۱ گزینه ۳

ازآنجایی‌که فرآیند موردنظر در دمای اتاق به‌سرعت صورت می‌پذیرد، پس انرژی فعال‌سازی اندکی دارد و باتوجه‌به اینکه فرآیند موردنظر سوختن می‌باشد، می‌بایست نموداری گرماده انتخاب گردد.

۲ گزینه ۳

- درست.
- نادرست. به دلیل انرژی فعال‌سازی بسیار بالا، واکنش تولید نیتروژن مونوکسید از نیتروژن و اکسیژن در دمای ۲۵ درجه انجام نمی‌شود؛ درحالی‌که درون موتور خودرو که دمایی بیش از هزار درجه دارد یا در تروپوسفر تحت تأثیر رعدوبرق که انرژی بسیار زیادی دارد امکان وقوع این واکنش فراهم است.
- درست. با افزایش دما، سرعت واکنش افزایش می‌یابد.
- نادرست. هر واکنشی صرف‌نظر از گرماگیر یا گرماده بودن برای انجام واکنش به حداقلی از انرژی نیاز دارد.

۳ گزینه ۲

کاتالیزگر با کاهش انرژی فعال‌سازی، سرعت واکنش را افزایش می‌دهد؛ به‌گونه‌ای که سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها تغییری نمی‌کند. ازاین‌رو نموداری که در آن سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها ثابت و همزمان با آن انرژی فعال‌سازی کمتر شده باشد، در گزینهٔ دو نمایش داده شده است.

۴ گزینه ۳

عبارت‌های "الف"، "ب" و "پ" درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

الف) با افزایش دما، سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها افزایش یافته و با عبور از قلهٔ انرژی فعال‌سازی به فرآورده‌ها تبدیل می‌شوند.

ب) هرچه انرژی فعال‌سازی کمتر باشد، سرعت واکنش بیشتر است. (رابطهٔ عکس دارند)

پ) فسفر سفید برخلاف هیدروژن در هوا و در دمای اتاق می‌سوزد، زیرا انرژی فعال‌سازی برای سوختن آن کمتر است.

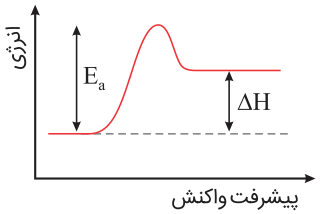
ت) اگر انرژی فعال‌سازی واکنشی نصف شود، فقط می‌توان گفت سرعت واکنش افزایش می‌یابد. (نمی‌توان گفت سرعت واکنش دو برابر می‌شود)

۵ گزینه ۳

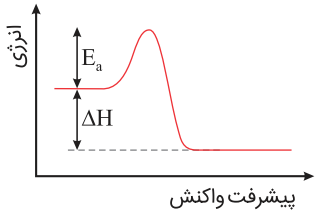
اگر مجموع آنتالپی پیوند واکنش‌دهنده‌ها از فرآورده‌ها بیشتر باشد، ΔH مثبت و واکنش گرماگیر است؛ زیرا:

$$\Delta H = \begin{bmatrix}\text{مجموع آنتالپی پیوند}\\ \text{واکنش‌دهنده‌ها}\end{bmatrix} - \begin{bmatrix}\text{مجموع آنتالپی پیوند}\\ \text{فرآورده‌ها}\end{bmatrix}$$

در واکنش گرماگیر، انرژی فعال‌سازی از بزرگی یا اندازهٔ ΔH بیشتر است. در این واکنش‌ها سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها پایین‌تر از فرآورده‌ها بوده و پایدارترند.

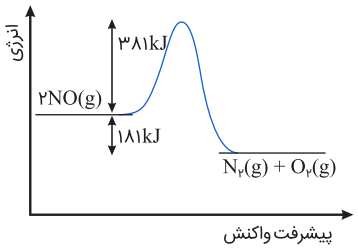


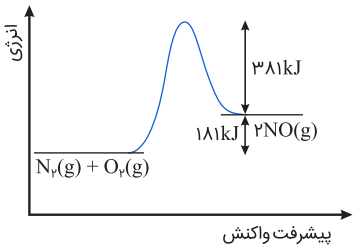
اگر مجموع آنتالپی پیوند واکنش‌دهنده‌ها از فرآورده‌ها کمتر باشد، ΔH منفی و واکنش گرماده است. در این واکنش‌ها اندازهٔ انرژی فعال‌سازی ممکن است کوچک‌تر یا بزرگ‌تر از اندازهٔ آنتالپی واکنش باشد و نمی‌توان گفت حتماً کوچک‌تر یا بزرگ‌تر است.



۶ گزینه ۲

باتوجه‌به واکنش برگشت‌پذیر: $N_2(g) + O_2(g) + 181\,kJ \rightarrow 2NO(g)$ که در دمای بالای داخل موتور انجام می‌شود و واکنش عکس آن یعنی: $2NO(g) \rightarrow N_2(g) + O_2(g) + 181\,kJ$ که توسط مبدل کاتالیستی، در دمای پایین‌تر انجام می‌شود و در دمای معمولی و بدون کاتالیزگر سرعت بسیار کمی دارد، می‌توان دو نمودار زیر را برای آن‌ها در نظر گرفت که نمودار مربوط به تجزیهٔ NO در کتاب درسی رسم شده است.





در گزینهٔ "۴" نیز واکنش سوختن کربن مونوکسید باید گرماده باشد که نمودار به‌صورت گرماگیر رسم شده و نادرست است.

۷ گزینه ۲

هر سه واکنش حذف این آلاینده‌ها گرماده هستند اما دو واکنش آن نیاز به انرژی فعال‌سازی زیادی دارند و بسیار کند هستند و یا در دماهای پایین انجام نمی‌شوند.

نکتهٔ آموزشی

واکنش‌های حذف آلاینده‌ها در سطح مبدل‌های کاتالیستی به‌صورت زیر هستند:

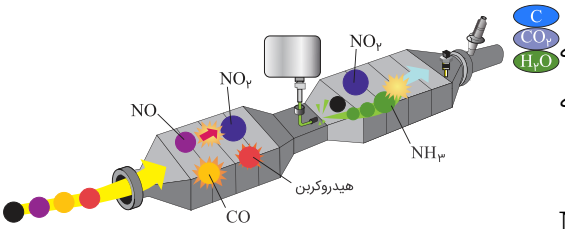
$$۲NO(g) \rightarrow N_۲(g) + O_۲(g)$$

$$۲CO(g) + O_۲(g) \rightarrow ۲CO_۲(g)$$

$$C_xH_y + (x + \frac{y}{۴})O_۲ \rightarrow x\,CO_۲ + \frac{y}{۲}H_۲O$$

۸ گزینه ۲

نکتهٔ آموزشی



در این مبدل با ورود آمونیاک و انجام واکنش زیر، گازهای NO و $NO_۲$ به گاز $N_۲$ تبدیل شده و تا حدود زیادی از ورود گازهای NO و $NO_۲$ به هواکره جلوگیری می‌شود.

$$NO(g) + NO_۲(g) + ۲NH_۳(g) \rightarrow ۲N_۲(g) + ۳H_۲O(g)$$

۹ گزینه ۴

استفاده از کاتالیزگر تأثیری بر مقدار ΔH ندارد. درنتیجه:

$$?\,kg = ۰/۲\,mol\,OH \times \frac{۷۲\,kJ}{۲\,mol\,OH} = ۷/۲\,kJ$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ ۱: واکنش گرماگیر است. در واکنش‌های گرماگیر، پایداری مواد فرآورده کمتر از مواد واکنش‌دهنده است.

گزینهٔ ۲: برای تهیهٔ ۲ مول $OH(g)$ مقدار ۷۲ کیلوژول گرما لازم است، پس برای تهیهٔ یک مول $OH(g)$ مقدار ۳۶ کیلوژول گرما لازم خواهد بود.

گزینهٔ ۳:

$$E_{a(\text{برگشت})} = ۶\ ,\ E_{a(\text{رفت})} = ۷۸ \Rightarrow \frac{۷۸}{۶} = ۱۳$$

۱۰ گزینه ۴

یک مول $Cl_۲$ اضافه‌شده به ظرف تا برقراری تعادل جدید، به‌طور کامل مصرف نمی‌شود لذا یک مول $PCl_۳$ نیز کامل مصرف نمی‌شود.

۱۱ گزینه ۱

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ ۱: با کاهش فشار، تعادل در جهت تولید مول گاز بیشتر (یعنی در جهت رفت) جابه‌جا می‌شود در این شرایط سرعت واکنش رفت نسبت به واکنش برگشت بیشتر است.

گزینهٔ ۲: ثابت تعادل در یک واکنش تنها وابسته به دما است و فقط با دما تغییر می‌کند.

گزینهٔ ۳: با خروج مقداری AB از سامانه، تعادل در جهت تولید این ماده (یعنی در جهت برگشت) جابه‌جا می‌شود، اما اثر کاهش غلظت این ماده به‌طور کامل جبران نمی‌شود، به‌طوری‌که در تعادل جدید غلظت AB نسبت‌به تعادل اولیه کمتر است.

گزینهٔ ۴: چنانچه با افزایش دما مقدار B افزایش یابد، نشان می‌دهد تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده است. از طرف دیگر می‌دانیم با افزایش دما در یک سامانهٔ تعادلی، تعادل در جهت مصرف گرما (گرماگیر) جابه‌جا می‌شود بنابراین این واکنش در جهت رفت گرماگیر است (نه گرماده!).

۱۲ گزینه ۱

یکای ثابت تعادل از رابطهٔ $(mol.L^{-1})^{n_2-n_1}$ به دست می‌آید. در این رابطه n_2، مجموع ضرایب استوکیومتری فرآورده‌های گازی و محلول در آب و n_1 مجموع ضرایب استوکیومتری واکنش‌دهنده‌های گازی و محلول در آب می‌باشد.

طبق فرمول سوال، یکای ثابت تعادل $mol^{-1}.L$ است؛ بنابراین:

$$(mol.L^{-1})^{n_2-n_1} = mol^{-1}.L \Rightarrow n_2 - n_1 = -1$$

به عبارت دیگر، در این تعادل، مجموع ضرایب استوکیومتری فرآورده‌های گازی از مجموع ضرایب استوکیومتری واکنش‌دهنده‌های گازی یک واحد کمتر است (یعنی تعداد مول‌های گازی سمت راست معامله از تعداد مول‌های گازی سمت چپ معادله کمتر است).

با افزایش فشار، تعادل در جهت تولید مول گاز کمتر، یعنی در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ ۳: کاهش یا افزایش فشار زمانی بر جابه‌جایی تعادل تاثیری ندارد که تعداد مول‌های گازی در دوطرف معادلهٔ واکنش برابر باشد.

گزینهٔ ۴: بزرگی عدد K نشان می‌دهد که درصد زیادی از واکنش‌دهنده‌ها به فرآورده‌ها تبدیل شده‌اند؛ بنابراین در مخلوط تعادلی، درصد مولی فرآورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها بیشتر است نه کمتر!

۱۳ گزینه ۳

موارد الف، پ و ت نادرست‌اند و فقط مورد "ب" درست است زیرا در واکنش $2NO_2(g) \rightleftarrows N_2O_4(g) + q$، فرآوردهٔ واکنش یعنی N_2O_4 بی‌رنگ است پس با کاهش دما، مخلوط تعادلی کم‌رنگ‌تر خواهد شد.

۱۴ گزینه ۲

باتوجه‌به اینکه $\Delta H > ۰$ است برای برقراری تعادل باید $\Delta S > ۰$ باشد و $b > a$ می‌باشد و با افزایش فشار (یا به‌عبارتی کاهش حجم) غلظت A و B افزایش می‌یابد، اما چون تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود، B مصرف شده و A تولید می‌شود، بنابراین تعداد مول‌های B کاهش و تعداد مول‌های A افزایش می‌یابد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ ۱: در تعادل مورد نظر که گرماگیر است، با افزایش دما تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود و مقدار ثابت تعادل افزایش می‌یابد. اما توجه کنید که افزایش دما سبب افزایش سرعت شده و زمان برقراری تعادل را کاهش می‌دهد.

گزینهٔ ۳: با کاهش دما، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود که در جهت تولید تعداد مول‌های مواد گازی کمتر است، بنابراین مادهٔ B مصرف شده و تعداد مول‌های آن کاهش می‌یابد.

گزینهٔ ۴: با کاهش فشار تعادل در جهت تولید مول‌های بیشتر یعنی در جهت رفت پیشرفت می‌کند (چون $b > a$ است)، در نتیجه تعداد کل مول‌ها افزایش می‌یابد.

۱۵ گزینه ۱

تعداد مول هر یک از گازها را در تعادل اولیه داریم، پس می‌توانیم مقدار K را تعیین کنیم. باتوجه‌به اینکه حجم ظرف برابر یک لیتر است، غلظت مولی هر گاز با تعداد مول آن برابر می‌باشد.

$$K = \frac{[CO_۲][H_۲]}{[CO][H_۲O]} \Rightarrow K = \frac{(۶)(۲)}{(۴)(۵)} = ۰/۶$$

به‌دلیل جابه‌جایی تعادل در جهت رفت، تغییر غلظت واکنش‌دهنده‌ها، منفی و تغییر غلظت فرآورده‌ها مثبت می‌باشد. مقدار CO اضافه شده را a مول فرض می‌کنیم:

	CO	$+H_۲O \rightleftarrows$	$CO_۲ +$	$H_۲$
مول اولیه	$۴ + a$	۵	۶	۲
تغییر مول	$-x$	$-x$	$+x$	$+x$
مول تعادلی	$۴ + a - x$	$۵ - x$	$۶ + x$	$۲ + x$

مجموع تعداد مول فرآورده‌ها در تعادل جدید $= ۱۰ \Rightarrow nCO_۲ + nH_۲ = ۱۰$

$$\Rightarrow (۶ + x) + (۲ + x) = ۱۰ \Rightarrow x = ۱\,mol$$

$$K = \frac{[CO_۲][H_۲]}{[CO][H_۲O]} \Rightarrow ۰/۶ = \frac{(۶ + ۱)(۲ + ۱)}{(۵ - ۱)(۴ + a - ۱)} \Rightarrow a = ۵/۷۵\,mol$$

۱۶ گزینه ۳

با توجه به داده های متن این پرسش، داریم:

$$\text{مقدار اولیه } CO = \frac{۰/۴\ mol}{۲\ L} = ۰/۲\ mol.L^{-۱}$$

$$[CO_۲] = [H_۲] = \frac{۰/۲\ mol}{۲\ L} = ۰/۱\ mol.L^{-۱}$$

$$[CO] = (۰/۲ - ۰/۱) = ۰/۱ mol.L^{-۱}$$

$$[H_۲O] = (x - ۰/۱)\ mol.L^{-۱}$$

$$K = \frac{[CO_۲]\,[H_۲]}{[H_۲O]\,[CO]}$$

$$۱۰ = \frac{۰/۱\ mol.L^{-۱} \times ۰/۱ mol.L^{-۱}}{(x - ۰/۱)\ mol.L^{-۱} \times ۰/۱ mol.L^{-۱}} \Rightarrow x - ۰/۱ = ۰/۰۱ \Rightarrow x = ۰/۱۱ mol.L^{-۱}$$

$$۰/۱۱ mol.L^{-۱} \times ۲\ L = ۰/۲۲\ mol\ H_۲O \quad \text{(مقدار اولیه)}$$

۱۷ گزینه ۴

	$N_۲O_۴(g) \rightleftarrows ۲NO_۲(g)$	
غلظت اولیه	$\frac{۱۰}{۵}$	۰
تغییر غلظت	$-x$	$+۲x$
غلظت تعادلی	$۲ - x$	$+۲x$

$$K = \frac{[NO_۲]^۲}{[N_۲O_۴]} \Rightarrow ۴ = \frac{(۲x)^۲}{۲-x}$$

$$x = ۱ \Rightarrow \text{تعادلی } [NO_۲] = ۲x = ۲\ mol.L^{-۱}$$

$$\text{تعادلی } [N_۲O_۴] = ۲ - x = ۲ - ۱ = ۱ mol.L^{-۱}$$

$$\frac{[NO_۲]}{[N_۲O_۴]} = \frac{۲}{۱} = ۲ \quad \text{(رد گزینه‌های ۱و۲)}$$

$$\begin{cases} \text{مول } NO_۲ = ۲\frac{mol}{L} \times ۵\ L = ۱۰\ mol \\ \text{مول } N_۲O_۴ = ۱\frac{mol}{L} \times ۵\ L = ۵\ mol \end{cases}$$

$$\text{مجموع مول‌ها : } ۵ + ۱۰ = ۱۵\ mol \quad \text{(رد گزینهٔ ۳)}$$

۱۸ گزینه ۳

	$CH_4(g)+H_2O(g)\rightleftarrows CO(g)+3H_2(g)$			
غلظت‌های اولیه	۴	۲/۲	۰	۰
تغییرات غلظت	$-x$	$-x$	$+x$	$+3x$
غلظت‌های تعادلی	$4-x$	$2/2-x$	x	$3x$

$$\text{mol}\,CH_4 = 2 \quad \Rightarrow \quad 4-x=2 \Rightarrow x=2$$

$$\begin{cases} [H_2O]=2/2-2=0/2\,\text{mol.L}^{-1} \\ [CO]=2\,\text{mol.L}^{-1} \\ [H_2]=3\times 2=6\,\text{mol.L}^{-1} \end{cases}$$ (رد گزینه‌های ۱ و ۴)

$$K=\frac{[CO][H_2]^3}{[CH_4][H_2O]} \Rightarrow K=\frac{2\times 6^3}{2\times 0/2}=1080\,\text{mol}^2.\text{L}^{-2}$$ (رد گزینهٔ ۲)

۱۹ گزینه ۲

	$H_2(g)+I_2(g)\rightleftarrows 2HI(g)$			$K=0/16$
غلظت‌های اولیه	۳	۳	۰	
تغییرات غلظت	$-x$	$-x$	$+2x$	
غلظت‌های تعادلی	$3-x$	$3-x$	$2x$	

$$K=\frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} \Rightarrow \frac{(2x)^2}{(3-x)(3-x)}=0/16 \Rightarrow \left(\frac{2x}{3-x}\right)^2=0/4^2$$

$$\Rightarrow \frac{2x}{3-x}=\pm 0/4$$ مقدار منفی آن قابل قبول نیست

$$\frac{2x}{3-x}=0/4 \Rightarrow 2x=1/2-0/4x \Rightarrow 2/4x=1/2 \Rightarrow x=\frac{1}{2}$$

$$[HI]=2x=2\left(\frac{1}{2}\right)=1\,\text{mol.L}^{-1} \Rightarrow \text{mol}\,HI=1$$

تعداد مولکول‌های HI برابر ۱ مول یا عدد آووگادرو ($6/022\times 10^{23}$) است.

۲۰ گزینه ۲

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

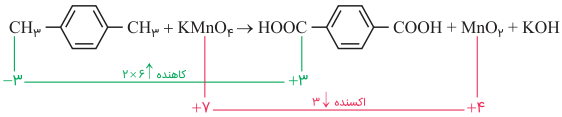
	$C_۲H_۴$	$H_۲O$	$C_۲H_۵OH$
غلظت اولیه	$\frac{۲mol}{۲L}$	$\frac{۲mol}{۲L}$	۰
تغییر غلظت	$-x$	$-x$	x
غلظت تعادلی	$۱-x$	$۱-x$	x

$$K = \frac{[C_۲H_۵OH]}{[H_۲O][C_۲H_۴]} \Rightarrow ۲ = \frac{x}{(۱-x)^۲} \Rightarrow ۲ = \frac{x}{۱+x^۲-۲x}$$

$$۲x^۲ - ۵x + ۲ = ۰ \Rightarrow x = \frac{۵ \mp \sqrt{۲۵-۱۶}}{۴} \quad \begin{cases} x_۱ = ۲ > ۱ & \text{غ ق ق} \\ x_۲ = ۰/۵ < ۱ & \text{ق ق} \end{cases}$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار مصرفی واکنش دهنده}}{\text{مقدار اولیه آن}} \times ۱۰۰ = \frac{۰/۵}{۱} \times ۱۰۰ = ۵۰\%$$

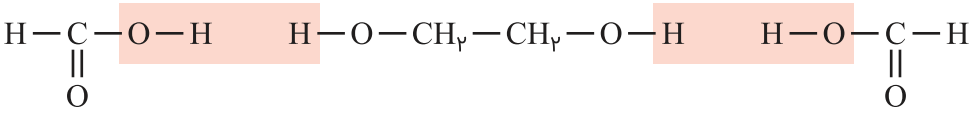
۲۱ گزینه ۳

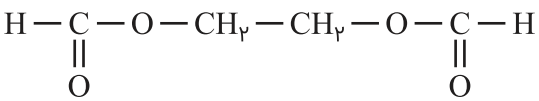


$$\frac{\text{تغییر عدد اکسایش اکسنده}}{\text{تغییر عدد اکسایش کاهنده}} = \frac{۳}{۱۲} = \frac{۱}{۴}$$

۲۲ گزینه ۴

برای تولید یک دی‌استر باید یک اسید دو عاملی را با یک الکل تک‌عاملی یا یک اسید تک‌عاملی با یک الکل دو عاملی ترکیب نمود.





دی‌استر

۲۳ گزینه ۳

گزینهٔ ۱: در تبدیل اتن به اتانول عدد اکسایش کربن تغییر می‌کند:

$$\underset{-۲}{CH_۲}=\underset{-۲}{CH_۲} \rightarrow \underset{-۳}{CH_۳}-\underset{\underset{-۱}{OH}}{\overset{|}{CH_۲}}$$

گزینهٔ ۲: در تبدیل اتن به کلرو اتان عدد اکسایش کربن بر اساس واکنش زیر تغییر می‌کند:

$$\underset{-۲}{CH_۲}=\underset{-۲}{CH_۲} \rightarrow \underset{-۳}{CH_۳}-\underset{\underset{-۱}{Cl}}{\overset{|}{CH_۲}}$$

گزینهٔ ۳: در تشکیل پلیمر پلی‌اتن از گاز اتن تغییر عدد اکسایش صورت نمی‌گیرد.

گزینهٔ ۴: در واکنش تشکیل اتیلن گلیکول از اتن عدد اکسایش کربن کاهش می‌یابد:

$$\underset{-۲}{CH_۲}=CH_۲ \rightarrow \underset{\underset{-۱}{OH}}{\overset{|}{CH_۲}}-\overset{|}{\underset{OH}{CH_۲}}$$

۲۴ گزینه ۳

$$\begin{cases} C_۲H_۴ + H_۲O \rightarrow C_۲H_۵OH \\ C_۲H_۵OH + CH_۳COOH \rightarrow CH_۳COOC_۲H_۵ + H_۲O \end{cases}$$

$$۵\,L_{\text{اتن}} \times \frac{۱/۴\,g_{\text{اتن}}}{۱\,L_{\text{اتن}}} \times \frac{۱\,mol_{\text{اتن}}}{۲۸\,g_{\text{اتن}}} \times \frac{۱\,mol_{\text{اتانول نظری}}}{۱\,mol_{\text{اتن}}} \times \frac{۴۰\,mol_{\text{اتانول تولیدی}}}{۱۰۰\,mol_{\text{اتانول نظری}}} = ۰/۱\,mol_{\text{اتانول}}$$

$$۰/۱\,mol_{\text{اتانول}} \times \frac{۱\,mol_{\text{استر}}}{۱\,mol_{\text{اتانول}}} \times \frac{۴۰\,mol_{\text{استر عملی}}}{۱۰۰\,mol_{\text{استر نظری}}} \times \frac{۸۸\,g_{\text{استر}}}{۱\,mol_{\text{استر}}} = ۳/۵۲\,g_{\text{استر}}$$

۲۵ گزینه ۳

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: درست. یک واکنش شیمیایی هنگامی از دیدگاه اتمی به‌صرفه‌تر است که شمار بیشتری از اتم‌های واکنش‌دهنده به فرآورده‌های سودمند تبدیل شود.

عبارت دوم: درست. در واکنش (II)، همهٔ واکنش‌دهنده‌ها از دسته مواد مولکولی هستند، درحالی‌که در واکنش (I)، $NaOH$ جزء ترکیب‌های یونی محسوب می‌شود.

عبارت سوم: درست.

$$C_۶H_۶ + H_۲SO_۴ + ۲NaOH \rightarrow C_۶H_۶O + Na_۲SO_۳ + ۲H_۲O$$

$$\frac{\text{مجموع ضرایب فرآورده‌ها}}{\text{واکنش‌دهنده‌ها}} = \frac{۴}{۴} = ۱$$

عبارت چهارم: نادرست. واکنش (I) به دلیل تولید پسماند، آسیب بیشتری به محیط‌زیست وارد می‌کند و بازدهی آن از واکنش (II) کمتر است.