C_4 است. طی تثبیت کربن در کلروپلاست‌های این یاخته‌ها، مادهٔ اسیدی سه‌کربنه هم در چرخهٔ کالوین تولید می‌شود و هم درپی تجزیهٔ اسید چهارکربنهٔ تولیدشده طی تثبیت اولیهٔ کربن. (دقت کنید در این یاخته‌ها تنفس نوری رخ نمی دهد. پس واکنش‌های آن در نظر گرفته نمی‌شوند.)

الف) تولید هر دو ترکیب مذکور، فقط در روز امکان‌پذیر است زیرا فرایندهای تثبیت کربن در این گیاهان همواره در طی روز انجام می‌شود.

نکته دقت کنید هر دو مرحلهٔ تثبیت CO_2 در گیاهان C_4 طی روز انجام می‌شود؛ پس روزنه‌های هوایی در این زمان باز هستند، اما طی روز، زمانی که میزان نور خیلی زیاد شود، در این شرایط برای جلوگیری از تبخیر آب، روزنه‌های هوایی بسته می‌شوند، اما خب در این شرایط CO_2 آزادشده از اسید چهارکربنی، ادامهٔ فعالیت آنزیم روبیسکو را امکان‌پذیر می‌کند.

ب) فقط برای ترکیب‌های اسیدی سه‌کربنی تولیدشده در چرخهٔ کالوین صدق می‌کند؛ ترکیب اسیدی سه‌کربنی حاصل از اسید چهارکربنی، مجددن به یاختهٔ میانبرگ باز می‌گردد تا برای تثبیت مرحلهٔ اول استفاده شود.

ج) ترکیب سه‌کربنهٔ حاصل از تجزیهٔ ترکیب چهارکربنی، به یاخته‌های میانبرگ باز می‌گردد و مجدداً با قرارگیری در جایگاه فعال آنزیم تثبیت‌کنندهٔ کربن (تثبیت مرحلهٔ اول) در یاخته‌های میانبرگ، با CO_2 ترکیب می‌شود.

نکته در گیاهان C_4 (و همین‌طور CAM)، آنزیمی که مستقیم، کربن دی‌اکسید جو را تثبیت می‌کند در خارج از چرخهٔ کالوین قرار دارد و در چرخهٔ کالوین، CO_2 آزادشده از اسید چهارکربنی تثبیت می‌شود.

د) فقط اسید سه‌کربنهٔ تولیدی در چرخهٔ کالوین در پی فعالیت کربوکسیلازی روبیسکو حاصل می‌شود. این مورد برای ترکیب سه‌کربنی دیگر صادق نیست زیرا اسید چهارکربنی تولیدکنندهٔ آن در پی فعالیت روبیسکو ایجاد نشده است.

تست و پاسخ ۳۶

کدام مورد برای تکمیل عبارت زیر نامناسب است؟

گیاهان C_3

«در گیاهان نهان‌دانه‌ای که تثبیت کربن در آن‌ها فقط با چرخهٔ کالوین انجام می‌شود و اولین مادهٔ آلی پایدار ساخته‌شده طی تثبیت کربن، ترکیبی سه‌کربنی است؛ در طی واکنش‌های تثبیت کربن ..... ، به طور حتم ..... .»

۱) برخلاف چرخهٔ کربس ـ همزمان با تشکیل ترکیب آغازگر چرخه، نوعی ترکیب نوکلئوتیدی سه‌فسفاته مصرف می‌شود

۲) همانند قندکافت ـ در حین تجزیهٔ اولین مولکول شش‌کربنی تولیدشده، مقدار فسفات در یاخته تغییر نمی‌کند

۳) برخلاف قندکافت ـ تبدیل ترکیب‌های تک‌فسفاته به ترکیب‌های دوفسفاته، با مصرف آدنوزین تری‌فسفات همراه است

۴) همانند چرخهٔ کربس ـ همزمان با مصرف مولکول‌های حامل الکترون، قطعاً نوعی ترکیب کربن‌دار به ترکیب دیگری تبدیل می‌شود

پاسخ: گزینهٔ ۴ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۶ ـ چرخهٔ کالوین)*

پاسخ تشریحی در گیاهان فتوسنتزکننده C_3، واکنش‌های مستقل از نور یا همان چرخهٔ کالوین، فقط در فضای درون بسترهٔ کلروپلاست صورت می‌گیرد و شامل چرخه‌ای از واکنش‌های آنزیمی است که با مصرف کربن دی‌اکسید (تثبیت کربن) و تولید مواد آلی (مثل قندهای سه‌کربنی) همراه است. در چرخهٔ کالوین، در طی تبدیل اسید سه‌کربنی به قند سه‌کربنی، حامل‌های الکترون (NADPH) مصرف می‌شوند؛ در صورتی که در طی واکنش‌های چرخهٔ کربس با تبدیل ترکیب‌های کربنی به یکدیگر، انواعی حامل الکترون (NADH و $FADH_2$) تولید (نه مصرف) می‌شود.

نکته در طی تنفس هوازی، حامل‌های الکترون در قندکافت (NADH)، اکسایش پیروات (NADH) و چرخهٔ کربس (NADH و $FADH_2$) تولید می‌شوند. این حامل‌ها، می‌توانند در زنجیرهٔ انتقال الکترون، اکسایش یابند (مصرف می‌شوند).

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در طی بازسازی ترکیب آغازگر چرخهٔ کالوین (ریبولوزبیس‌فسفات)، مولکول ATP (ترکیب نوکلئوتیدی سه‌فسفاته) مصرف می‌شود، اما در چرخهٔ کربس، فقط تولید (نه مصرف) مولکول ATP وجود دارد. ترکیبات نوکلئوتیدی NAD^+ و FAD هم که در چرخهٔ کربس مصرف می‌شوند، دوفسفاته هستند.

۲) در گلیکولیز و کالوین، مولکول شش‌کربنی دوفسفاته (فروکتوزفسفاته در قندکافت و اسید آلی شش‌کربنی فسفاتهٔ ناپایدار در کالوین) تولید شده و سپس به دو مولکول سه‌کربنی تک‌فسفاته تجزیه می‌شود. در حین تجزیه آن‌ها ATP و یا فسفات آزاد مصرف نمی‌گردد و ADP هم تولید نمی‌شود؛ پس مقدار فسفات در یاخته تغییر نمی‌کند.

نکته در گلیکولیز در حین تبدیل گلوکز به فروکتوز فسفاته (شش‌کربنی دو فسفاته) دو عدد ATP مصرف می‌گردد. و در حین تبدیل قند فسفاته به اسید فسفاته هم از فسفات آزاد استفاده می‌شود. در حین تشکیل ATP هم، فسفات‌های اسید دوفسفاته به ADP منتقل می‌شوند، پس فقط در واکنش تشکیل اسید دوفسفاته، مقدار فسفات آزاد یاخته تغییر می‌کند.

۳) تبدیل قندهای سه‌کربنی تک‌فسفاته به اسیدهای سه‌کربنی دو فسفاته در گلیکولیز رخ می‌دهد. در گلیکولیز در حین ایجاد این اسیدهای سه‌کربنی، آدنوزین تری‌فسفات مصرف نمی‌شود؛ بلکه از فسفات آزاد استفاده می‌شود. در گلیکولیز، فروکتوز دوفسفاته هم داریم که از گلوکز بدون فسفات ایجاد می‌شود. هم‌چنین در چرخهٔ کالوین، برای تبدیل قندهای پنج‌کربنی تک‌فسفاته (ریبولوز فسفات) به قندهای پنج‌کربنی دوفسفاته (ریبولوز بیس فسفات)، ATP مصرف می‌شود.

نکته واکنش‌های چرخهٔ کالوین مستقل از نور انجام می‌شوند، اما انجام این واکنش‌ها وابسته به ATP و NADPH حاصل از واکنش‌های وابسته به نور است.

تست و پاسخ ۳۷

کدام مورد برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«با توجه به اطلاعات کتاب درسی، به منظور تولید یک مولکول مالتوز در یاخته‌های میانبرگ ذرت، لازم است که مجموعاً ..... .»

۱) ۲۴ الکترون صرف تولید NADPHهای لازم شوند و ۲۴ مولکول سه‌کربنی از تجزیهٔ ترکیب چهارکربنه حاصل شود

۲) ۲۴ یون هیدروژن داخل تیلاکوئید تولید شود و ۱۲ مولکول $NADP^+$ در بسترهٔ کلروپلاست حاصل گردد

۳) ۱۲ مولکول شش‌کربنه در بسترهٔ کلروپلاست تولید شود و ۳۶ مولکول ATP در این بخش مصرف گردد

۴) ۲۴ مولکول اسیدی در چرخهٔ کالوین تولید گردد و ۲۴ مولکول قند به ریبولوز فسفات تبدیل شوند

پاسخ: گزینهٔ ۳ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۶ ـ چرخهٔ کالوین)*

مشاوره **درست هست که میگن تو کنکور سؤال محاسباتی نمی‌آید، اما تجربه به ما ثابت کرده که این مورد همیشه هم درست نیست و بعضی وقت‌ها، سؤال‌هایی تو کنکور می‌آد که کمی حساب و کتاب احتیاج داره. نمونه‌اش هم این سؤال کنکور هست:**

به هنگام تجزیهٔ یک مولکول گلوکز، طی اولین مرحلهٔ تنفس در یاختهٔ ماهیچه‌ای انسان و به منظور تولید هر ترکیب غیرقندی سه‌کربنی دوفسفاته، کدام مورد به ترتیب تولید و مصرف می‌شود؟ *(سراسری ۹۹)*

۱) ۲ ADP و ۱ NAD^+

۲) ۲ ATP و ۲ NAD^-

۳) ۲ NADH و ۲ ATP

۴) ۱ NAD^+ و ۲ ADP

خودت حل کنی بهتره مالتوز دارای دو گلوکز است. گلوکز شش‌کربنه است و برای تولید هر گلوکز، به ۶ دور انجام چرخهٔ کالوین (یکبار چرخهٔ نشان داده‌شده در شکل کتاب درسی) و مصرف ۶ مولکول CO_2 نیاز است تا حاصل آن، خروج ۲ مولکول قند سه‌کربنه از چرخه جهت تولید گلوکز باشد. پس برای تولید ۲ مولکول گلوکز، نیاز به انجام ۱۲ مرتبه چرخهٔ کالوین است. دقت کنید در شکل کتاب درسی، چرخهٔ کالوین را به دنبال مصرف ۶ مولکول CO_2 نشان داده است. پس کافی است عددهای شکل رو ضرب در ۲ کنید تا برای ۱۲ چرخهٔ کالوین محاسبه را انجام داده باشید.

۱- گزینهٔ ۱، صحیح است.

پاسخ تشریحی در ۶ بار چرخهٔ کالوین، ۶ مولکول اسید شش‌کربنی توسط روبیسکو حاصل می‌گردد که ناپایدار بوده و تجزیه می‌شود؛ پس درطی ۱۲ دور چرخهٔ کالوین، ۱۲ مولکول شش‌کربنی تولید می‌شود. هم‌چنین در ۶ بار چرخهٔ کالوین مجموعن ۱۸ مولکول ATP مصرف و ۱۸ مولکول ADP تولید می‌شوند. پس به ازای ۱۲ دور چرخهٔ کالوین، ۳۶ مولکول ATP مصرف می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) طبق چرخهٔ کالوین، برای تولید هر مولکول ۶کربنی (خارج‌شدن ۲ قند سه‌کربنی از چرخه)، ۱۲تا NADPH) مصرف می‌شود؛ پس برای تولید مالتوز، ۲۴تا NADPH مصرف می‌شود و هر NADPH برای تولیدشدن نیازمند دو الکترون است؛ پس مجموعن ۴۸ الکترون لازم است. برای تولید دو مولکول گلوکز، به ۱۲ مولکول CO_2 نیاز است که برای تولید آن، لازم است ۱۲مولکول چهارکربنی (که حاصل از تثبیت اولیهٔ کربن در میانبرگ هستند) مصرف شود تا ۱۲ مولکول سه‌کربنه و ۱۲ مولکول CO_2 از آن‌ها حاصل شود.

۲) همان‌طور که گفته شد، برای تولید دو مولکول گلوکز به ۴۸ الکترون نیاز است (برای تشکیل ۲۴تا مولکول NADPH) که از تجزیهٔ ۲۴ مولکول آب و در نتیجه تولید ۴۸ یون هیدروژن در تیلاکوئید ایجاد می‌شود. به ازای ۶ دور چرخهٔ کالوین، ۱۲ مولکول NADPH مصرف می‌شود؛ پس به ازای ۱۲ دور چرخهٔ کالوین، ۲۴ مولکول NADPH مصرف می‌گردد.

نکته برای تولید هر مولکول NADPH نیاز به تجزیهٔ نوری یک مولکول آب است. تجزیهٔ یک مولکول آب، ۲تا الکترون و ۲تا H^+ ایجاد می‌کند.

۴) به ازای ۱۲ دور چرخهٔ کالوین، ۲۴ مولکول اسید سه‌کربنه و ۱۲ مولکول اسید شش‌کربنی ناپایدار در چرخهٔ کالوین تولید می‌شود و ۲۰ مولکول قندی برای تولید مولکول‌های ریبولوز فسفات مصرف می‌شوند؛ زیرا ۴ مولکول قند سه‌کربنه برای تولید دو مولکول گلوکز و در نهایت یک مولکول مالتوز از چرخه خارج می‌شوند.

نکته **برای تولید یک مولکول گلوکز در چرخهٔ کالوین:**

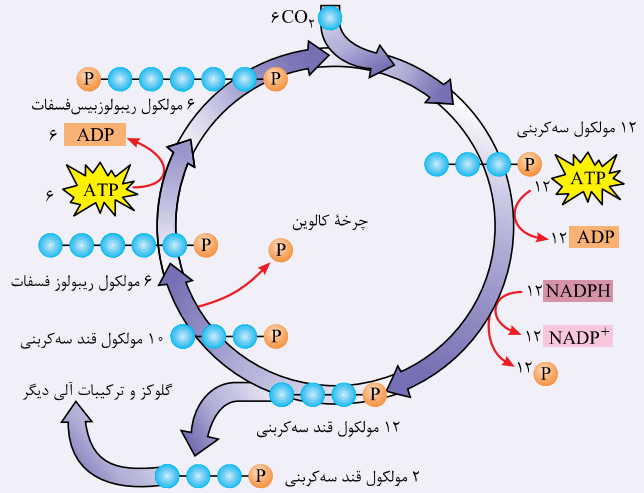
۱) چند مولکول کربن دی‌اکسید مصرف می‌شود؟ ۶ عدد

۲) چند بار چرخهٔ کالوین انجام می‌شود؟ ۶ بار

۳) چند مولکول ATP مصرف می‌شود؟ ۱۸ عدد

۴) چند مولکول NADPH مصرف می‌شود؟ ۱۲ عدد

۵) چند الکترون مصرف می‌شود؟ ۲۴ عدد



تست و پاسخ ۳۸

در خصوص مقایسهٔ اندام‌های گیاهان نهان‌دانهٔ تک‌لپه و دولپه، کدام گزینه، برای تکمیل عبارت زیر نامناسب است؟

«مطابق اطلاعات کتاب درسی، آن دسته از گیاهانی که می‌توانند ..... داشته باشند، در ساختار برگ آن‌ها .....».

۱) سامانهٔ پوششی واجد یاخته‌های چوب‌پنبه‌ای ـ رگبرگ‌ها ساختاری منشعب داشته و فاصلهٔ کم‌تری تا روپوست زیرین دارند

۲) دو نوع مریستم پسین در ساختار ساقه ـ تعداد یاخته‌های فتوسنتزکنندهٔ غیرپارانشیمی در سطح زیرین برگ بیشتر از سطح رویی است

۳) تعداد فراوانی دستجات آوندی در نزدیکی روپوست ساقه ـ آوند چوبی در مقایسه با آوند آبکشی فاصلهٔ بیشتری با روپوست رویی دارد

۴) توانایی ذخیرهٔ مواد غذایی دانهٔ بالغ در آندوسپرم را ـ گروهی از یاخته‌های فتوسنتزکننده می‌توانند فاصلهٔ بین یاخته‌ای اندکی با یکدیگر داشته باشند

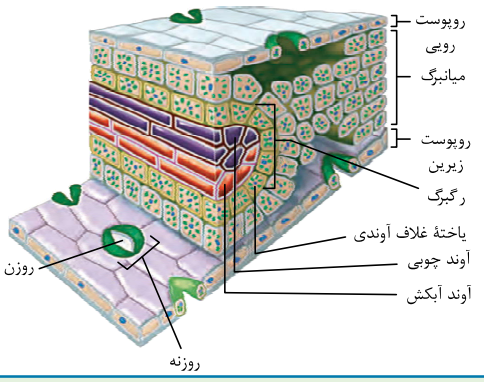
پاسخ: گزینهٔ ۳ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۶ ـ مقایسهٔ گیاهان تک‌لپه و دولپه)*

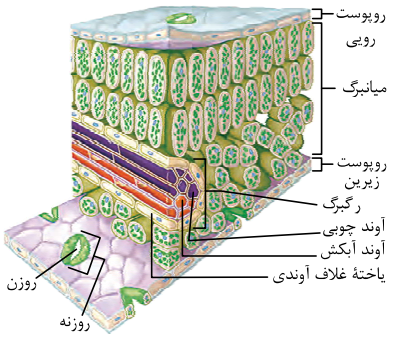
پاسخ تشریحی آزمون آزمایشی خیلی سبز

پاسخ تشریحی با توجه به شکل فعالیت صفحهٔ ۹۲ زیست‌شناسی ۱ دیده می‌شود که در ساختار ساقهٔ گیاهان تک‌لپه‌ای، تعداد فراوانی از دستجات آوندی در نزدیکی روپوست ساقه دیده می‌شوند. از طرفی، با توجه به ساختار برگ گیاهان تک‌لپه‌ای، دیده می‌شود که آوندهای چوبی در سطح بالاتری نسبت به آوندهای آبکشی قرار دارند. بنابراین فاصلهٔ یاخته‌های آوند چوبی با روپوست رویی کم‌تر از آوندهای آبکش است.

شکل نامه مقایسهٔ برگ گیاه تک‌لپه و دولپه (در حد کتاب درسی)

نمونه‌ای از گیاه تک‌لپه	نمونه‌ای از گیاه دولپه
تعداد روزنه‌ها در روپوست زیرین بیشتر از روپوست رویی است. (کمک به حفظ بیشتر آب در گیاه)	تعداد روزنه‌ها در روپوست زیرین بیشتر از روپوست رویی است. (کمک به حفظ آب در گیاه)
روپوست تک‌لایه دارند که در سطح خارجی آن پوستک وجود دارد.	می‌توانندروپوست تک‌لایه داشته باشند که در سطح آن، پوستک وجود دارد.[1]
برگ‌ها در آن، ساختاری نواری‌شکل و رگبرگ‌های موازی با هم دارند.	برگ‌ها، شکلی پهن با رگبرگ‌های منشعب دارند.
فاقد دمبرگ است.	دمبرگ و پهنک دارد.
یاخته‌های نگهبان‌روزنه (جزء سامانهٔ پوششی) و میانبرگ (جزء سامانهٔ زمینه‌ای) و غلاف آوندی از جمله یاخته‌هایی با توانایی فتوسنتز هستند.	یاخته‌های نگهبان‌روزنه (جزء سامانهٔ پوششی) و میانبرگ نرده‌ای و اسفنجی (جزء سامانهٔ زمینه‌ای) فتوسنتزکننده هستند.
یاخته‌های غلاف آوندی، پهن و کوتاه هستند که اطراف آوندهای چوب و آبکش را احاطه کرده‌اند.	یاخته‌های غلاف آوندی، باریک و کشیده هستند، فتوسنتز نمی‌کنند و اطراف آوندها را احاطه کرده‌اند.





بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) بعضی گیاهان دولپه‌ای، رشد پسین داشته و در پیراپوست (سامانهٔ بافت پوششی) یاخته‌های چوب‌پنبه‌ای‌شده دارند. در گیاهان دولپه‌ای، رگبرگ‌های منشعب وجود دارند؛ اما در گیاهان تک‌لپه‌ای، رگبرگ‌های موازی دیده می‌شوند. مطابق شکل کتاب درسی، در برگ گیاهان دولپه، رگبرگ به روپوست زیرین نزدیک‌تر است.

نکته رگبرگ بخشی از برگ گیاه است که دارای آوندهای چوبی، آوندهای آبکش و یاخته‌های غلاف آوندی است. در واقع، ساختار معادل رگبرگ در ساقه و ریشه، دسته‌های آوندی هستند.

۲) دو نوع مریستم پسین (آوندساز و چوب‌پنبه‌ساز) در برخی گیاهان دولپه‌ای (گیاهان مسن) وجود دارد. یاخته‌های نگهبان روزنه، یاخته‌های فتوسنتزکنندهٔ غیرپارانشیمی هستند. هم در گیاهان دولپه و هم گیاهان تک‌لپه‌ای، تعداد یاخته‌های نگهبان روزنه در روپوست زیرین بیشتر از روپوست رویی است.

نکته انواع مختلف یاخته‌های فتوسنتزکننده در گیاهان: ۱) یاخته‌های پارانشیمی ۲) یاخته‌های نگهبان روزنه ۳) یاخته‌های غلاف آوندی (فقط در گیاهان C_4)

نکته وجود روزنه‌های بیشتر در روپوست زیرین سبب می‌شود، گیاه آب کم‌تری به دلیل تعرق از دست بدهد، اما هم‌چنان بتواند مقدار کافی از CO_2 خود را از محیط جذب کند.

۱ـ در بعضی‌ها ممکن است، روپوست از چندلایه یاختهٔ روپوستی (پوششی) تشکیل شده باشد.

۴) ممکن است درون‌دانه (آندوسپرم) به عنوان ذخیرهٔ دانه باقی بماند، یا این‌که جذب لپه‌ها شود؛ در گیاهان تک‌لپه‌ای، آندوسپرم ذخیره‌کنندهٔ مواد غذایی در دانهٔ بالغ است. در حالی که در گیاهان دولپه، می‌تواند جذب لپه‌ها شود و لپه‌ها تأمین‌کنندهٔ غذا برای رشد و نمو رویان باشند. در گیاهان تک‌لپه، یاخته‌های غلاف آوندی که در مجاور رگبرگ‌ها هستند، به هم چسبیده‌اند و فاصلهٔ بین یاخته‌ای اندکی دارند. در گیاهان تک‌لپهٔ C_4، یاخته‌های غلاف آوندی توانایی فتوسنتز دارند.

نکته یاخته‌های پارانشیمی به شکل‌های مختلفی آرایش می‌یابند، مثلن نرده‌ای (که خیلی منظم، به هم چسبیده‌اند) و یا اسفنجی که بین یاخته‌ها می‌تواند فضاهای بین‌یاخته‌ای بیشتری وجود داشته باشد. یاخته‌های پارانشیمی نقش‌های مختلفی دارند، مثلن فتوسنتز، ذخیرهٔ مواد و یا حتی ترمیم بافت‌های آسیب‌دیده.

تست و پاسخ ۳۹

درستی و نادرستی هریک از گزاره‌ها، برای تکمیل عبارت زیر به ترتیب کدام است؟

«مطابق اطلاعات کتاب درسی، فقط برخی از جانداران تک‌یاخته‌ای تولیدکنندهٔ مواد آلی از مواد معدنی که در غشای یاخته‌ای اطراف خود ..... رنگیزه‌های جذب‌کننده نور می‌باشند، .....».

یوکاریوت‌ها و پروکاریوت‌های تولیدکننده!

الف) فاقد ــ قادر به تثبیت کربن‌دی‌اکسید به‌صورت ترکیبات آلی کربن‌دار هستند

ب) واجد ــ الکترون‌های برخی ترکیبات نوکلئوتیدی را به نوعی مادهٔ آلی یا معدنی منتقل می‌کنند

ج) فاقد ــ انرژی مورد نیاز برای ساختن مواد آلی از مواد معدنی را از واکنش‌های اکسایش به دست می‌آورند

د) واجد ــ با مصرف نوعی مولکول شش‌کربنی در غیاب اکسیژن، ترکیب(های) سه‌کربنی مختلفی تولید می‌کنند

۱) نادرست ــ درست ــ نادرست ــ نادرست
۲) نادرست ــ نادرست ــ درست ــ نادرست
۳) درست ــ درست ــ نادرست ــ درست
۴) درست ــ نادرست ــ درست ــ درست

پاسخ: گزینهٔ ۲ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۶ ـ جانداران تولیدکننده)*

خودت حل کنی بهتره برای حل این سؤال اول دقت کنید که جانداران تک‌یاخته‌ای تولیدکننده (تثبیت‌کننده کربن) شامل گروهی از باکتری‌ها و آغازیان می‌شود. در باکتری‌ها، اگر فتوسنتزکننده باشند، رنگیزه‌های نوری دارند که در غشای یاخته‌ای آن‌ها است و اگر شیمیوسنتزکننده باشند، رنگیزهٔ نوری ندارند. یوکاریوت فتوسنتزکننده هم، رنگیزه‌های نوری خود را در کلروپلاست دارد نه در غشای یاخته‌ای.

بررسی همه موارد:

الف) جانداران تک‌یاخته‌ای تولیدکننده که فاقد رنگیزه در غشای یاخته‌ای اطراف خود هستند؛ شامل باکتری‌های شیمیوسنتزکننده (به طور کلی فاقد رنگیزهٔ فتوسنتزی) و آغازیان تک‌یاخته ای فتوسنتزکننده است که این تک‌یاخته‌ای‌های یوکاریوتی دارای رنگیزه فتوسنتزی در غشای تیلاکوئید خود هستند. همهٔ جانداران تولیدکننده (فتوسنتزکننده و شیمیوسنتزکننده)، از کربن دی‌اکسید برای تولید مواد آلی (تثبیت کربن) استفاده می‌کنند. چون صورت سؤال به «فقط برخی از» این جانداران اشاره دارد بنابراین این گزاره نادرست است.

ب) جانداران تک‌یاخته‌ای تولیدکننده که دارای رنگیزه در غشای یاخته‌ای اطراف خود هستند شامل باکتری‌های فتوسنتزکننده (گوگردی، سیانوباکتری و ...) است. در همهٔ جانداران، الکترون‌های NADH به منظور تداوم مراحل قندکافت، به نوعی مادهٔ آلی (تخمیر) یا معدنی (تنفس هوازی) منتقل می‌شوند. در این جانداران، الکترون‌های NADPH طی فتوسنتز، همواره به نوعی مادهٔ آلی منتقل می‌شوند. پس این جمله دربارهٔ همهٔ آن‌ها درست است.

ج) اوگلنا مثالی از آغازیان فتوسنتزکننده است. این جاندار در حضور نور فتوسنتز می‌کند و انرژی مورد نیاز برای ساخت مواد آلی از مواد معدنی را از انرژی نور تأمین می‌کند. این گزینه تنها درمورد باکتری‌های شیمیوسنتزکننده صادق است.

د) همهٔ این یاخته‌ها در طی گلیکولیز ترکیبات سه‌کربنی مختلفی تولید می‌کنند. در طی گلیکولیز، قند شش‌کربنی مصرف می‌شود و چون صورت سؤال به «فقط برخی از» جانداران اشاره دارد بنابراین این گزاره نادرست است.

نکته جانداران تولیدکننده می‌توانند طی فتوسنتز، از رنگیزه‌های متفاوت و یا حتی از منابع متفاوت برای تأمین الکترون خود استفاده کنند، مثلن رنگیزه(های) سبزینه در گیاهان و سیانوباکتری‌ها و یا باکتریوکلروفیل در باکتری‌های گوگردی؛ اما نتیجهٔ نهایی در همهٔ آن‌ها یکی است، تولید قند! حتی ممکن است جاندار تولیدکننده‌ای داشته باشیم که از نور و رنگیزه‌ها استفاده نکند، مثل شیمیوسنتزکننده‌ها، اما CO_2 مصرف می‌کند و قند می‌سازد.

نکته **برخی از مواردی که در هر جاندار فتوسنتزکننده وجود دارد:**

۱) مولکول‌های رنگیزه برای جذب انرژی نور خورشید

۲) سامانه‌ای برای تبدیل انرژی نور خورشید به انرژی شیمیایی (فتوسیستم‌ها)

۳) مولکول دنای حلقوی (اصلی در باکتری‌ها و دنای راکیزه و کلروپلاست در یوکاریوت‌ها)

۴) مولکول نوکلئیک اسید خطی (در هر جاندار فتوسنتزکننده، رنا تولید می‌شود.)

۵) انجام واکنش‌های قندکافت

تست و پاسخ ۴۰

مطابق اطلاعات کتاب درسی در یک یاختهٔ غلاف آوندی در گیاه ذرت، تبدیل یک ترکیب سه‌کربنی به نوعی ترکیب آلی دیگر، با اکسایش مولکول حامل الکترون همراه است. کدام مورد، در خصوص این واکنش به طور حتم صادق است؟

تبدیل اسید سه‌کربنی به قند سه‌کربنی در کالوین + تبدیل پیرووات به لاکتات در تخمیر لاکتیکی

۱) در فضای بسترهٔ یک اندامک دو غشایی انجام می‌شود.

۲) با مصرف نوعی نوکلئوتید پرانرژی دیگر همراه خواهد بود.

۳) تغییری در تعداد اتم‌های کربن پیش‌مادهٔ واکنش ایجاد نخواهد شد.

۴) موجب انتقال الکترون‌های مولکول حامل الکترون به ترکیبی فسفات‌دار می‌شود.

پاسخ: گزینهٔ ۳ *(زیست دوازدهم ـ فصل ۶ ـ ویژگی گیاه C_4)*

پاسخ تشریحی ابتدا دقت داشته باشید که یاخته‌های غلاف آوندی در ذرت، توانایی فتوسنتز دارند پس چرخهٔ کالوین در آن‌ها، رخ می‌دهد. مولکول‌های حامل الکترون در یک یاختهٔ گیاهی فتوسنتزکننده (مثل غلاف آوندی گیاه ذرت) شامل NADH، $FADH_2$ و NADPH هستند. اکسایش حامل‌های الکترون NADH و $FADH_2$، می‌تواند در زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه! رخ دهد. NADH طی تخمیر هم می‌تواند اکسایش یابد. تخمیر الکلی و لاکتیکی هر دو در گیاهان رخ می‌دهد. اکسایش NADPH هم در چرخهٔ کالوین رخ می‌دهد.

طبق توضیحات صورت سؤال، تبدیل اسیدهای سه‌کربنی به قندهای سه‌کربنی در چرخه‌های کالوین، با اکسایش مولکول‌های NADPH همراه است. از طرفی، تبدیل مولکول پیرووات به لاکتات در تخمیر لاکتیکی، نیز واکنش دیگری است که در طی آن تبدیل یک ترکیب سه‌کربنی به نوعی ترکیب سه‌کربنی دیگر اتفاق می‌افتد و طی آن، اکسایش مولکول NADH رخ می‌دهد. در تمامی این واکنش‌ها، تعداد اتم‌های کربن در پیش‌مادهٔ واکنش، ثابت باقی مانده است.

سایر گزینه‌ها فقط در خصوص چرخهٔ کالوین صادق هستند.

۴۱ در یک گیاه آلبالو، چند مورد در هر دو شرایط «شدت نور و دمای معمولی» و «شدت نور زیاد و دمای بالا» قابل‌انتظار است؟

الف: مصرف‌شدن مولکول‌های آب درون اندامک‌های دو غشایی دارای کاروتنوئید، کاهش می‌یابد.

ب: تجزیهٔ مادهٔ آلی در فرایندی هوازی منجر به تولید کربن دی‌اکسید درون راکیزه (میتوکندری) می‌شود.

ج: مولکول دو کربنیِ تولیدشده در یک فرایند سوخت‌وسازی، ممکن است درون راکیزه (میتوکندری) یا خارج از آن مصرف شود.

د: قند پنج‌کربنی به ترکیبی دو فسفاته و ناپایدار تبدیل می‌شود که مولکول سه‌کربنی لازم برای بازسازی ریبولوزبیس‌فسفات را می‌سازد.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

پاسخ: گزینه ۲ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۲۰۶)

ترجمه صورت سؤال ← گیاه آلبالو، نوعی گیاه دولپه‌ای و C_3 است. این گیاه در شدت نور و دمای معمولی، فتوسنتز انجام می‌دهد و در شدت نور زیاد و دمای بالا، تنفس نوری دارد.

پاسخ تشریحی:

فقط مورد (الف)، نادرست است.

بررسی موارد:

الف) در واکنش‌های وابسته به نور فتوسنتز، تجزیهٔ نوری آب درون تیلاکوئیدهای سبزدیسه انجام می‌شود. **تنفس نوری** باعث می‌شود که میزان فتوسنتز و در نتیجه، میزان تجزیهٔ نوری آب کاهش یابد. در نظر داشته باشید که این ویژگی تنها مربوط به تنفس نوری است.

ب) با توجه به اینکه درون یاخته **تنفس یاخته‌ای هوازی** همواره انجام می‌شود، تولید کربن دی‌اکسید درون راکیزه نیز در هر دو حالت رخ می‌دهد.

ج) **اتانال**، **استیل** و **مولکول دو کربنی** (تولیدشده در فرایند تنفس نوری)، مولکول‌های دوکربنی هستند که در فرایندهای سوخت‌وسازی یک یاختهٔ گیاهی می‌توانند مصرف شوند. اتانال در مادهٔ زمینهٔ سیتوپلاسم و استیل درون راکیزه مصرف می‌شوند. مولکول دو کربنی مربوط به تنفس نوری نیز در واکنش‌هایی که بخشی از آن‌ها در راکیزه و بخشی نیز در خارج از راکیزه انجام می‌شود، مصرف می‌شود.

د) در **فتوسنتز**، ریبولوزبیس‌فسفات به ترکیب شش‌کربنی ناپایدار تبدیل شده که به دو اسید سه‌کربنی تجزیه می‌شود. در **تنفس نوری** نیز ریبولوزبیس‌فسفات به ترکیب پنج‌کربنی ناپایدار تبدیل می‌شود که به مولکول دو کربنی و سه‌کربنی تجزیه می‌شود. مولکول سه‌کربنی تولیدشده در هر دو فرایند، برای بازسازی ریبولوزبیس‌فسفات قابل‌مصرف است.

۴۲ کدام عبارت، دربارهٔ تأثیر عوامل محیطی بر فتوسنتز گیاهان C_3 و C_4 نادرست است؟

۱) زمانی که مقدار CO_2 محیط اطراف گیاه C_3 بیشتر از ۷۰ واحد می‌شود، سرعت فتوسنتز ثابت و بیشتر از گیاه C_4 است.

۲) زمانی که شدت نور از صفر تا ۵۰۰ واحد افزایش می‌یابد، میزان افزایش سرعت فتوسنتز در گیاه C_4 بیشتر از گیاه C_3 است.

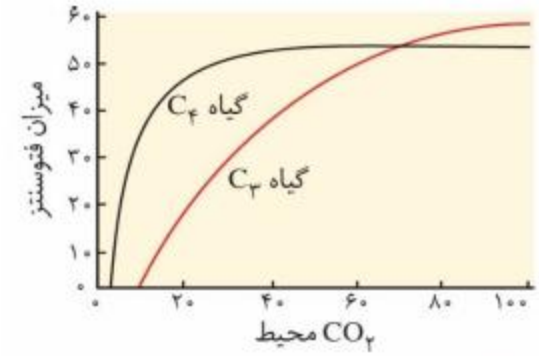
۳) زمانی که شدت نور از ۱۰۰۰ واحد به ۲۰۰۰ واحد افزایش می‌یابد، میزان فتوسنتز در گیاه C_4 به حدود دو برابر گیاه C_3 می‌رسد.

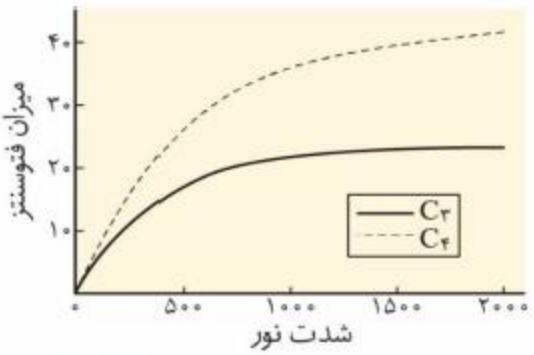
۴) زمانی که مقدار CO_2 محیط اطراف گیاه C_4 حدود ۴۰ واحد است، تمامی جایگاه‌های فعال همهٔ آنزیم‌های روبیسکو توسط پیش‌ماده اشغال شده است.

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ متن ـ ۱۲۰۶)

پاسخ تشریحی:

زمانی که میزان کربن دی‌اکسید در محیط اطراف گیاه بالای ۷۰ واحد می‌رسد، میزان فتوسنتز در گیاه C_3 بیشتر از گیاه C_4 می‌شود. در این زمان، هنوز سرعت فتوسنتز در گیاه C_3 در حال افزایش است اما سرعت فتوسنتز در گیاه C_4 ثابت شده است. *گزینهٔ (۲) و (۳) هم که داخل شکل کاملاً واضح و مشخص هستن و به‌عنوان نکته یادش بگیرین. گزینهٔ (۴) هم داره می‌گه که وقتی میزان کربن دی‌اکسید برسه بالای ۴۰ واحد، میزان فتوسنتز در گیاه C_4 ثابت می‌شه. حالا چرا ثابت می‌شه؟ توی فصل اول خوندیم که افزایش سرعت واکنش در نتیجهٔ افزایش غلظت پیش‌ماده تا جایی ادامه پیدا می‌کنه که همهٔ جایگاه‌های فعال همهٔ آنزیم‌ها توسط پیش‌ماده اشغال بشه و بعد از اون، سرعت واکنش ثابت می‌شه.*





۴۳ **در ارتباط با انواع فرایندهای سوخت‌وسازی در گیاهان نهان‌دانهٔ فتوسنتزکننده، کدام عبارت درست است؟**

۱) ذرت برخلاف گل رز، می‌تواند در یک یاختهٔ سبزدیسه‌دار، مولکول چهار کربنی یا پنج‌کربنی را مصرف کند.

۲) نوعی کاکتوس برخلاف گل رز، می‌تواند در یاختهٔ پارانشیم سبزینه‌دار، چرخهٔ کالوین را در طول روز انجام دهد.

۳) گل رز همانند آناناس، می‌تواند در یاختهٔ میانبرگ خود، کربن دی‌اکسید جوّ را با ریبولوزبیس‌فسفات ترکیب کند.

۴) آناناس همانند ذرت، می‌تواند در یاختهٔ پارانشیمی برگ، آنزیم دارای جایگاه فعال برای دو نوع گاز تنفسی را فعال کند.

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۴۰۶)

پاسخ تشریحی:

آنزیم **روبیسکو**، آنزیمی است که جایگاه فعال برای دو نوع گاز تنفسی (اکسیژن و کربن دی‌اکسید) دارد. در گیاهان C_4 (مانند ذرت)، آنزیم روبیسکو در یاختهٔ غلاف آوندی (نوعی یاختهٔ پارانشیمی برگ) فعالیت می‌کند. در گیاهان **CAM** (مانند آناناس) نیز آنزیم روبیسکو درون یاختهٔ میانبرگ (نوعی یاختهٔ پارانشیمی برگ) فعالیت می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در همهٔ گیاهان، مولکول‌های چهارکربنی و پنج‌کربنی در چرخهٔ کربس تولید و مصرف می‌شوند.

۲) در همهٔ گیاهان، چرخهٔ کالوین در طول روز انجام می‌شود.

۳) در گیاهان C_3 (مانند گل رز) و گیاهان **CAM**، چرخهٔ کالوین در یاخته‌های میانبرگ انجام می‌شود و طی آن، کربن دی‌اکسید با ریبولوزبیس‌فسفات ترکیب می‌شود. در گیاه C_3، کربن دی‌اکسید جوّ وارد چرخهٔ کالوین می‌شود اما در گیاه **CAM** و C_4، کربن دی‌اکسید آزاد شده از مولکول چهارکربنی وارد چرخهٔ کالوین می‌شود.

مقایسهٔ انواع گیاهان بر اساس روش فتوسنتز

نوع فتوسنتز	گیاه C_3	گیاه C_4	گیاه CAM
مثال	اکثر گیاهان، مثلاً گل رز	گیاهانی مانند ذرت	آناناس، بعضی کاکتوس‌ها
انواع یاختهٔ میانبرگ	نرده‌ای + اسفنجی	اسفنجی	——
مراحل تثبیت کربن	چرخهٔ کالوین	۱ـ ترکیب CO_2 جوّ با اسید سه‌کربنی ۲ـ چرخهٔ کالوین	۱ـ ترکیب CO_2 جوّ با اسید سه‌کربنی ۲ـ چرخهٔ کالوین
تثبیت دو مرحله‌ای کربن	✗ ندارد	✓ دارد	✓ دارد
تثبیت CO_2 جوّ	در همهٔ یاخته‌های فتوسنتزکننده	در یاخته‌های میانبرگ	در یاخته‌های میانبرگ
تولید اسید چهارکربنی در فتوسنتز	✗ ندارد	✓ هنگام تثبیت CO_2 جوّ	✓ هنگام تثبیت CO_2 جوّ
مرحلهٔ دوم تثبیت کربن	✗ ندارد	✓ چرخهٔ کالوین در یاخته‌های غلاف آوندی	✓ چرخهٔ کالوین در یاخته‌های میانبرگ
چرخهٔ کالوین	✓ تنها روش تثبیت کربن	✓ مرحلهٔ دوم تثبیت کربن	✓ مرحلهٔ دوم تثبیت کربن
محل اصلی فعالیت روبیسکو در برگ	کلروپلاست یاخته‌های میانبرگ	کلروپلاست یاخته‌های غلاف آوندی	کلروپلاست یاخته‌های میانبرگ
زمان تثبیت کربن	فقط در طول روز	فقط در طول روز	تثبیت اول: در شب تثبیت دوم: در روز
زمان باز بودن روزنه‌های هوایی	روز	روز	شب
ذخیرهٔ آب	——	——	۱ـ برگ، ساقه یا هر دو، گوشتی و پرآب هستند. ۲ـ واکوئل‌ها، ترکیبات نگه‌دارندهٔ آب دارند.

۴۴ نوعی جاندار تک‌یاخته‌ای پس از اضافه‌شدن به فاضلاب، می‌تواند باعث رفع بوی بد آن شود. چند مورد، دربارهٔ این جاندار درست است؟

الف: همانند گونرا، در واکنش کلی فتوسنتز خود، شش مولکول آب تولید می‌کند.

ب: همانند سیانوباکتری، همانندسازی دو جهتی دِنا را در مقابل نقطهٔ آغاز، به پایان می‌رساند.

ج: برخلاف اوگلنا، ساخت بعضی پروتئین‌ها را قبل از پایان رونویسی رِنای پیک آن‌ها آغاز می‌کند.

د: برخلاف باکتری نیترات‌ساز، با کمک نوع خاصی سبزینه، انرژی لازم برای تثبیت کربن را فراهم می‌کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ ترکیبی ـ ۱۲۰۶)

ترجمه صورت سؤال ← از باکتری‌های گوگردی در تصفیهٔ فاضلاب‌ها برای حذف هیدروژن‌سولفید استفاده می‌کنند. هیدروژن‌سولفید گازی بی‌رنگ است و بویی شبیه تخم‌مرغ گندیده دارد.

پاسخ تشریحی:

موارد (ب) و (ج)، درست هستند.

بررسی موارد:

الف) واکنش کلی **فتوسنتز** در گیاه گونرا به‌صورت زیر است:

$$۶CO_۲ + ۶H_۲O \xrightarrow{\text{نور خورشید}} C_۶H_{۱۲}O_۶ + ۶O_۲$$

واکنش کلی **فتوسنتز** در باکتری‌های گوگردی نیز به‌صورت زیر است:

$$۶CO_۲ + ۱۲H_۲S \xrightarrow{\text{نور خورشید}} C_۶H_{۱۲}O_۶ + ۱۲S + ۶H_۲O$$

همانطور که مشخص است، در واکنش کلی فتوسنتز در باکتری گوگردی، آب تولید می‌شود اما در واکنش کلی فتوسنتز گیاهان، آب تولید نمی‌شود.

ب) در باکتری‌هایی که یک نقطهٔ آغاز همانندسازی دارند، همانندسازی در مقابل نقطهٔ آغاز به پایان می‌رسد.

ج) در **پروکاریوت‌ها** برخلاف یوکاریوت‌ها (نظیر اوگلنا)، ترجمه می‌تواند قبل از پایان رونویسی رِنای پیک آغاز شود.

متابولیسم باکتری‌ها					
نوع باکتری	تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن	فتوسنتزکننده		شیمیوسنتزکننده	آمونیاک‌ساز
		اکسیژن‌زا	غیراکسیژن‌زا		
مثال	ریزوبیوم	سیانوباکتری	گوگردی ارغوانی و سبز	نیترات‌ساز	آمونیاک‌ساز
فتوسنتز	✗	✓	✓	✗	✗
رنگیزهٔ فتوسنتزی	✗	✓ سبزینهٔ a	✓ باکتریوکلروفیل	✗	✗
تثبیت کربن	✗	✓ در فتوسنتز	✓ در فتوسنتز	✓ در شیمیوسنتز	✗
تثبیت نیتروژن	✓ در گرهک‌های ریشهٔ گیاهان تیرهٔ پروانه‌واران	✓بعضی از سیانوباکتری‌ها (همزیست با آزولا و گونرا)	✗	✗	✗
منبع الکترون	ـــــ	آب	ترکیبات گوگردی مانند $H_۲S$	آمونیوم	ترکیبات آلی
تولید اکسیژن	✗	✓	✗	✗	✗
محصول نهایی	آمونیوم	گلوکز و اکسیژن	گلوکز، گوگرد و آب	نیترات	آمونیوم
کاربرد	تأمین نیتروژن موردنیاز گیاهان	ـــــ	تصفیهٔ فاضلاب‌ها	تأمین نیتروژن موردنیاز گیاهان	تأمین نیتروژن موردنیاز گیاهان

د) در باکتری‌های **فتوسنتزکنندهٔ غیراکسیژن‌زا**، سبزینه وجود ندارد و به‌جای آن، این باکتری‌ها از باکتریوکلروفیل استفاده می‌کنند.

۴۵

پاسخ: گزینهٔ ۳ ▲ مشخصات سؤال: دشوار * زیست‌شناسی ۳ فصل ۶

گیاه مورد استفاده مچنیکوف، گل سرخ بود که نوعی گیاه C_3 محسوب می‌شود و تثبیت کربن را طی چرخهٔ کالوین انجام می‌دهد. در هیچ‌کدام از مراحل چرخهٔ کالوین، ترکیب قندی تولید نمی‌شود که دارای کربن متصل به دو فسفات باشد. دقت کنید که در قند دوفسفاته‌ای که طی این چرخه تولید می‌شود، دو گروه فسفات به دو کربن مجزا متصل شده است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ ۱: مولکول‌های دوفسفاتهٔ چرخهٔ کالوین شامل ریبولوزبیس‌فسفات، مولکول شش‌کربنهٔ دوفسفاته و **ADP** است. فقط در مرحلهٔ تبدیل ریبولوزفسفات به ریبولوزبیس‌فسفات که با تولید **ADP** همراه است، دو ترکیب دوفسفاته تولید می‌شود. پیش از این مرحله، ریبولوزفسفات تولید می‌شود که ترکیب پنج‌کربنه است.

گزینهٔ ۲: در مرحلهٔ تبدیل اسید سه‌کربنه به قند سه‌کربنه و همچنین هنگام تبدیل قند سه‌کربنه به ریبولوزفسفات، تعدادی فسفات آزاد می‌شود. پس از تبدیل اسید به قند، دو قند تک‌فسفاته از چرخه خارج می‌شود؛ طی تبدیل قند تک‌فسفاته به ریبولوزفسفات هم تعداد مولکول‌های فسفاته کاهش می‌یابد و پس از تولید ریبولوزفسفات، این مادهٔ تک‌فسفاته به ریبولوزبیس‌فسفات تبدیل می‌شود.

گزینهٔ ۴: اولین ترکیب دوفسفاتهٔ پایدار که در چرخهٔ کالوین تولید می‌شود، مولکول **ADP** است. پس از تولید قندهای سه‌کربنه، تعدادی از آن‌ها از چرخه خارج می‌شوند و برای ساخت گلوکز و سایر مواد آلی به‌کار می‌روند.

۴۶ **اگر انرژی فعال‌سازی یک واکنش در هنگام استفاده از کاتالیزگرهای A و B به ترتیب برابر با ۱۸۰ و ۱۶۰ کیلوژول بر مول باشد، کدام گزینه نادرست است؟**

۱) کاتالیزگر B نسبت به کاتالیزگر A، کاتالیزگر مناسب‌تری برای انجام شدن سریع این واکنش است.
۲) سرعت واکنش با حضور کاتالیزگر B، ۱/۱۲۵ برابر سرعت واکنش در صورت استفاده از کاتالیزگر A است.
۳) در شرایط یکسان، با استفاده از هر یک از این دو کاتالیزگر، میزان گرمای یکسانی در این واکنش مبادله خواهد شد.
۴) در غیاب این کاتالیزگرها، سرعت انجام واکنش کمتر بوده و مسیر انجام واکنش نیز در این حالت متفاوت خواهد بود.

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

کاتالیزگرها مقدار انرژی فعال‌سازی واکنش را کاهش می‌دهند. با کاهش انرژی فعال‌سازی، سرعت انجام واکنش افزایش می‌یابد؛ اما رابطهٔ سرعت واکنش با عکس انرژی فعال‌سازی، یک رابطه خطی نیست. در این رابطه، داریم:

$$\frac{R_۱}{R_۲} \neq \frac{E_a(۲)}{E_a(۱)}$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) کاتالیزگر B نسبت به کاتالیزگر A انرژی فعال‌سازی را به میزان بیشتری کاهش داده و درنتیجه کاتالیزگر مناسب‌تری است. در واقع این کاتالیزگر، سرعت واکنش را به مقدار بیشتری افزایش می‌دهد.

۳) در صورت استفاده از کاتالیزگر، آنتالپی واکنش تغییر نمی‌کند. کاتالیزگرها صرفا مقدار انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها را تغییر می‌دهند. بنابراین در صورت استفاده از هر یک از این دو کاتالیزگر در شرایط یکسان، میزان گرمای یکسانی در این واکنش مبادله خواهد شد.

۴) در غیاب کاتالیزگر، سرعت واکنش کمتر است. توجه داریم که مسیر انجام واکنش در عدم حضور کاتالیزگر با مسیر انجام واکنش توسط هر کدام از این دو کاتالیزگر متفاوت خواهد بود.

با افزودن کاتالیزگر مناسب به مخلوط واکنش، سرعت انجام‌شدن آن واکنش شیمیایی افزایش پیدا می‌کند. به عنوان مثال، محلول هیدروژن پراکسید در دمای اتاق و بدون حضور کاتالیزگر، به کندی تجزیه شده و گاز اکسیژن تولید می‌کند؛ در حالی که با افزودن چند قطره محلول پتاسیم یدید به سامانه واکنش، سرعت کلی واکنش و سرعت تولید گاز اکسیژن به مقدار زیادی افزایش پیدا می‌کند. در سایر واکنش‌های شیمیایی نیز همانند واکنش تجزیه هیدروژن پراکسید، با افزودن کاتالیزگر به مخلوط واکنش، سرعت مصرف واکنش‌دهنده‌ها و سرعت تولید فراورده‌ها افزایش پیدا می‌کند. در واقع، کاتالیزگرها با تغییر مسیر واکنش‌ها و کاهش مقدار انرژی فعال‌سازی آن‌ها، سرعت انجام‌شدن واکنش را افزایش می‌دهند.

www.biomaze.ir

گروه آموزشی ماز

۴۷ جدول زیر، مقدار آلاینده‌های تولید شده توسط یک خودرو را نشان می‌دهد:

فرمول شیمیایی آلاینده	CO	C_xH_y	NO
مقدار آلاینده به ازای طی یک کیلومتر (گرم)	۶/۱۶	۱/۶۷	۱/۲

اگر تفاوت شمار مول گازهای قطبی تولید شده توسط این خودرو در طول یک روز برابر $۵/۴\ mol$ باشد، این خودرو در طول یک ماه چند کیلومتر مسافت را طی کرده و گاز NO تولید شده در طول ۱۰۰ کیلومتر مسافت توسط خودرو، با چند مول اکسیژن بر اساس معادله $۲NO(g) + O_۲(g) \rightarrow ۲NO_۲(g)$ واکنش می‌دهد؟

$(C = ۱۲ : g.mol^{-۱}$ و $N = ۱۴$ و $O = ۱۶)$

۱) ۱۸۰۰ ـ ۴ ۲) ۹۰۰ ـ ۴ ۳) ۱۸۰۰ ـ ۲ ۴) ۹۰۰ ـ ۲

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مساله ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

کربن مونوکسید و نیتروژن مونوکسید، موادی هستند که از مولکول‌های دواتمی ناجورهسته(مولکول‌های دواتمی که از اتصال دو اتم متفاوت به هم متصل شده‌اند) تشکیل شده و قطبی به شمار می‌روند، درحالی که هیدروکربن‌های نسوخته از جمله مواد ناقطبی هستند. خودرو مورد نظر با طی کردن ۱ کیلومتر مسافت، ۶/۱۶ گرم گاز کربن مونوکسید(معادل با ۰/۲۲ مول گاز کربن مونوکسید) و ۱/۲ گرم گاز نیتروژن مونوکسید(معادل با ۰/۰۴ مول گاز نیتروژن مونوکسید) تولید می‌کند؛ پس می‌توان گفت تفاوت شمار مول گازهای تولید شده در طول هر کیلومتر مسافت، برابر با ۰/۱۸ مول است. بر این اساس، مسافت طی شده توسط این خودرو در طول هر روز را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{مسافت } ۵/۴\ mol = \text{تفاوت شمار مول آلاینده‌ها} \times \frac{\text{مسافت } ۱\ km}{\text{تفاوت شمار مول آلاینده‌ها } ۰/۱۸\ mol} = \text{مسافت } ۳۰\ km \quad ?\ km$$

این خودرو هر روز ۳۰ کیلومتر مسافت را طی می‌کند، پس مسافت طی شده توسط این خودرو در طول هر هفته برابر با ۲۱۰ کیلومتر و در طول هر ماه(معادل با ۳۰ روز) نیز برابر با ۹۰۰ کیلومتر می‌شود. در قدم بعد، محاسبه می‌کنیم که خودرو مورد نظر با طی ۱۰۰ کیلومتر مسافت، چند مول گاز نیتروژن مونوکسید تولید می‌کند.

AzmonVIP

$$?\,mol\,NO = ۱۰۰\,km\ \text{مسافت} \times \frac{۱/۲\,g\,NO}{۱\,km\ \text{مسافت}} \times \frac{۱\,mol\,NO}{۳۰\,g\,NO} = ۴\,mol$$

در ادامه، مقدار گاز اکسیژن مصرف شده در واکنش $۲NO(g) + O_۲(g) \rightarrow ۲NO_۲(g)$ را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,O_۲ = ۴\,mol\,NO \times \frac{۱\,mol\,O_۲}{۲\,mol\,NO} = ۲\,mol$$

مبدل‌های کاتالیستی، در حدود ۸۹/۸% از گاز CO، حدود ۹۵/۸% از هیدروکربن‌های نسوخته و ۹۶/۲% از گاز NO تولیدشده در موتور را به فراورده‌های کم‌خطر تبدیل می‌کنند؛ پس این مبدل‌ها مقدار بیشتری (۵/۳۸ گرم به ازای طی یک کیلومتر) از گاز CO را نسبت به دو آلایندهٔ دیگر حذف می‌کنند اما بیشترین تأثیر را در حذف گاز نیتروژن مونوکسید(حدود ۹۶/۲ درصد) دارند.

گروه آموزشی ماز

۴۸

چه تعداد از عبارت‌های داده شده درست هستند؟

آ: امواج رادیویی نسبت به پرتوهای فروسرخ کم‌انرژی‌تر بوده و از برهم‌کنش آن‌ها با مواد، می‌توان برای تشخیص مواد استفاده کرد.

ب: در واکنش تبدیل گرافیت به الماس، مقدار انرژی فعال‌سازی واکنش حتما بیشتر از مقدار تغییر آنتالپی آن خواهد بود.

پ: اگر سرامیک موجود در مبدل کاتالیستی خودروها را به شکل مش بسازند، کارایی این قطعه افزایش پیدا می‌کند.

ت: گاز $N_۲$، همانند گاز کربن دی‌اکسید، یکی از گازهای خارج شده از مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

همه عبارت‌های داده شده درست هستند.

بررسی موارد:

آ: پرتوهای فروسرخ و امواج رادیویی، از جمله پرتوهای الکترومغناطیسی هستند. توجه داریم که مقدار طول موج امواج رادیویی نسبت به پرتوهای فروسرخ بلندتر بوده و انرژی این امواج نسبت به پرتوهای فروسرخ کمتر است.

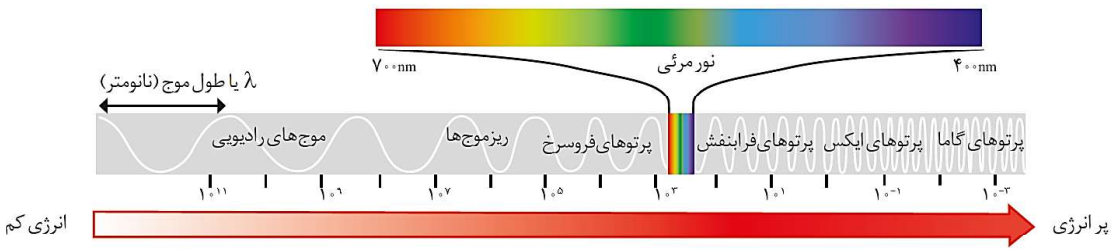
چند قید مهم در رابطه با امواج الکترومغناطیسی را به خاطر داشته باشید:

تجزیه نور خورشید، گستره پیوسته‌ای از رنگ‌ها را ایجاد می‌کند که شامل بی‌نهایت طول موج از رنگ‌های گوناگون است.

گستره نور مرئی که چشم ما قادر به دیدن آن است، گستره‌ی محدودی است. این نور مرئی، تنها بخش کوچکی از گستره‌ی پرتوهای الکترومغناطیسی است.

نور خورشید شامل گستره بسیار بزرگ‌تری از گستره پرتوهای مرئی است.

تصویر زیر، انواع پرتوهای الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد:



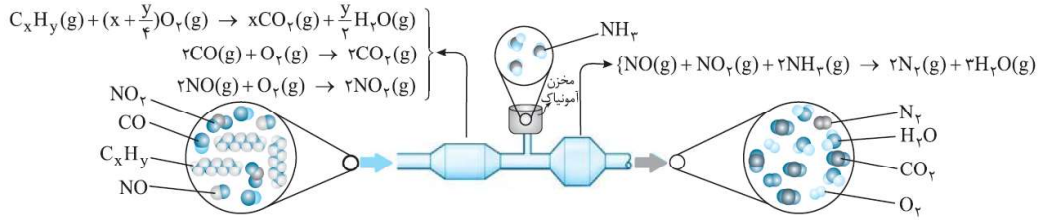
همانطور که گفتیم، امواج رادیویی از جمله پرتوهای الکترومغناطیسی با طول موج بسیار بلند هستند. امواج رادیویی، همانند سایر پرتوهای الکترومغناطیسی، با مولکول‌ها و گروه‌های عاملی موجود در آن‌ها برهمکنش خواهند داشت. در واقع مولکول‌ها طول موج‌های خاصی از این پرتوها را جذب کرده و طول موج‌های خاصی از آن‌ها را نیز بازتاب می‌کنند. با توجه به الگوی جذب و بازتاب پرتوها، شیمی‌دان‌ها می‌توانند ساختار مواد و نوع گروه‌های عاملی موجود در آن‌ها را تشخیص بدهند. به این فرایند، اصطلاحا طیف‌سنجی گفته می‌شود. یکی از رایج‌ترین روش‌های طیف‌سنجی که برای شناسایی گروه‌های عاملی و مواد مختلف به کار می‌رود، طیف‌سنجی فروسرخ نام دارد. از این روش می‌توان برای شناسایی آلاینده‌هایی مانند کربن مونوکسید و اکسیدهای نیتروژن در هواکره و نیز شناسایی برخی مولکول‌ها در فضای بین ستاره‌ای استفاده کرد. دستگاه MRI، نمونه‌ای از کاربردهای طیف‌سنجی در علم پزشکی است.

ب: واکنش تبدیل گرافیت به الماس، یک فرایند گرماگیر است و همانطور که می‌دانیم، در هر واکنش شیمیایی گرماگیر مقدار انرژی فعال‌سازی حتما بیشتر از مقدار تغییر آنتالپی است.

پ: برای افزایش کارایی مبدل‌های کاتالیستی، گاهی سرامیک موجود در این دستگاه‌ها را به شکل مِش(دانه‌های ریز) درمی‌آورند و کاتالیزگرها را روی سطح آن می‌نشانند. با این کار، سطح تماس کاتالیزگر با گازهای آلاینده(هیدروکربن‌های نسوخته، اکسیدهای نیتروژن و گاز کربن مونوکسید) بیشتر شده و بر این اساس، سرعت حذف آلاینده‌ها افزایش پیدا می‌کند.

www.biomaze.ir
AzmonVIP

ت: تصویر زیر، نمایی از مبدل‌های کاتالیستی موجود در خودروهای دیزلی را نشان می‌دهد:



همانطور که مشخص است، گازهای نیتروژن، کربن دی‌اکسید، اکسیژن و بخار آب، از جمله مواد خارج شده از این مبدل‌ها هستند.

بررسی‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که با استفاده از مبدل‌های کاتالیستی عادی نمی‌توان گازهای NO و NO_2 تولیدشده در موتور خودروهای دیزلی را به فراورده‌های بی‌خطر(گاز نیتروژن و اکسیژن) تبدیل کرد و این مبدل‌ها فقط توانایی حذف آلاینده‌های تولیدشده در خودروهای بنزینی را دارند. در این خودروها، از مبدل‌های دومحفظه‌ای استفاده می‌شود. در این مبدل‌ها، گاز آمونیاک به داخل محفظه واکنش تزریق شده و از واکنش این ماده با گازهای NO و NO_2، نیتروژن و بخار آب به عنوان فراورده تولید می‌شوند. توجه داریم که این مبدل‌ها تا حدود زیادی از ورود گازهای NO و NO_2 به هواکره جلوگیری می‌کنند، اما باز هم مقداری از این گازهای آلاینده وارد هواکره می‌شوند.

گروه آموزشی ماز

۴۹ **کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟**

۱) هوای آلوده محتوی مواد آلی فرار و ذرات معلق بوده و موجب افزایش سرعت فرسودگی ساختمان‌ها می‌شود.
۲) در هوای شهرهای بزرگ، حداکثر غلظت گاز NO_2 در طول شبانه‌روز بیشتر از حداکثر غلظت گاز اوزون است.
۳) اتم‌های اکسیژن، در ساختار مولکولی همه‌ی آلاینده‌های خارج شده از اگزوز خودروهای در حال حرکت وجود دارند.
۴) در موتور خودروها، انرژی فعال‌سازی واکنش گازهای نیتروژن و اکسیژن فراهم شده و مقداری گاز NO تولید می‌شود.

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

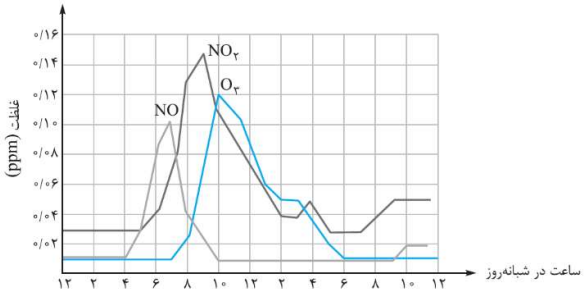
پاسخ تشریحی:

با رشد دانش و فناوری، گسترش صنایع گوناگون و با انجام رفتارهای نادرست از دیدگاه زیست‌محیطی، گازهای آلاینده وارد هوا شده و دسترسی به هوای پاک محدودتر شده است. هوای آلوده حاوی گازهای گوناگونی مانند O_2، SO_2، NO_2، CO، NO، ذره‌های معلق و مواد آلی فرار است. این آلاینده‌ها اغلب از اگزوز خودروها و دودکش کارخانه‌ها خارج می‌شوند. توجه داریم که اتم‌های اکسیژن در ساختار برخی از آلاینده‌های خارج شده از اگزوز خودروها مثل هیدروکربن‌های نسوخته(C_xH_y) وجود ندارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) هوای خشک و پاک، مخلوطی از گازهای گوناگون است که به طور یکنواخت در هواکره پخش شده‌اند؛ در حالی که هوای آلوده افزون بر این مواد، حاوی گازهای گوناگونی مانند گوگرد دی‌اکسید، اکسیدهای نیتروژن و ... است. به دلیل وجود این آلاینده‌ها، هوای آلوده بوی بدی دارد، چهره شهرهای مختلف را زشت می‌کند، فرسودگی ساختمان‌ها و پوسیدگی خودروها را سرعت می‌بخشد و سبب ایجاد و تشدید بیماری‌های تنفسی از جمله برونشیت، آسم، سرطان ریه و حتی مرگ می‌شود.

۲) نمودار زیر، روند تغییر غلظت سه مورد از گازهای آلاینده موجود در هواکره را نشان می‌دهد:



همانطور که مشخص است، حداکثر غلظت گاز NO_2 در هوای شهرهای بزرگ بیشتر از حداکثر غلظت گاز اوزون در هوا بوده و حداکثر غلظت گاز اوزون در این شهرها نیز بیشتر از حداکثر غلظت گاز NO است. گازهای NO و NO_2، از جمله گونه‌های رادیکال آزاد موجود در هوای آلوده هستند که باعث ایجاد بیماری‌های تنفسی می‌شوند.

۴) گاز NO یکی از آلاینده‌های موجود در هوا است که براساس معادله $O_2(g)+N_2(g) \rightarrow 2NO(g)$ از واکنش میان گازهای اکسیژن و نیتروژن تولید می‌شود. این واکنش، انرژی فعال‌سازی بالایی داشته و به همین خاطر، گاز نیتروژن به عنوان اصلی‌ترین جزء سازنده هواکره، به طور معمول با گاز

www.biomaze.ir
AzmonVIP

اکسیژن وارد واکنش نمی‌شود. شرایط مورد نیاز برای انجام‌شدن واکنش میان گازهای اکسیژن و نیتروژن، فقط در دماهای بسیار بالا(مثل شرایط موجود در موتور خودروها و شرایط ایجادشده به هنگام رعدوبرق) فراهم می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۵۰ **کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟**

۱) یکای ثابت تعادل واکنش تولید آمونیاک در فرایند هابر، مشابه واکنش $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ است.

۲) در واکنش $NiO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Ni(s) + CO_2(g)$، تغییر فشار محیط تاثیری بر جابه‌جایی تعادل ندارد.

۳) با افزودن یک کاتالیزگر مناسب به سامانه یک واکنش تعادلی، مقدار ثابت تعادل آن واکنش افزایش پیدا می‌کند.

۴) فراوان‌ترین گاز موجود در هواکره از مولکول‌های جورسته ساخته شده و مستقیما توسط گیاهان قابل جذب است.

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

برای آن‌که تغییر حجم بر جابه‌جایی یک تعادل شیمیایی مؤثر باشد، باید حداقل یکی از اجزای شرکت‌کننده در واکنش گازی‌شکل باشد و تعداد مول‌های گازی در دو طرف معادله واکنش نیز برابر نباشند. در واکنش $NiO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Ni(s) + CO_2(g)$، تعداد مول‌های گازی در دو سمت معادله یکسان است، پس تغییر فشار بر جابه‌جایی این تعادل تاثیری ندارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) با دقت در رابطه ثابت تعادل واکنش‌های مختلف، پی می‌بریم که یکای ثابت تعادل برای واکنش‌های مختلف یکسان نیست و ثابت تعادل هر واکنش، یکای مخصوص به خود را دارد. برای به دست آوردن یکای ثابت تعادل، می‌توانیم رابطه ثابت تعادل مربوط به یک واکنش را بنویسیم و به جای غلظت مواد، یکای مربوط به غلظت مولی آن‌ها($mol.L^{-1}$) را در این رابطه قرار بدهیم. به عنوان مثال، یکای ثابت تعادل واکنش شیمیایی $3H_2(g) + N_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ به صورت زیر به دست می‌آید:

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} \xrightarrow{\text{جای‌گذاری یکای غلظت به جای غلظت هر ماده}} \frac{(mol.L^{-1})^2}{(mol.L^{-1})(mol.L^{-1})^3} = (mol.L^{-1})^{-2} = L^2.mol^{-2}$$

به طریق مشابه، یکای ثابت تعادل واکنش $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ به صورت $L.mol^{-1}$ می‌شود.

برای بدست آوردن سریع‌تر یکای ثابت تعادل هر واکنش، ابتدا تفاوت مجموع ضرایب استوکیومتری مواد گازی یا محلول در واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها(Δn) را براساس رابطه زیر به دست آورده و پس از آن، یکای غلظت($mol.L^{-1}$) را به توان آن می‌رسانیم.

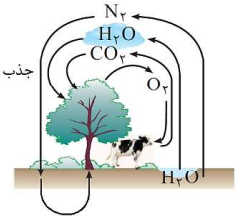
Δn = مجموع ضرایب استوکیومتری مواد گازی و محلول سمت چپ ـ مجموع ضرایب استوکیومتری مواد گازی و محلول سمت راست

$$K_{\text{یکای}} = (mol.L^{-1})^{\Delta n}$$

به عنوان مثال، مقدار Δn برای واکنش $4H_2(g) + CS_2(g) \rightleftharpoons 2H_2S(g) + CH_4(g)$ ، برابر با ۲- است؛ پس یکای ثابت تعادل برای این واکنش معادل با $(mol.L^{-1})^{-2}$ = $L^2.mol^{-2}$ می‌شود.

۳) با افزودن کاتالیزگر مناسب به مخلوط واکنش، سرعت انجام‌شدن آن واکنش شیمیایی افزایش پیدا می‌کند. هرچند که کاتالیزگر سرعت برقرار شدن تعادل را بیشتر کرده و مدت زمان مورد نیاز را کاهش می‌دهد، اما توجه داریم که افزودن کاتالیزگر به سامانه واکنش، تاثیری در مقدار ثابت تعادل و مقدار نهایی فراورده تولید شده ندارد. به عنوان مثال، فلز آهن کاتالیزگر فرایند هابر بوده و با افزودن این عنصر به ظرف واکنش، فقط مدت زمان لازم برای برقراری تعادل کاهش پیدا می‌کند اما مقدار ثابت تعادل واکنش هیچ تغییری نمی‌کند.

۴) یکی از عناصر مورد نیاز گیاهان برای رشد، نیتروژن است. گیاهان علاوه بر نیتروژن، به عناصر فسفر، پتاسیم و ... نیز برای رشد خود نیاز دارند. هر چند که در حدود ۸۰٪ از حجم هوا توسط گاز نیتروژن تشکیل شده است، اما گیاهان نمی‌توانند این عنصر ضروری برای رشد خود را به طور مستقیم از هوا جذب کنند. به همین خاطر، نیتروژن را باید در قالب ترکیبات نیتروژن‌دار از جمله آمونیاک و اوره به خاک افزود. به عنوان مثال، در برخی از کشورها برای افزایش بازده تولید فراورده‌های کشاورزی، آمونیاک مایع را به عنوان کود شیمیایی به طور مستقیم به خاک تزریق می‌کنند. تصویر زیر، روند مبادله گازهای مختلف را بین هواکره و زیست‌کره نشان می‌دهد:



همانطور که مشخص است، نیتروژن مورد نیاز گیاهان توسط باکتری‌های موجود در خاک جذب و تثبیت خواهد شد.

www.biomaze.ir
AzmonVIP

۵۱ واکنش تعادلی $CH_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + 3H_2(g)$، در یک ظرف یک لیتری، با مخلوطی به جرم ۲۰۰/۸ گرم از H_2O و CH_4 که نسبت تعداد مول CH_4 به H_2O در آن برابر ۰/۱۳ است، آغاز می‌شود. اگر پس از گذشت یک بازه زمانی تعادل برقرار شود و نسبت تعداد مول H_2O به CH_4 به ۳۰ برسد، ثابت تعادل واکنش کدام است؟

$(H = 1 : g.mol^{-1}$ و $C = 12$ و $O = 16)$

۱) ۳۰ ۲) ۱۰ ۳) ۹۰ ۴) ۱۵

پاسخ: گزینه ۲ (سخت ـ مساله ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

تعداد مول متان موجود در مخلوط اولیه، ۰/۱۳ برابر تعداد مول بخار آب است. تعداد مول بخار آب را x و تعداد مول متان را $0/13x$ در نظر می‌گیریم. با توجه به فرض سوال، جرم مخلوط اولیه برابر با ۲۰۰/۸ گرم است. با استفاده از جرم مخلوط، تعداد مول اولیه متان و بخار آب را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{جرم متان} = 16 \times 0/13x = 2/08x \qquad \text{جرم آب} = 18x$$

$$\text{جرم مخلوط} = \text{جرم آب} + \text{جرم متان} = 18x + 2/08x = 20/08x = 200/8 \Longrightarrow x = 10$$

بنابراین در مخلوط اولیه ۱۰ مول بخار آب و ۱/۳ مول متان وجود داشته است. پس از گذشت یک بازه زمانی مشخص، تعادل برقرار می‌شود و تعداد مول مواد تغییر می‌کند. بر این اساس، داریم:

$$CH_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + 3H_2(g)$$

ابتدای واکنش :	۱/۳	۱۰	صفر	صفر
پس از تعادل :	$1/3 - y$	$10 - y$	y	$3y$

پس از برقراری تعادل، تعداد مول بخار آب ۳۰ برابر تعداد مول متان شده است. بر این اساس، داریم:

$$\frac{\text{مول بخار آب}}{\text{مول متان}} = \frac{10 - y}{1/3 - y} = 30 \Longrightarrow y = 1$$

بنابراین با گذشت ۲۰ دقیقه از ابتدای واکنش، ۱ مول بخار آب و ۱ مول متان مصرف شده و ۹ مول بخار آب و ۰/۳ مول متان باقی می‌ماند. طی این فرایند، ۱ مول کربن مونوکسید و ۳ مول هیدروژن تولید می‌شود. حجم ظرف ۱ لیتر است پس غلظت تعادلی بخار آب، متان، کربن مونوکسید و هیدروژن به ترتیب برابر با ۹، ۰/۳، ۱ و ۳ مول بر لیتر است. بر این اساس، ثابت تعادل واکنش را حساب می‌کنیم:

$$K = \frac{[H_2]^3[CO]}{[CH_4][H_2O]} = \frac{3^3 \times 1}{0/3 \times 9} = 10\ mol.L^{-1}$$

واکنش‌ها را به طور کلی به دو دسته برگشت‌ناپذیر و برگشت‌پذیر تقسیم‌بندی می‌کنند. در واکنش‌های برگشت‌ناپذیر، فقط واکنش‌دهنده‌ها می‌توانند به فراورده‌ها تبدیل شوند در حالی که در این واکنش‌ها امکان تبدیل فراورده‌ها به واکنش‌دهنده‌ها وجود ندارد. برای مثال، واکنش سوختن متان از جمله واکنش‌های برگشت‌ناپذیر به حساب می‌آید. در نقطه مقابل، واکنش‌های برگشت‌پذیر وجود دارند که در آن‌ها امکان انجام‌شدن واکنش‌های رفت و برگشت به صورت هم‌زمان وجود دارد. در واقع، در این واکنش‌ها علاوه بر این‌که واکنش‌دهنده‌ها می‌توانند به فراورده‌ها تبدیل شوند، فراورده‌ها نیز می‌توانند به واکنش‌دهنده‌ها تبدیل شوند. برای مثال، واکنش تبدیل گاز اوزون به گاز اکسیژن از جمله واکنش‌های برگشت‌پذیر بوده و معادله آن به صورت $2O_3(g) \rightleftarrows 3O_2(g)$ است. اگر در واکنش‌های برگشت‌پذیر، واکنش‌های رفت و برگشت به صورت هم‌زمان و با سرعت‌های برابر انجام شوند، مقدار فراورده‌ها و واکنش‌دهنده‌ها ثابت باقی می‌ماند و در سامانه موردنظر تعادل برقرار می‌شود. در لحظه برقراری تعادل، سرعت تولید هر ماده با سرعت مصرف آن برابر است و به همین خاطر، مقدار هر ماده در سامانه ثابت می‌ماند و چنین به نظر می‌رسد که واکنش موردنظر متوقف شده است.

گروه آموزشی ماز

۵۲ تعداد $۱/۲۰۴ \times ۱۰^{۲۵}$ مولکول نیتروژن دی‌اکسید را وارد یک سیلندر کرده و حجم سیلندر را به ۰/۵ لیتری می‌رسانیم تا گاز مورد نظر بر اساس معادله زیر تجزیه شود. اگر از ابتدای کار تا لحظه برقراری تعادل، فقط ۲۰٪ از مولکول‌های $NO_۲$ وارد شده به ظرف به صورت تجزیه نشده باقی بمانند، مقدار ثابت تعادل واکنش چقدر می‌شود؟

$$۲NO_۲(g) \rightleftharpoons N_۲(g) + ۲O_۲(g)$$

۱) ۶۴ ۲) ۱۲۸ ۳) ۲۵۶ ۴) ۵۱۲

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مساله ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

معادله واکنش انجام شده به صورت زیر است:

$$۲NO_۲(g) \rightleftharpoons N_۲(g) + ۲O_۲(g)$$

در ابتدای این فرایند، $۱/۲۰۴ \times ۱۰^{۲۵}$ مولکول نیتروژن دی‌اکسید(معادل با ۲۰ مول گاز نیتروژن دی‌اکسید) وارد یک ظرف ۰/۵ لیتری شده است؛ پس غلظت اولیه گاز نیتروژن دی‌اکسید برابر با ۴۰ مول بر لیتر می‌شود. تا لحظه برقراری تعادل، فقط ۲۰٪ از گاز مورد نظر باقی مانده است، پس می‌توان گفت در طول انجام واکنش مورد نظر ۸۰٪ از گاز نیتروژن دی‌اکسید(معادل با ۱۶ مول از کل گاز نیتروژن دی‌اکسید که برابر با غلظت ۳۲ مول بر لیتر از این گاز می‌شود) تجزیه شده است؛ پس غلظت تعادلی این گاز برابر با ۸ مول بر لیتر است. از طرفی، پس از تجزیه شدن ۸۰٪ از گاز نیتروژن دی‌اکسید در واکنش مورد نظر، به ترتیب ۱۶ و ۸ مول از گازهای اکسیژن و نیتروژن تولید شده است، پس غلظت گازهای اکسیژن و نیتروژن در ظرف واکنش به ترتیب به ۳۲ و ۱۶ مول بر لیتر می‌رسد. بر این اساس، داریم:

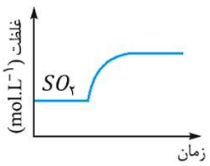
$$K = \frac{[N_۲] \times [O_۲]^۲}{[NO_۲]^۲} = \frac{۱۶ \times ۳۲^۲}{۸^۲} = ۲۵۶$$

با توجه به محاسبات بالا، ثابت تعادل واکنش مورد نظر برابر با ۲۵۶ مول بر لیتر می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۵۳ **کدام‌یک از عوامل زیر، نمی‌تواند غلظت فراورده قطبی تولید شده در تعادل داده شده را مطابق با نمودار مقابل تغییر دهد؟**

$$Q + ۲SO_۳(g) \rightleftharpoons ۲SO_۲(g) + O_۲(g)$$



۱) خارج کردن گاز اکسیژن از ظرف واکنش
۲) افزایش حجم ظرف واکنش
۳) افزایش دمای محتویات ظرف واکنش
۴) افزودن گاز $SO_۳$ به ظرف

پاسخ: گزینه ۲ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

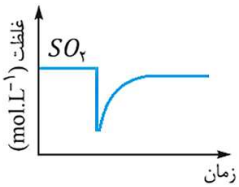
پاسخ تشریحی:

تعادل مورد نظر بر اساس معادله $Q + ۲SO_۳(g) \rightleftharpoons ۲SO_۲(g) + O_۲(g)$ برقرار شده است. با افزایش حجم ظرف در این واکنش تعادلی، در یک لحظه(لحظه اعمال تغییر) غلظت گاز $SO_۲$ به صورت جهشی کاهش یافته و پس از آن، غلظت این گاز با توجه به جابه‌جایی تعادل در جهت رفت افزایش پیدا می‌کند.

www.biomaze.ir

AzmonVIP

در این حالت، نمودار تغییر غلظت ماده مورد نظر به صورت زیر می‌شود:



توجه داریم که نمودار نشان داده شده در صورت سوال فاقد کاهش جهشی غلظت گاز SO_2 در لحظه اعمال تغییر است. افزایش دما، خارج کردن گاز O_2 از ظرف واکنش و افزودن گاز SO_3 به ظرف واکنش، همگی از جمله تغییراتی هستند که تعادل را در جهت رفت جابه‌جا کرده و منجر به افزایش غلظت تدریجی گاز SO_2 می‌شوند.

گروه آموزشی ماز

۵۴ چه تعداد از عبارت‌های داده شده نادرست هستند؟

آ: اگر افزایش دما باعث کاهش K یک واکنش شود، در این واکنش سطح انرژی فراورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها پایین‌تر است.

ب: در واکنش $MgCO_3(s) \rightleftharpoons MgO(s) + CO_2(g)$، با افزایش حجم ظرف، فشار تعادلی گاز CO_2 تغییری نمی‌کند.

پ: با کاهش دما در تعادل $Q + NH_4HS(s) \rightleftharpoons H_2S(g) + NH_3(g)$، فشار گازها در ظرف واکنش کاهش می‌یابد.

ت: با ریختن مقداری پودر $NaOH$ در محلول هیدروفلوئوریک اسید، غلظت ذرات HF در آن محلول کاهش می‌یابد.

ث: با عبور مخلوط گازی تولید شده طی فرایند هابر از دستگاه سردکننده، فقط یکی از گازها تغییر حالت می‌دهند.

۱) ۱ ۲) صفر ۳) ۳ ۴) ۲

AzmonVIP

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی و حفظی ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

همه عبارت‌های داده شده درست هستند.

بررسی موارد:

آ: افزایش دما باعث کاهش K در واکنش‌های گرماده و افزایش K در واکنش‌های گرماگیر می‌شود. توجه داریم که در واکنش‌های گرماده، سطح انرژی فراورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها پایین‌تر است.

ب: در رابطه با واکنش $MgCO_3(s) \rightleftharpoons MgO(s) + CO_2(g)$، داریم:

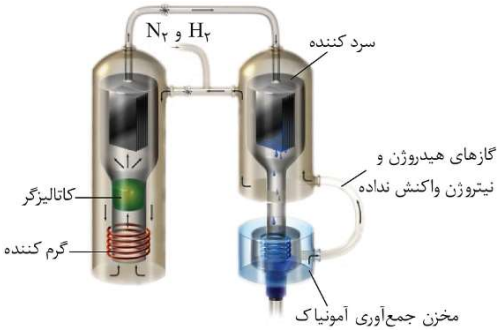
$K = [CO_2]$

فشار هر گاز در ظرف، متناسب با غلظت آن گاز خواهد بود. در این واکنش، غلظت تعادلی گاز CO_2 برابر با ثابت تعادل واکنش بوده و همانطور که می‌دانیم، با تغییر حجم ظرف واکنش، تغییری در مقدار ثابت تعادل واکنش ایجاد نمی‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت با افزایش حجم ظرف، فشار تعادلی گاز CO_2 در ظرف واکنش مورد نظر تغییری نمی‌کند.

پ: با کاهش دما در تعادل $Q + NH_4HS(s) \rightleftharpoons H_2S(g) + NH_3(g)$، واکنش در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود. طی این فرایند از یک طرف شمار مول‌های گازی موجود در ظرف واکنش کاهش یافته و از طرف دیگر، دمای گازهای موجود در مخلوط نیز کمتر شده است. با توجه به قانون گازها، این دو عامل باعث کاهش فشار گازها در ظرف می‌شود.

ت: در تعادل $HF(aq) \rightleftharpoons F^-(aq) + H^+(aq)$، پس از انحلال مقداری سود(سدیم هیدروکسید) در محلول، این ماده مقداری از یون‌های هیدروژن حاصل از یونش هیدروفلوئوریک اسید را خنثی می‌کند. یون هیدروژن، فراورده تعادل مورد نظر بوده و با کاهش غلظت آن در محلول اسیدی اولیه، تعادل در جهت تولید مقدار بیشتر یون هیدروژن در محلول(در جهت رفت) جابه‌جا می‌شود. با جابه‌جایی تعادل به سمت رفت، غلظت مولی یون F^- در محلول افزایش یافته و غلظت مولکول‌های اسید یونیده نشده نیز در محلول کاهش می‌یابد.

ث: نقطهٔ جوش گازهای H_2 و N_2 از نقطهٔ جوش آمونیاک بسیار پایین‌تر است، بنابراین با تنظیم دمای سردکننده در دمایی کمی پایین‌تر از دمای جوش آمونیاک می‌توان این گاز را به حالت مایع تبدیل کرده و از مخلوط گازی جدا نمود. تصویر زیر، نمایی از دستگاه استفاده شده برای تولید آمونیاک بر اساس فرایند هابر را نشان می‌دهد:



در این دستگاه، گازهای هیدروژن و نیتروژن از ورودی بالای ظرف به درون دستگاه تزریق شده و پس از افزایش دما، در مجاورت کاتالیزگر با یکدیگر واکنش می‌دهند و مخلوطی از گازهای آمونیاک، هیدروژن و نیتروژن را ایجاد می‌کنند. مخلوط گازی حاصل به سمت سردکننده حرکت می‌کند و پس از کاهش دمای آن تا پایین‌تر از نقطه جوش آمونیاک، مولکول‌های NH_3 به حالت مایع درآمده و از مخلوط خارج می‌شوند. در این شرایط، گازهای هیدروژن و نیتروژن واکنش‌نداده، مجدداً به سمت گرم‌کننده حرکت می‌کنند تا از آن‌ها برای تولید آمونیاک بیشتر استفاده شود.

نیتروژن واکنش‌پذیری ناچیزی دارد و در دمای اتاق با گاز هیدروژن حتی در حضور کاتالیزگر یا جرقه واکنش نمی‌دهد؛ بنابراین از واکنش گازهای نیتروژن و هیدروژن در دما و شرایط اتاق نمی‌توانیم برای تولید آمونیاک استفاده کنیم. از طرف دیگر، واکنش میان گازهای نیتروژن و هیدروژن برگشت‌پذیر است و به صورت تعادلی انجام می‌شود؛ پس کل گازهای نیتروژن و هیدروژن واردشده به محفظه واکنش، به فراورده تبدیل نمی‌شوند. هابر به دنبال شرایطی بود که در آن، واکنش‌دهنده‌ها تا حد ممکن به فراورده‌ها تبدیل شوند و واکنش به میزان بیشتری پیشرفت کند. هابر واکنش میان گازهای نیتروژن و هیدروژن را بارها و بارها در شرایط گوناگون انجام داد تا سرانجام موفق به یافتن شرایط بهینه انجام‌شدن این واکنش شد.

گروه آموزشی ما

www.biomaze.ir

AzmonVIP

www.biomaze.ir

گروه آموزشی ماز

۵۵ **یک مخزن ۵۶ لیتری، در شرایط استاندارد با گاز اکسیژن پر شده است. مقداری کلسیم کربنات را وارد این ظرف می‌کنیم تا در دمای ثابت، تعادل $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)\ ,\ K = 0/025 mol.L^{-1}$ برقرار شود. در لحظه برقراری تعادل، چند گرم کلسیم اکسید در ظرف واکنش وجود داشته و فشار گازهای موجود در مخزن به چند اتمسفر می‌رسد؟**

($Ca = 40$ و $O = 16 : g.mol^{-1}$)

۱) ۳۹/۲ ـ ۱/۵۶ ۲) ۷۸/۴ ـ ۱/۵۶ ۳) ۳۹/۲ ـ ۱/۴ ۴) ۷۸/۴ ـ ۱/۴

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مساله ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

در ابتدای فرایند، یک مخزن ۵۶ لیتری، در شرایط استاندارد(فشار یک اتمسفر و دمای صفر درجه سانتی‌گراد) با گاز اکسیژن پر شده است. در قدم اول، شمار مول‌های گاز اکسیژن موجود در این مخزن را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\ O_2 = 56\ L\ O_2 \times \frac{1\ mol\ O_2}{22/4\ L\ O_2} = 2/5\ mol\ O_2$$

مقداری کلسیم کربنات را وارد این ظرف کرده‌ایم تا در دمای ثابت، تعادل زیر در ظرف برقرار شود.

$$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g) \quad , \quad K = 0/025 mol.L^{-1}$$

کربن دی‌اکسید، تنها ترکیب گازی شرکت‌کننده در این واکنش است. با توجه به معادله این واکنش و ثابت تعادل آن، تعداد مول گاز کربن دی‌اکسید تولید شده تا لحظه برقراری تعادل را محاسبه می‌کنیم:

$$K = [CO_2] \Longrightarrow K = 0/025 mol.L^{-1} \Longrightarrow [CO_2] = 0/025 mol.L^{-1}$$

$$[CO_2] = \frac{\text{مول } CO_2}{\text{حجم ظرف}} \Longrightarrow 0/025 = \frac{x\ mol\ CO_2}{56\ L\ \text{ظرف}} \Longrightarrow x = 1/4\ mol$$

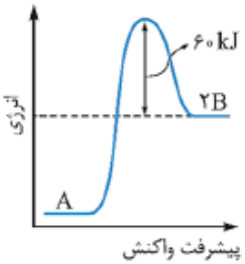
در ابتدای این فرایند، ۲/۵ مول گاز اکسیژن در ظرف وجود داشته است. با برقراری تعادل، ۱/۴ مول گاز CO_2 نیز تولید شده و مجموع شمار مول‌های گازی موجود در ظرف واکنش، در حجم و دمای ثابت به ۳/۹ مول رسیده است. با توجه به قانون گازها($PV = nRT$)، اگر در حجم و دمای ثابت، شمار مول‌های گازی x برابر شود، فشار گازهای موجود در مخزن نیز x برابر می‌شود. بر این اساس، داریم:

$$\frac{\text{فشار نهایی مخزن}}{\text{فشار اولیه مخزن}} = \frac{\text{تعداد مول‌های گازی نهایی}}{\text{تعداد مول‌های گازی اولیه}} \Longrightarrow \frac{\text{فشار نهایی مخزن}}{1\ \text{atm}} = \frac{3/9}{2/5} = 1/56\ atm$$

در لحظه تعادل، ۱/۴ مول گاز کربن دی‌اکسید در ظرف واکنش وجود دارد. بر این اساس، جرم کلسیم اکسید تولید شده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\ CaO = 1/4\ mol\ CO_2 \times \frac{1\ mol\ CaO}{1\ mol\ CO_2} \times \frac{56\ g\ CaO}{1\ mol\ CaO} = 78/4\ g$$

۵۶ نمودار مقابل، روند تغییر انرژی در یک واکنش را نشان می‌دهد. با توجه به معادله واکنش‌های زیر، مقدار انرژی فعال‌سازی واکنش انجام شده برابر با چند کیلوژول خواهد بود؟



$$I)\ B + C \rightarrow 2D \quad ; \Delta H = -45kJ$$
$$II)\ B + A + D \rightarrow 2C \quad ; \Delta H = +82kJ$$
$$III)\ 2A \rightarrow D + C \quad ; \Delta H = +117kJ$$

۱) ۱۲۰ ۲) ۱۰۰
۳) ۱۶۰ ۴) ۱۴۰

پاسخ: گزینه ۴ (سخت ـ مساله ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

با استفاده از قانون هس، می‌توانیم مقدار ΔH برخی از واکنش‌ها را به طور دقیق محاسبه کنیم. بر اساس این قانون، اگر معادله واکنشی را بتوان از جمع معادله دو یا چند واکنش دیگر به دست آورد، مقدار ΔH آن واکنش نیز از جمع جبری ΔH همان واکنش‌ها بدست می‌آید. ابتدا با استفاده از قانون هس، آنتالپی واکنش شیمیایی $A \longrightarrow 2B$ را بدست می‌آوریم. در واکنش موردنظر، گونه B در سمت راست با ضریب دو است. پس واکنش اول و دوم را در (−۱) ضرب می‌کنیم. بر این اساس، داریم:

$$1)\ B + C \rightarrow 2D \quad . \Delta H = -45kJ$$
$$\xrightarrow{\times(-1)} 2D \rightarrow B + C \quad . \Delta H = +45kJ$$
$$2)\ B + A + D \rightarrow 2C \quad . \Delta H = +82kJ$$
$$\xrightarrow{\times(-1)} 2C \rightarrow B + A + D \quad . \Delta H = -82kJ$$

گونه A در واکنش اصلی، در سمت چپ با ضریب ۱ وجود دارد، پس معادله واکنش سوم را تغییر نمی‌دهیم. در این حالت، با جمع واکنش سوم با دو واکنش قبلی، معادله واکنش کلی بدست می‌آید. در این حالت، معادله واکنش سوم به صورت زیر باقی می‌ماند:

$$3)\ 2A \rightarrow D + C \quad . \Delta H = +117kJ$$

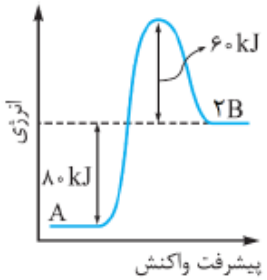
معادله واکنش‌های نهایی ایجاد شده به صورت زیر خواهد بود:

$$2A \rightarrow D + C \,.\Delta H = +117kJ \qquad 2C \rightarrow B + A + D \,.\Delta H = -82kJ \qquad 2D \rightarrow B + C \,.\Delta H = +45kJ$$

بنابراین آنتالپی واکنش $A \longrightarrow 2B$ برابر است با:

$$\Delta H = 45 + (-82) + 117 = 80kJ$$

پس مقدار ΔH واکنش مورد نظر برابر با ۸۰ کیلوژول خواهد بود. همانطور که می‌دانیم، انرژی فعال‌سازی معادل با حداقل انرژی موردنیاز برای شروع‌شدن یک واکنش شیمیایی است. در نمودار انرژی-پیشرفت واکنش، تفاوت سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها با قله نمودار، انرژی فعال‌سازی واکنش رفت را نشان می‌دهد. همچنین تفاوت سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها، معادل با مقدار ΔH است. بنابراین نمودار انرژی-پیشرفت واکنش به صورت زیر خواهد بود:



با توجه به توضیحات ذکرشده، انرژی فعال‌سازی واکنش(تفاوت سطح انرژی واکنش‌دهنده با قله نمودار) را محاسبه می‌کنیم:

$$E_a = 80 + 60 = 140kJ$$

بنابراین انرژی فعال‌سازی واکنش $A \longrightarrow 2B$ برابر با ۱۴۰ کیلوژول است.

به حداقل مقدار انرژی مورد نیاز برای شروع‌شدن یک واکنش شیمیایی، انرژی فعال‌سازی گفته می‌شود. به عبارت دیگر، برای آغازشدن یک واکنش شیمیایی، واکنش‌دهنده‌ها باید مقدار معینی انرژی داشته باشند. بر این اساس، می‌توان گفت واکنش‌ها صرف نظر از علامت ΔH خود، برای آغاز شدن به مقداری انرژی نیاز دارند که با نماد E_a مشخص می‌شود. کاتالیزگرها باید در شرایط انجام واکنش، پایداری شیمیایی و گرمایی مناسبی داشته باشند. توجه داریم که استفاده از کاتالیزگرها در صنایع گوناگون می‌تواند سبب کاهش آلودگی محیط زیست شود. برای مثال، با استفاده از کاتالیزگرها می‌توان واکنش‌ها را در دماهای پایین‌تر و با سرعت مناسب انجام داد و درنتیجه میزان مصرف سوخت‌های فسیلی را کاهش داد. همانطور که می‌دانیم، کاتالیزگرها هیچ تأثیری بر روی مقدار نهایی فراورده‌های واکنش، مقدار ΔH واکنش و سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها ندارند و فقط با کاهش مقدار انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها، سرعت انجام شدن آن‌ها را افزایش می‌دهند.

۵۷ یک خودروی دیزلی به ازای طی هر کیلومتر مسافت، مخلوط ۳/۸ گرمی از گازهای NO و NO_2 با نسبت مولی برابر را وارد هوا می‌کند. برای حذف ٪۸۰ از اکسیدهای نیتروژن تولید شده در طول مسافت ۲۵۰۰ کیلومتر توسط این خودرو، به چند کیلوگرم آمونیاک نیاز بوده و طی این فرایند، درصد جرمی فراورده قطبی در میان مواد تولید شده به تقریب چقدر می‌شود؟

$(O = 16$ و $N = 14$ و $H = 1 : g.mol^{-1})$

$NO(g) + NO_2(g) + NH_3(g) \rightarrow N_2(g) + H_2O(g)$ (معادله واکنش را موازنه کنید.)

۱) ۴۹ ـ ۳/۴ ۲) ۵۸ ـ ۳/۴ ۳) ۴۹ ـ ۳/۸ ۴) ۵۸ ـ ۳/۸

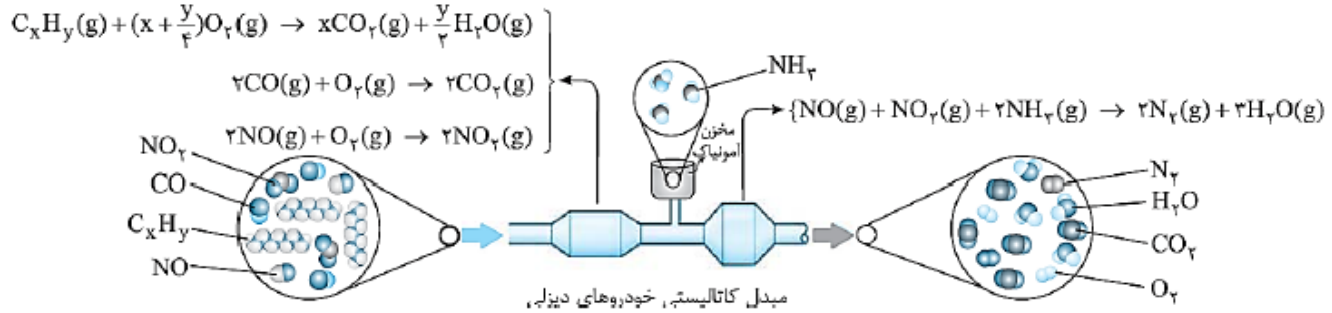
پاسخ: گزینه ۱ (سخت ـ مساله ـ ۱۴۰۴)

پاسخ تشریحی:

مبدل کاتالیستی موجود در ساختار خودروهای بنزینی، توانایی حذف اکسیدهای نیتروژن تولید شده در خودروهای دیزلی را ندارند. واکنش انجام شده در مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی به منظور حذف اکسیدهای نیتروژن، به صورت زیر است:

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

در این مبدل‌های کاتالیستی، اکسیدهای نیتروژن(گازهای نیتروژن مونوکسید و نیتروژن دی‌اکسید) با آمونیاک واکنش داده و به مواد کم‌خطرتر مثل نیتروژن و بخار آب تبدیل می‌شوند. توجه داریم که آمونیاک، از یک منبع خارجی وارد ساختار این مبدل شده و چون در ساختار آمونیاک اتم نیتروژن وجود دارد، پس می‌توان گفت طی این فرایند شمار اتم‌های نیتروژن موجود در مخلوط گازی افزایش پیدا کرده است. معادله واکنش‌های شیمیایی انجام شده در این مبدل‌ها به صورت زیر است:



با توجه به معادله بالا، به ازای مصرف هر ۲ مول آمونیاک، از ورود ۲ مول گاز آلاینده(مجموعی از اکسیدهای نیتروژن که ۷۶ گرم جرم دارند) به هوا جلوگیری می‌شود. در قدم اول، حساب می‌کنیم به ازای طی هر کیلومتر، چند مول آلاینده تولید می‌شود:

$$?\,mol\ \text{آلاینده} = 1\ km \times \frac{3/8\ g\ \text{آلاینده}}{1\ km} \times \frac{2\ mol\ \text{آلاینده}}{76\ g\ \text{آلاینده}} = 0/1\ mol$$

بنابراین به ازای طی هر کیلومتر مسافت، مقدار ۰/۰۵ مول از هر یک از گازهای NO و NO_2 آزاد می‌شود. حالا حساب می‌کنیم گازهای آلاینده آزاد شده حین طی کردن مسافت ۲۵۰۰ کیلومتری با چند کیلوگرم آمونیاک واکنش می‌دهند:

$$?\,kg\ NH_3 = 2500\ km \times \frac{0/05\ mol\ NO}{1\ km} \times \frac{2\ mol\ NH_3}{1\ mol\ NO} \times \frac{17\ g\ NH_3}{1\ mol\ NH_3} \times \frac{1\ kg}{1000\ g} = 4/25\ kg$$

می‌خواهیم ٪۸۰ از اکسیدهای نیتروژن تولید شده در موتور این خودرو را حذف کنیم، پس مقدار آمونیاک مورد نیاز معادل با ۰/۸ برابر مقدار آمونیاک بدست آمده از محاسبات بالا می‌شود. بر این اساس، داریم:

$$\text{جرم آمونیاک لازم} = 4/25\ kg\ NH_3 \times 0/8 = 3/4\ kg$$

در ادامه، جرم آب (فراورده با $\mu > 0$) و جرم N_2(فراورده با $\mu = 0$) را حساب می‌کنیم:

$$?\,g\ H_2O = \underbrace{3/4\ kg\ NH_3 \times \frac{1000\ g\ NH_3}{1\ kg\ NH_3} \times \frac{1\ mol\ NH_3}{17\ g\ NH_3}}_{250\ mol\ NH_3} \times \frac{3\ mol\ H_2O}{2\ mol\ NH_3} \times \frac{18\ g\ H_2O}{1\ mol\ H_2O} = 5400\ g$$

$$?\,g\ N_2 = \underbrace{3/4\ kg\ NH_3 \times \frac{1000\ g\ NH_3}{1\ kg\ NH_3} \times \frac{1\ mol\ NH_3}{17\ g\ NH_3}}_{250\ mol\ NH_3} \times \frac{2\ mol\ N_2}{2\ mol\ NH_3} \times \frac{28\ g\ N_2}{1\ mol\ N_2} = 5600\ g$$

در نهایت، درصد جرمی H_2O را در میان فراورده‌های تولید شده حساب می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی } H_2O = \frac{\text{جرم } H_2O}{\text{جرم } H_2O + \text{جرم } N_2} \times 100 = \frac{5400}{5400 + 5600} \times 100 \simeq \text{درصد } 49$$

۵۸- چه تعداد از عبارت‌های داده شده درست است؟

آ: در سطح سرامیک به‌کاررفته در ساختار مبدل کاتالیستی، توده‌هایی با قطر چند میکرومتر از سه فلز دسته d وجود دارد.

ب: اغلب واکنش‌های مربوط به حذف انواع آلاینده‌ها در مبدل‌های کاتالیستی خودروها، از نوع اکسایش-کاهش نیستند.

پ: کاتالیزگرها در واکنش‌های شیمیایی شرکت نکرده و در طول انجام شدن واکنش نیز جرم آن‌ها ثابت باقی می‌ماند.

ت: پس از استفاده از مبدل کاتالیستی، مقدار گاز NO خارج‌شده از اگزوز خودرو کمتر از C_xH_y خارج‌شده می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

فقط عبارت (ت) درست است.

بررسی موارد:

آ: شیمی‌دان‌ها با قراردادن کاتالیزگرهای مناسب بر سر راه گازهای خروجی از موتور خودروها، توانستند واکنش‌های مربوط به حذف آلاینده‌های تولیدشده در موتور خودروها را با سرعت بالاتری به انجام برسانند و با این روش، مقدار زیادی(نه همه!) از گازهای آلاینده را به فراورده‌های بی‌خطر یا کم‌خطرتر مثل گاز کربن دی‌اکسید و ... تبدیل کنند. در سطح سرامیک‌های به کار رفته در ساختار مبدل کاتالیستی، توده‌هایی از سه فلز دسته d یعنی عناصر Pt، Rh و Pd با قطر ۲ تا ۱۰ نانومتر به کار می‌روند.

کارایی مبدل‌های کاتالیستی، به نوع کاتالیزگرهای موجود در آن‌ها و شرایط استفاده از کاتالیزگرها بستگی دارد. به عنوان مثال، این مبدل‌ها را می‌توان به شکل یک قطعه سرامیکی ساخت که به شکل توری درآمده و فلزهای رودیم، پالادیم و پلاتین بر روی آن‌ها نشانده شده است. در نقطه مقابل، سرامیک موجود در این مبدل‌ها را می‌توان به شکل مش(دانه)های ریز درآورده و کاتالیزگرهای فلزی را بر روی سطح دانه‌ها پخش کرد. بدیهی است که در حالت دوم(ساختن سرامیک به صورت مش)، سطح تماس کاتالیزگرها با گازهای آلاینده افزایش پیدا کرده و مقدار بیشتری از گازهای آلاینده توسط مبدل کاتالیستی حذف می‌شوند و در نتیجه کارایی مبدل افزایش پیدا می‌کند. کاتالیزگرهای موجود در مبدل‌های کاتالیستی، بارها و بارها در واکنش‌های مربوط به حذف آلاینده‌ها شرکت می‌کنند ولی مصرف نمی‌شوند. توجه داریم که این کاتالیزگرها گاهی با برخی از مواد افزودنی موجود در سوخت‌ها وارد واکنش شده و کارایی خود را از دست می‌دهند. در این شرایط، کارایی مبدل کاتالیستی کاهش پیدا کرده و این مبدل دیگر قابل استفاده نیست.

ب: در واکنش‌های مربوط به حذف آلاینده‌های CO، NO و C_xH_y در خودروهای بنزینی، دست کم یک عنصر آزاد وجود دارد؛ بنابراین همه این واکنش‌ها از نوع اکسایش-کاهش هستند.

پ: کاتالیزگرها در واکنش‌های شیمیایی شرکت می‌کنند و مسیر انجام شدن آن واکنش شیمیایی را دچار تغییر می‌کنند، اما چون میزان تولید و مصرف آن‌ها در واکنش مورد نظر با هم برابر است، در طول انجام شدن واکنش جرم آن‌ها ثابت و بدن تغییر باقی می‌ماند. به همین خاطر، از کاتالیزگرها می‌توان بارها و بارها در واکنش‌ها استفاده کرد.

ت: گازهای کربن مونوکسید، نیتروژن مونوکسید و هیدروکربن‌های نسوخته(C_xH_y) از جمله آلاینده‌های تولیدشده در موتور خودروها هستند که باعث آلودگی هواکره می‌شوند. با استفاده از مبدل‌های کاتالیستی، می‌توان مقدار این آلاینده‌ها را به طور قابل توجهی کاهش داد. پس از به کار بردن مبدل‌های کاتالیستی، همانند زمان عدم استفاده از این مبدل‌ها، مقدار گاز NO خارج شده از اگزوز خودروها کمتر از مقدار C_xH_y خارج شده است. جدول زیر، میزان آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروها را در حضور و غیاب مبدل‌های کاتالیستی نشان می‌دهد:

فرمول شیمیایی آلاینده		CO	C_xH_y	NO
مقدار آلاینده برحسب گرم به ازای طی یک کیلومتر	در غیاب مبدل کاتالیستی	۵/۹۹	۱/۶۷	۱/۰۴
	در حضور مبدل کاتالیستی	۰/۶۱	۰/۰۷	۰/۰۴

در غیاب مبدل‌های کاتالیستی، مقدار گاز CO نسبت به سایر آلاینده‌ها بیشتر است. با استفاده از مبدل مناسب، مقدار این گاز نسبت به سایر گازها به مقدار بیشتری کاهش پیدا می‌کند اما در این شرایط نیز مقدار گاز CO خروجی از اگزوز خودرو، در مقایسه با سایر گازهای آلاینده بیشتر است.

۵۹ کدام موارد از عبارت‌های داده شده درست است؟

آ: در دمای اتاق، با ایجاد جرقه در مخلوطی از گازهای نیتروژن و هیدروژن، این گازها با یکدیگر واکنش می‌دهند.

ب: در فناوری مربوط به فرایند هابر، دمای سردکننده کمتر از نقطه جوش آمونیاک و بیشتر از نقطه جوش H_2 است.

پ: در سامانه واکنش مربوط به فرایند هابر، در حالت تعادل، غلظت آمونیاک حتما ۲ برابر غلظت گاز نیتروژن خواهد بود.

ت: شرایط بهینه فرایند هابر شامل کاتالیزگر فلزی حاوی ۶ الکترون با $n + l = 4$، دمای ۴۵۰°C و فشار $200\,atm$ است.

۱) آ و ب ۲) آ و پ ۳) ب و ت ۴) فقط ب

پاسخ: گزینه ۴ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

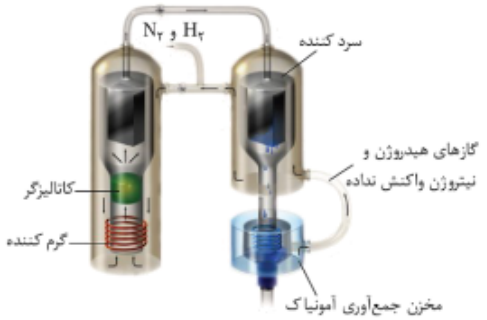
پاسخ تشریحی:

فقط عبارت (ب) درست است.

بررسی موارد:

آ: در دمای اتاق، با ایجاد جرقه در مخلوطی از گازهای نیتروژن و هیدروژن، انرژی فعال‌سازی(E_a) واکنش تامین نشده و این گازها با یکدیگر واکنش نمی‌دهند. به عبارت دیگر، می‌توان گفت نیتروژن واکنش‌پذیری ناچیزی دارد و در دمای اتاق با گاز هیدروژن حتی در حضور کاتالیزگر یا جرقه واکنش نمی‌دهد؛ بنابراین از واکنش گازهای هیدروژن و نیتروژن در دما و شرایط اتاق نمی‌توانیم برای تولید آمونیاک استفاده کنیم. از طرف دیگر، واکنش میان این گازها برگشت‌پذیر است و به صورت تعادلی انجام می‌شود، پس کل گازهای هیدروژن و نیتروژن واردشده به محفظه واکنش، به فراورده تبدیل نمی‌شوند.

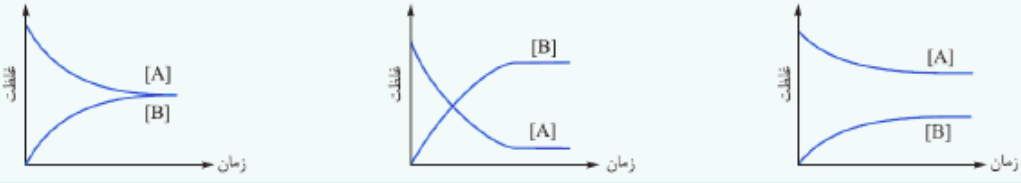
ب: در فرایند تعادلی هابر، گاز آمونیاک با استفاده از گازهای H_2 و N_2 در شرایط ویژه تولید می‌شود. همانطور که می‌دانیم، نقطهٔ جوش گازهای H_2 و N_2 از نقطهٔ جوش آمونیاک بسیار پایین‌تر است؛ بنابراین با تنظیم دمای سردکننده در دمایی کمی پایین‌تر از دمای جوش آمونیاک، می‌توان این گاز را مایع کرده و از مخلوط گازی جدا نمود. تصویر زیر، نمایی از دستگاه استفاده شده برای تولید آمونیاک بر اساس فرایند هابر را نشان می‌دهد:



در این دستگاه، گازهای هیدروژن و نیتروژن از ورودی بالای ظرف به درون دستگاه تزریق شده و پس از افزایش دما، در مجاورت کاتالیزگر با یکدیگر واکنش می‌دهند و مخلوطی از گازهای آمونیاک، هیدروژن و نیتروژن را ایجاد می‌کنند. مخلوط گازی حاصل به سمت سردکننده حرکت می‌کند و پس از کاهش دمای آن تا پایین‌تر از نقطه جوش آمونیاک، مولکول‌های NH_3 به حالت مایع درآمده و از مخلوط خارج می‌شوند. در این شرایط، گازهای هیدروژن و نیتروژن واکنش‌نداده، مجدداً به سمت گرم‌کننده حرکت می‌کنند تا از آن‌ها برای تولید آمونیاک بیشتر استفاده شود.

پ: معادله واکنش انجام شده به صورت $3H_2(g) + N_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ است. هرچند که ضریب گاز آمونیاک در این واکنش ۲ برابر ضریب گاز نیتروژن است، اما چون یک ماده در سمت فراورده‌ها و یک ماده در سمت واکنش‌دهنده‌ها قرار گرفته است، نمی‌توان گفت در حالت تعادل، غلظت آمونیاک حتما ۲ برابر غلظت گاز نیتروژن خواهد بود.

در لحظه برقراری تعادل، غلظت واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها ثابت می‌ماند اما هیچ لزومی به یکسان‌بودن غلظت آن‌ها در لحظه برقراری تعادل وجود ندارد. به عنوان مثال، در واکنش تعادلی $A \rightleftharpoons B$ ، ممکن است در لحظه تعادل، غلظت ماده A، ۱۰ برابر غلظت B باشد. هر یک از نمودارهای غلظت-زمان زیر را می‌توان به روند تغییر غلظت مواد شرکت‌کننده در این سامانه شیمیایی تا لحظه برقراری تعادل نسبت داد:



ت: شرایط بهینه مورد نیاز برای فرایند هابر(فرایند تعادلی تولید آمونیاک از گازهای نیتروژن و هیدروژن) شامل کاتالیزگر آهن، دمای ۴۵۰ درجه سلسیوس و فشار ۲۰۰ اتمسفر است. در این شرایط، درصد پیشرفت واکنش برابر با ۴۳/۷۵٪ بوده و درصد مولی آمونیاک در مخلوط گازی ایجاد شده برابر با ۲۸٪ می‌شود.

آرایش الکترونی فلز آهن به صورت زیر است:

$$[_{۲۶}Fe] = ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶۳d^۶۴s^۲$$

با توجه به معادله $n + l = ۴$، مقادیر l را از صفر تا ۲ تغییر می‌دهیم تا مقدار n بدست بیاید، سپس زیرلایه متناظر با اعداد کوانتومی n و l را می‌نویسیم:

$l = ۰ \rightarrow n = ۴ \xrightarrow{\text{زیرلایه متناظر}} ۴s$ | $l = ۱ \rightarrow n = ۴ - ۱ = ۳ \xrightarrow{\text{زیرلایه متناظر}} ۳p$ | $l = ۲ \rightarrow n = ۴ - ۲ = ۲ \xrightarrow{\text{زیرلایه متناظر}}$ وجود ندارد $۲d$

توجه داریم که در آرایش الکترونی $_{۲۶}Fe$، در زیرلایه‌های $4s$ و $3p$ به ترتیب ۲ و ۶ الکترون و در مجموع این دو زیرلایه، ۸ الکترون وجود دارد.

۶۰- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با واکنش میان گاز اتن با آب در حضور سولفوریک اسید درست است؟

۱) برای تولید نوعی الکل، این واکنش نسبت به واکنش تخمیر گلوکز، از دیدگاه اتمی به‌صرفه‌تر است.

۲) فراورده این واکنش، نوعی فراورده پتروشیمیایی بوده و در مقایسه با نفت خام قیمت پایین‌تری دارد.

۳) از فراورده تولید شده در این واکنش شیمیایی می‌توان در واکنش تولید برخی از پلی‌استرها استفاده کرد.

۴) از واکنش فراورده این فرایند با پروپانوئیک اسید، ترکیبی بدست می‌آید که شمار اتم‌های H آن با نفتالن برابر است.

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۴۰۴)

پاسخ تشریحی:

شیمی سبز به دنبال طراحی واکنش‌هایی با کم‌ترین آسیب به محیط زیست و بیشترین بازده است. برطبق اصول شیمی سبز، یک واکنش شیمیایی هنگامی از دیدگاه اتمی به صرفه‌تر است که شمار بیشتری از اتم‌های موجود در مواد واکنش‌دهنده به فراورده‌های سودمند تبدیل شوند. معادله واکنش انجام شده به صورت زیر است:

$$C_۲H_۴(g) + H_۲O(l) \rightarrow C_۲H_۵OH(l)$$

همه اتم‌های وارد شده در این واکنش شیمیایی، در ساختار فراورده هدف(اتانول) قرار گرفته و هیچ‌کدام از اتم‌ها وارد هیچ فراورده فرعی نشده‌اند. این در حالی است که معادله واکنش تخمیر گلوکز به صورت زیر است:

$$C_۶H_{۱۲}O_۶(aq) \rightarrow ۲C_۲H_۵OH(l) + ۲CO_۲(g)$$

در واکنش تخمیر، برخی از اتم‌ها وارد ساختار گاز کربن دی‌اکسید شده و این ماده به عنوان یه فراورده فرعی از محیط واکنش خارج می‌شود.

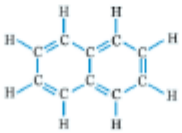
بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) آمونیاک، سولفوریک اسید، متانول، بنزین، پلی‌اتن، اتانول و اتیلن‌گلیکول، از جمله فراورده‌های پتروشیمیایی هستند که با استفاده از نفت خام بدست می‌آیند. این مواد، با استفاده از فناوری‌های شیمیایی تولید می‌شوند. با تبدیل نفت خام به فراورده‌های پتروشیمیایی ارزشمندتر مانند آمونیاک، بنزین، اتیلن گلیکول، متانول و سولفوریک اسید، می‌توان از خام‌فروشی این ماده جلوگیری کرده و آن را با قیمت‌های بالاتری به فروش رساند.

۳) در واکنش گاز اتن با آب، اتانول تولید می‌شود. اتانول یک الکل تک‌عاملی بوده و از آن نمی‌توان در واکنش تولید پلی‌استرها استفاده کرد. مونومر مصرف شده در واکنش تولید پلی‌استرها، الکل‌های دوعاملی مثل اتیلن گلیکول هستند.

۴) از واکنش میان اتانول($CH_۳CH_۲OH$) با پروپانوئیک اسید($C_۲H_۵COOH$) در مجاورت سولفوریک اسید، نوعی ترکیب استری به نام اتیل پروپانوات(ترکیبی با فرمول مولکولی $C_۲H_۵COOCH_۲CH_۳$) بدست می‌آید که برخلاف نفتالن($C_{۱۰}H_۸$)، تعداد ۱۰ اتم H در ساختار خود دارد. ساختار مولکولی نفتالن به صورت زیر است:

مدل فضاپرکن:

ساختار لوویس: 

مدل نقطه ـ خط:

بنزن، سرگروه خانواده مهمی از مواد به نام ترکیب‌های آروماتیک(آروماتیک یعنی خوش بو و معطر) است. در ساختار مولکول‌های سازنده این گروه از مواد، یک یا چند حلقه شش‌ضلعی کربنی دیده می‌شود که پیوندهای کربن-کربن موجود در آن، به صورت یکی در میان، دوگانه هستند. نفتالن با فرمول شیمیایی $C_{۱۰}H_۸$ نیز یک ترکیب آروماتیک به شمار می‌رود. در ساختار هر مولکول نفتالن، ۵ پیوند $C = C$ و ۸ پیوند $C - H$ وجود دارد. این ماده، یک ترکیب جامد و سفیدرنگ است که مدت‌ها به عنوان ضدبید برای نگهداری فرش و لباس کاربرد داشته است.

۶۱- چه تعداد از عبارت‌های داده شده درست است؟ ($H = ۱ : g.mol^{-۱}$ و $C = ۱۲$ و $O = ۱۶$)

آ: درصد جرمی کربن در فراورده واکنش ۲-بوتن با آب، از درصد جرمی کربن در اتیلن گلیکول کمتر است.

ب: چگالی کم، نفوذناپذیری در مقابل هوا، ارزانی و مقاومت در برابر خوردگی، از جمله خواص پلاستیک‌ها هستند.

پ: نیم مول از دی‌الکل مصرف شده برای سنتز PET، در واکنش با ۲۸ لیتر گاز $O_۲$ در شرایط استاندارد می‌سوزد.

ت: به کمک فناوری‌های شیمیایی، ترکیب‌های آمینی از جمله متیل‌آمین را می‌توان مستقیما به کمک آلکن‌ها تولید کرد.

ث: با اکسایش پارازایلن توسط محلول پتاسیم پرمنگنات، نوعی اسید دو پروتون‌دار به نام ترفتالیک اسید ایجاد می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

عبارت‌های (ب)، (پ) و (ث) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: فراورده واکنش ۲-بوتن با آب در مجاورت کاتالیزگر مناسب، ۲-بوتانول با فرمول مولکولی $C_۴H_{۱۰}O$ است که مشخصاً درصد جرمی کربن در آن از اتیلن‌گلیکول با فرمول مولکولی $C_۲H_۶O_۲$ بیشتر است؛ زیرا نسبت شمار اتم‌های C به شمار اتم‌های O و یا شمار اتم‌های H در آن بیشتر است.

ب: چگالی کم، نفوذناپذیری در مقابل هوا، ارزانی و مقاومت در برابر خوردگی، از جمله خواص مهم پلاستیک‌ها هستند.

استفاده بی‌رویه و بیش از حد از پلاستیک‌ها در صنایع گوناگون و زیست‌تخریب‌ناپذیر بودن آن‌ها سبب‌شده که این مواد در جای‌جای کره زمین یافت شوند؛ پس باید راهی برای بازیافت این مواد پیدا کرد. یکی از مواد پلاستیکی قابل بازیافت، پلی‌اتیلن ترفتالات است. برای این منظور، مواد و وسایل ساخته‌شده از این پلیمر را باید به طور جداگانه جمع‌آوری کرده و پس از آن، با انجام فرایندهای فیزیکی و شیمیایی به مواد قابل استفاده تبدیل کرد. برای بازیافت پلی‌اتیلن ترفتالات از روش‌های زیر استفاده می‌شود:

۱- مواد ساخته‌شده از پلی‌اتیلن ترفتالات را می‌توان پس از شست‌وشو و تمیزکردن، ذوب کرده و دوباره از آن‌ها برای تولید وسایل و ابزار استفاده کرد.

۲- این مواد را می‌توان پس از شست‌وشو خرد کرده و به تکه‌های کوچک به نام پرک تبدیل و در تولید مواد پلاستیکی دیگر استفاده کرد.

۳- این مواد و پسماندها را می‌توان به کمک واکنش‌های شیمیایی به مونومرهای سازنده یا مواد اولیه ارزشمند تبدیل کرد.

توجه داریم که سطح فناوری هر کشور یا گروه صنعتی است که مشخص می‌کند کدام راه را باید برای بازیافت پسماندها انتخاب کرد.

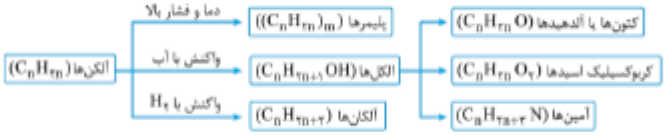
پ: دی الکل استفاده شده در سنتز پلی‌اتیلن ترفتالات، اتیلن گلیکول است که واکنش سوختن کامل آن به صورت زیر است:

$$۲C_۲H_۶O_۲ + ۵O_۲ \rightarrow ۴CO_۲ + ۶H_۲O$$

بنابراین حجم گاز اکسیژن موردنیاز برابر خواهد بود با:

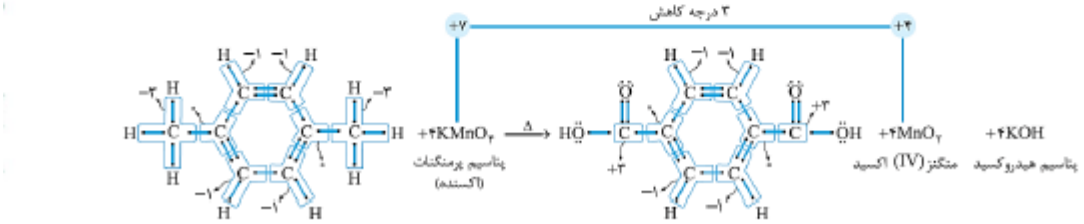
$$?\,L\,O_۲ = ۰/۵\,mol\,C_۲H_۶O_۲ \times \frac{۵\,mol\,O_۲}{۲\,mol\,C_۲H_۶O_۲} \times \frac{۲۲/۴\,L\,O_۲}{۱\,mol\,O_۲} = ۲۸\,L$$

ت: روند تولید آمین‌ها، کربوکسیلیک اسیدها، کتون‌ها و آلدهیدها را با استفاده از آلکن‌ها نشان می‌دهد:



با توجه به نمودار، آمین‌ها را با استفاده از الکل‌ها و الکل‌ها را نیز با استفاده از آلکن‌ها تولید می‌کنند؛ اما تبدیل مستقیم آلکن‌ها به آمین‌ها ممکن نیست.

ث: ترفتالیک اسید یک اسید دو پروتون‌دار است که بر اثر اکسایش پارازایلن(هیدروکربنی که از نفت گرفته می‌شود) توسط محلول بنفش‌رنگ پرمنگنات پتاسیم، بدست می‌آید. معادله واکنش انجام شده به صورت زیر است:



همانطور که مشخص است، ترکیب تولید شده طی این فرایند ۲ گروه عاملی کربوکسیل در ساختار خود دارد و همانند سولفوریک اسید و کرینیک اسید، از جمله اسیدهای دوپروتون‌دار به شمار می‌رود.

۶۲ – در روش تولید غیرمستقیم متانول از گاز متان، مقداری بخار متانول با حجم مولی $۲۳L.mol^{-1}$ تولید شده‌است. اگر هیدروژن اضافی تولید شده در این واکنش، ۹۶ گرم نفتالن را بطور کامل سیر کند، حجم متانول تولید شده بر حسب میلی‌لیتر کدام است؟ $(C = ۱۲ \text{ و } H = ۱ : g.mol^{-1})$

۱) ۲۸۷۵۰ ۲) ۵۷۵۰۰ ۳) ۴۳۱۲۵ ۴) ۸۶۲۵۰

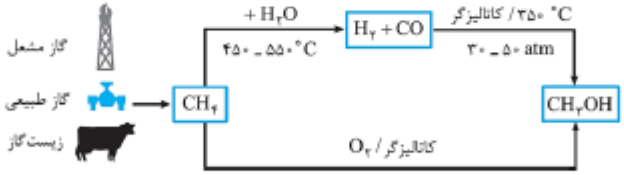
پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مساله ـ ۱۴۰۴)

پاسخ تشریحی:

واکنش‌های انجام شده در روش تولید غیرمستقیم متانول از گاز متان به صورت زیر است:

$$CH_۴(g) + H_۲O(g) \longrightarrow CO(g) + ۳H_۲(g)$$
$$CO(g) + ۲H_۲(g) \longrightarrow CH_۳OH(g)$$

از ۳ مول هیدروژن تولید شده در واکنش اول، دو مول هیدروژن وارد واکنش دوم می‌شود. بنابراین به ازای تولید هر مول متانول، یک مول هیدروژن اضافی تولید می‌شود. توجه داریم که در تولید غیرمستقیم متانول، ردپای کربن دی‌اکسید افزایش می‌یابد؛ زیرا برای تأمین دمای بالا، اغلب از سوزاندن سوخت‌های فسیلی استفاده می‌شود که گاز کربن دی‌اکسید تولید می‌کنند. به همین دلیل، پژوهش‌های زیادی در حال انجام است تا بتوان گاز متان را به طور مستقیم به متانول تبدیل کرد. به عنوان مثال، می‌توان گاز متان را در حضور کاتالیزگر و اکسنده‌ای مانند $O_۲$ به طور مستقیم به متانول تبدیل کرد. تصویر زیر، نمایی از فرایند تولید متانول را نشان می‌دهد:



ابتدا تعداد مول هیدروژن اضافی تولید شده را بدست می‌آوریم. واکنش سیرشدن کامل نفتالن به صورت زیر است:

$$C_{۱۰}H_۸(s) + ۵H_۲(g) \rightarrow C_{۱۰}H_{۱۸}(s)$$

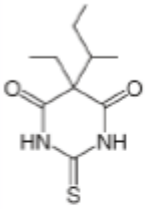
در ساختار نفتالن پنج پیوند دوگانه وجود دارد که با پنج مول گاز $H_۲$ به طور کامل سیر می‌شود؛ بنابراین داریم:

$$?\,mol\,H_۲ = ۹۶\,g\,C_{۱۰}H_۸ \times \frac{۱\,mol\,C_{۱۰}H_۸}{۱۲۸\,g\,C_{۱۰}H_۸} \times \frac{۵\,mol\,H_۲}{۱\,mol\,C_{۱۰}H_۸} = ۳/۷۵\,mol\,H_۲$$

در نهایت حجم متانول تولید شده را حساب می‌کنیم:

$$?\,mL\,CH_۳OH = ۳/۷۵\,mol\,H_۲ \text{ اضافی} \times \frac{۱\,mol\,CH_۳OH}{۱\,mol\,H_۲ \text{ اضافی}} \times \frac{۲۳\,L\,CH_۳OH}{۱\,mol\,CH_۳OH} \times \frac{۱۰۰۰\,mL\,CH_۳OH}{۱\,L\,CH_۳OH} = ۸۶۲۵۰\,mL$$

۶۳ – در رابطه با تصویر مقابل که ساختار نوعی داروی شیمیایی ضدتشنج را نشان می‌دهد، چه تعداد از عبارت‌های داده شده درست است؟



آ: عدد اکسایش اتم‌های نیتروژن در این ترکیب با عدد اکسایش نیتروژن در متیل آمین برابر است.

ب: گروه عاملی موجود در ساختار مولکول پلی‌اتیلن ترفتالات، در ساختار این ماده یافت می‌شود.

پ: نیمی از اتم‌های کربن موجود در ساختار این ماده آلی، به هیچ اتم هیدروژنی متصل نشده‌اند.

ت: پیوند $C = S$ موجود در آن نسبت به سایر پیوندهای اشتراکی، آنتالپی پیوند بیشتری دارد.

ث: در ساختار این ماده، همانند ساختار ویتامین کا، حلقه‌های شش‌ضلعی کربنی وجود دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۴۰۴)

پاسخ تشریحی:

ساختار نشان داده شده، مربوط به یک ماده دارویی به اسم تیوبوتاباربیتال است فرمول شیمیایی این ماده دارویی به صورت $C_{۱۰}H_{۱۲}N_۲SO_۲$ است. در ساختار مولکولی این ترکیب ۳ پیوند دوگانه، یک حلقه شش‌ضلعی و دو اتم نیتروژن وجود دارد. در رابطه با ترکیب داده شده، فقط عبارت (آ) درست است.

بررسی موارد:

آ: نیتروژن در مقایسه با اتم‌های کربن و هیدروژن خاصیت نافلزی بیشتری دارد. در ساختار این ماده، هر اتم نیتروژن به ۲ اتم کربن و یک اتم هیدروژن متصل شده‌است، پس عدد اکسایش هر اتم نیتروژن در این ماده برابر با ۳- می‌شود. در ساختار متیل آمین نیز عدد اکسایش هر اتم نیتروژن برابر با ۳- است.

ب: مولکول پلی‌اتیلن ترفتالات، نوعی پلی‌استر بوده و در ساختار آن گروه‌های عاملی استری وجود دارند. این در حالی است که در ساختار ترکیب مورد نظر، گروه عاملی آمیدی یافت شده و گروه عاملی استری وجود ندارد.

پ: در ساختار این ترکیب، مجموعا ۱۰ اتم کربن وجود دارد. از میان این ۱۰ اتم کربن، ۴ مورد از اتم‌های کربن که همگی در ساختار حلقه شش‌ضلعی قرار گرفته‌اند، به هیچ اتم هیدروژنی متصل نشده‌اند. این تعداد، معادل با ۴۰٪ از کل اتم‌های کربن است.

ت: چون اتم اکسیژن در مقایسه با اتم گوگرد شعاع اتمی کوچک‌تری دارد، پس قطعا آنتالپی پیوند $C = S$ کمتر از پیوند $C = O$ خواهد بود.

ث: در ساختار مولکولی ویتامین کا، حلقه شش‌ضلعی کربنی یافت می‌شود اما در ساختار مولکولی ترکیب داده شده، یک حلقه شش‌ضلعی وجود دارد که در ساختار آن اتم‌های کربن و نیتروژن وجود دارند.

۶۴ - مقدار ۴۸۰ گرم از یک استر با خلوص ۹۰٪، در شرایط مناسب در محیط اسیدی با آب واکنش داده و نوعی اسید به همراه ۱۳۸ گرم اتانول تولید می‌کند. در ساختار استر اولیه چند پیوند اشتراکی وجود داشته و با استفاده از اسید تولید شده، چند کیلوگرم محلول ۲/۵ درصد جرمی می‌توان تهیه کرد؟ $(O = 16 \text{ و } C = 12 \text{ و } H = 1 : g.mol^{-1})$

معادله واکنش انجام شده : $C_nH_{2n}O_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} A + C_2H_5OH$

۱) ۹/۲۸ ، ۲۶ ۲) ۱۳/۹۲ ، ۲۶ ۳) ۹/۲۸ ، ۲۳ ۴) ۱۳/۹۲ ، ۲۳

پاسخ: گزینه ۲ (سخت ـ مساله ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

استرها دسته‌ای از مواد آلی هستند که در ساختار آن‌ها گروه استری($-COO-$) وجود دارد. فرمول شیمیایی کلی استرها به صورت $R-COO-R'$ می‌باشد که در آن R معادل با اتم هیدروژن یا یک زنجیره هیدروکربنی بوده و R' معادل با یک زنجیره هیدروکربنی است. توجه داریم که استرها را می‌توان از واکنش میان الکل‌ها($R'-OH$) و کربوکسیلیک اسیدها($R-COOH$) بدست آورد. در نقطه مقابل، استرها در واکنش با آب، می‌توانند به اسید و الکل سازنده خود تجزیه شوند. این واکنش، اصطلاحا به واکنش آبکافت معروف است. ابتدا با استفاده از جرم اتانول به دست آمده، مقدار مول مادهٔ آلی(ترکیب استری) مصرف شده را به دست می‌آوریم. معادله واکنش انجام شده به صورت زیر است:

$$C_nH_{2n}O_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} A + C_2H_5OH$$

با توجه به معادله واکنش انجام شده، داریم:

$$?\,mol\ C_nH_{2n}O_2 = 138\ g\ C_2H_5OH \times \frac{1\ mol\ C_2H_5OH}{46\ g\ C_2H_5OH} \times \frac{1\ mol\ C_nH_{2n}O_2}{1\ mol\ C_2H_5OH} = 3\ mol$$

طبق فرض سوال، ۴۸۰ گرم ترکیب آلی با خلوص ۹۰٪(معادل با ۴۳۲ گرم ترکیب آلی خالص) در واکنش آبکافت مصرف شده، پس جرم ۳ مول از مادهٔ آلی اولیه برابر با ۴۳۲ گرم بوده است، بنابراین می‌توان گفت جرم مولی این ترکیب برابر با ۱۴۴ گرم است. سپس با استفاده از جرم مولی ترکیب مورد نظر، فرمول مولکولی آن را محاسبه می‌کنیم:

$$C_nH_{2n}O_2 : 12n + 2n + 32 = 144 \quad \rightarrow \quad n = 8 \quad \rightarrow \quad C_8H_{16}O_2$$

از آبکافت این استر($C_8H_{16}O_2$)، اتانول تولید شده است بنابراین ماده A باید یک ترکیب اسیدی ۶ کربنه باشد که فرمول مولکولی آن به صورت $C_6H_{12}O_2$ است. با توجه به مراحل انجام شده، معادله این واکنش به صورت زیر خواهد بود:

$$C_8H_{16}O_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} C_6H_{12}O_2 + C_2H_5OH$$

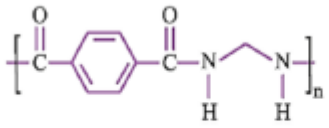
در ساختار یک استر ۸ کربنه سیرشده، مجموعا ۲۶ پیوند اشتراکی بین اتم‌ها وجود دارد. در قدم بعد، جرم اسید تولید شده در این فرایند را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\ C_6H_{12}O_2 = 138\ g\ C_2H_5OH \times \frac{1\ mol\ C_2H_5OH}{46\ g\ C_2H_5OH} \times \frac{1\ mol\ C_6H_{12}O_2}{1\ mol\ C_2H_5OH} \times \frac{116\ g\ C_6H_{12}O_2}{1\ mol\ C_6H_{12}O_2} = 348\ g$$

در قدم آخر، جرم محلول ۲/۵ درصد جرمی از اسید تولید شده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\ \text{محلول} = 348\ g\ C_6H_{12}O_2 \times \frac{100\ g\ \text{محلول}}{2/5\ g\ C_6H_{12}O_2} \times \frac{1\ kg\ \text{محلول}}{1000\ g\ \text{محلول}} = 13/92\ kg$$

۶۵ - با توجه به ساختار پلیمر زیر، کدام عبارت درست است؟ $(O = 16 \text{ و } N = 14 \text{ و } C = 12 \text{ و } H = 1 : g.mol^{-1})$



۱) همانند پلی‌اتیلن ترفتالات، نیروی بین مولکولی غالب در این پلیمر نیز از نوع پیوند هیدروژنی خواهد بود.

۲) نسبت شمار اتم‌ها به عناصر در دی‌آمین سازنده این پلیمر، نصف این نسبت در بنزوئیک اسید است.

۳) در ۷۹/۲ گرم از این پلیمر، تقریبا تعداد $1/62 \times 10^{24}$ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.

۴) این پلیمر مشابه کولار، یک پلی‌آمید بوده و سرعت آبکافت آن در طبیعت بسیار زیاد است.

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی و مساله ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

در هر واحد تکرارشونده از این پلیمر، تعداد $۶ = (۱ \times ۲) + (۲ \times ۲)$ جفت الکترون ناپیوندی$(n.p.e)$ وجود دارد. توجه داریم که این جفت الکترون‌های ناپیوندی روی اتم‌های نیتروژن و اکسیژن قرار گرفته‌اند. جرم مولی هر واحد تکرارشونده برابر است با:

$$(۹ \times ۱۲) + (۲ \times ۱۶) + (۲ \times ۱۴) + ۸ = ۱۷۶\ g.mol^{-۱}$$

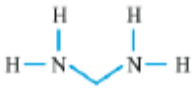
بر این اساس داریم:

$$?\ n.p.e = ۷۹/۲\ g \text{ پلیمر} \times \frac{۱\ mol \text{ پلیمر}}{۱۷۶n\ g \text{ پلیمر}} \times \frac{n\ mol \text{ تکرارشونده}}{۱\ mol \text{ پلیمر}} \times \frac{۶\ mol\ n.p.e}{۱\ mol \text{ تکرارشونده}} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} n.p.e}{۱\ mol\ n.p.e} = ۱/۶۲۵۴ \times ۱۰^{۲۴}\ n.p.e$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

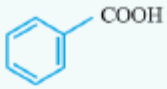
۱) در ساختار پلیمر داده شده، اتم H متصل به N وجود دارد، بنابراین نیروی بین‌مولکولی غالب در این ماده از نوع پیوند هیدروژنی است. توجه داریم که در ساختار پلی‌اتیلن ترفتالات، اتم H متصل به O وجود نداشته و نیروی بین مولکولی غالب در این ماده از نوع وان‌دروالسی است.

۲) ساختار دی‌آمین سازنده پلیمر داده شده به صورت زیر است:



نسبت شمار اتم ها به عناصر در آن برابر با $\frac{۹}{۳} = ۳$ است؛ در حالی که این نسبت در بنزوئیک اسید با فرمول $C_۷H_۶O_۲$ برابر $\frac{۱۵}{۳} = ۵$ است.

بنزوئیک اسید$(C_۷H_۶O_۲)$ با ساختار زیر، ساده‌ترین کربوکسیلیک اسید آروماتیک است که در تمشک و توت فرنگی وجود دارد و همانطور که می‌دانیم، در صنعت از آن به عنوان نگهدارنده استفاده می‌شود. توجه داریم که نگهدارنده‌ها نوعی افزودنی هستند که به مواد خوراکی یا غذاها افزوده شده و سرعت واکنش‌های شیمیایی که منجر به فساد مادهٔ غذایی می‌شوند را کاهش می‌دهند.



۴) این پلیمر همانند کولار، یک پلی‌آمید است و در ساختار آن، گروه عاملی آمیدی به صورت متوالی تکرار شده است. همانطور که می‌دانیم، سرعت آبکافت پلی‌آمیدها و پلی‌استرها در طبیعت بسیار کند است.