۱) چند مورد از عبارت‌های زیر درست‌اند؟

آ) برای تولید غذا در حجم انبوه به فعالیت‌های صنعتی گوناگونی مانند تولید، حمل و نقل، نگهداری، فراوری و ... نیاز است.

ب) در بین مواد غذایی نان، شیر، تخم‌مرغ و حبوبات، سرانه مصرف نان در جهان از بقیه بیش‌تر است.

پ) مصرف غذا، انرژی مورد نیاز بدن برای حرکت ماهیچه‌ها، ارسال پیام‌های عصبی، جابه‌جایی یون‌ها و مولکول‌ها از دیواره هر یاخته را تأمین می‌کند.

ت) مقدار انرژی آزادشده در اثر سوختن مقداری گردو کم‌تر از انرژی حاصل از سوختن همان مقدار ماکارونی است.

۱) ۴ **۲)** ۳ **۳)** ۲ **۴)** ۱

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

عبارت‌های (آ) و (پ) درست هستند. بررسی عبارت‌های نادرست:

ب) سرانه مصرف شیر در جهان از سایر مواد غذایی بیش‌تر است.

ت) مقدار انرژی حاصل از سوختن مقدار برابری از گردو و ماکارونی یکسان نبوده و برای گردو بیش‌تر است.

(۲) در موارد زیر، در مدت زمان یکسان از سوزاندن مقداری گردو در شرایط مختلف، مقداری انرژی گرمایی آزاد شده و آب داخل لوله آزمایش را گرم کرده است. مقایسه تغییرات دمای آب درون چهار لوله آزمایش در کدام گزینه درست است؟ (فرض کنید گرمای حاصل از سوختن گردو تنها جذب آب درون لوله آزمایش شده است.)

آ) یک گرم گردو و ۱۰ میلی‌لیتر آب درون لوله (آ)

ب) دو گرم گردو و ۱۰ میلی‌لیتر آب درون لوله (ب)

پ) یک گرم گردو و ۲۰ میلی‌لیتر آب درون لوله (پ)

ت) دو گرم گردو و ۱۵ میلی‌لیتر آب درون لوله (ت)

۱) ΔT (پ) $>$ ΔT (ت) $>$ ΔT (ب) $>$ ΔT (آ)

۲) ΔT (ت) $>$ ΔT (پ) $>$ ΔT (ب) $>$ ΔT (آ)

۳) ΔT (ب) $>$ ΔT (ت) $>$ ΔT (آ) $>$ ΔT (پ)

۴) ΔT (ب) $>$ ΔT (آ) $>$ ΔT (ت) $>$ ΔT (پ)

پاسخ: گزینه ۳

به طورکلی هر چه مقدار گردوی سوزانده شده بیشتر و مقدار آب درون لوله آزمایش کمتر باشد، تغییر دمای آب درون لوله، بیشتر است و به عبارت دیگر:

$$\Delta T \propto \frac{\text{جرم گردو}}{\text{مقدار آب}}$$

پس در لوله‌های آزمایش متفاوت خواهیم داشت:

لوله آزمایش	آ	ب	پ	ت
$\Delta T \propto \frac{\text{جرم گردو}}{\text{مقدار آب}}$	$\frac{۱}{۱۰}$	$\frac{۲}{۱۰}$	$\frac{۱}{۲۰}$	$\frac{۲}{۱۵}$

③ چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) اگر دمای دو مادهA وB برابر باشد، الزاماً میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازنده آن‌ها با هم برابر نیست.

ب) اگر ظرفیت گرمایی جسمA، ۲ برابر جسمB و جرم آن نصف جرمB باشد، به ازای میزان گرمای یکسان، تغییر دمای آن‌ها با هم برابر است.

پ) اگر فرمول مولکولی دو ترکیب با هم یکسان باشد، الزاماً خواص فیزیکی و شیمیایی آن‌ها نیز یکسان است.

ت) در یک واکنش گرماده، هرچه پایداری واکنش‌دهنده‌ها بیش‌تر باشد، گرمای آزاد شده کم‌تر است.

۱) ۱ **۲)** ۲ **۳)** ۳ **۴)** ۴

پاسخ: گزینه ۱

گزینه‌ی «۱»

تنها عبارت «ت» صحیح است.

بررسی عبارت‌های نادرست:

آ) دمای یک ماده نمایانگر میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازنده ماده است. هنگامی که دمای دو مادهA وB با هم برابر است، لزوماً میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازنده آن‌ها نیز با هم برابر است.

ب) مطابق رابطه $Q = C\Delta\theta$، فارغ از اینکه اجسامA وB چه جرمی دارند، اگر ظرفیت گرمایی جسمA دو برابر جسمB باشد و دو جسم به یک اندازه گرما دریافت کنند، تغییر دمای جسمB، ۲ برابر تغییر دمای جسمA خواهد بود:

$$Q_A = Q_B \Rightarrow C_A\Delta\theta_A = C_B\Delta\theta_B \Rightarrow \frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A} = ۲$$

پ) اگر فرمول مولکولی دو ترکیب با هم یکسان باشد، الزاماً خواص فیزیکی و شیمیایی آن با هم یکسان نیست، زیرا ممکن است گروه‌های عاملی آن‌ها و یا شیوه اتصال اتم‌ها به یکدیگر در آن‌ها متفاوت باشد

④ مقدار ۵۰ گرم آب با دمای$20^\circ C$ را با۶۰۰ گرم فلز آلومینیم با دمای$45^\circ C$ در ظرفی دربسته قرار می‌دهیم. اگر از اتلاف گرما صرف‌نظر کنیم، دمایی نهایی مخلوط چند درجه سلسیوس بوده و چند ژول گرما توسط آب جذب می‌شود؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)

$$(c_{H_۲O} \simeq ۴/۲ \ , \ c_{Al} = ۰/۹ : J \cdot g^{-۱} \cdot {}^\circ C^{-۱})$$

۱) ۳۸ - ۳۸۷۰ **۲)** ۳۸ - ۳۷۸۰ **۳)** ۳۲ - ۷۰۲۰ **۴)** ۳۲ - ۷۲۰۰

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

گرمایی که آلومینیم از دست می‌دهد، آب گرفته و به دمایθ می‌رسد؛ بنابراین می‌توان نوشت:

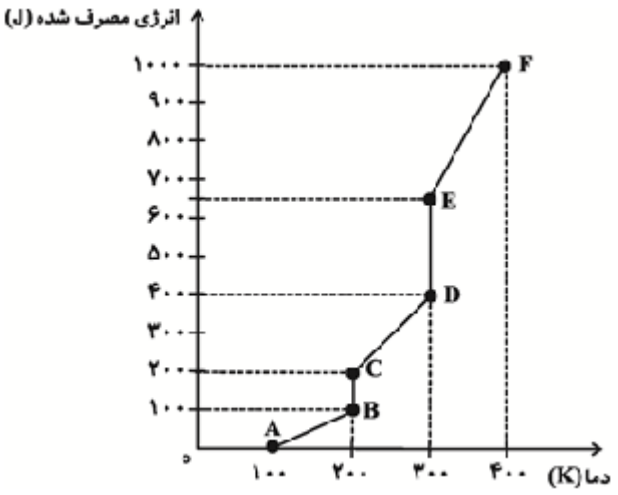
$$Q_{H_۲O} + Q_{Al} = ۰ \Rightarrow ۵۰ \times ۴/۲ \times (\theta - ۲۰) + ۶۰۰ \times ۰/۹ \times (\theta - ۴۵) = ۰$$

$$\Rightarrow \theta = ۳۸^\circ C$$

حال با توجه به دمای تعادل، مقدار گرمای جذب شده توسط آب را محاسبه می‌کنیم:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow Q = ۵۰ \times ۴/۲ \times (۳۸ - ۲۰) = ۳۷۸۰\ J$$

⑤ به یک گرم جسم جامدی حرارت می‌دهیم و انرژی مصرف شده برحسب تغییرات دما را در نموداری به صورت زیر ثبت می‌کنیم. کدام عبارت صحیح است؟ (جسم با گرما دچار تغییر شیمیایی نمی‌شود.)



۱) مقدار انرژی مورد نیاز برای تبدیل جسم از مایع به گاز در نقطه جوش، بیش‌تر از مقدار انرژی مورد نیاز برای تبدیل جسم از جامد به مایع در نقطه ذوب است.

۲) ظرفیت گرمایی ویژه جسم در حالت مایع کم‌تر از حالت جامد است.

۳) پاره‌خط CD، نمایانگر فرایند تبخیر جسم است.

۴) میانگین جنبش ذرات جسم در طی فرایند BC کاهش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۱

گزینهٔ «۱»

جسم ابتدا تحت فرایند AB در حال افزایش دما تا نقطه ذوب می‌باشد، سپس از نقطه B تا نقطه C در دمای ثابت، با دریافت انرژی از حالت جامد به حالت مایع تبدیل می‌شود، سپس طی فرایند CD تا نقطه جوش افزایش دما می‌دهد. مجدد از نقطه D تا نقطه E در دمای ثابت از حالت مایع به حالت گاز درمی‌آید و در نهایت از نقطه E تا نقطه F در حالت گازی افزایش دما دارد.

بررسی گزینه‌ها:

گزینه «۱»: از آنجا که طول پاره‌خط DE بیشتر از BC است، بنابراین جسم برای تبخیر شدن انرژی بیشتری نسبت به ذوب شدن دریافت کرده است.

گزینه «۲»: شیب خط‌های AB، CD و EF به ترتیب ظرفیت گرمایی ویژه جسم در حالت‌های جامد، مایع وگاز را نشان می‌دهد. بنابراین داریم:

$c_{جامد} < c_{مایع} < c_{گاز}$

گزینه «۳»: پاره‌خط CD، بیانگر فرایند افزایش دمای جسم در حالت مایع است.

گزینه «۴»: در طی فرایند BC دما ثابت است، اما جسم از فاز جامد وارد فاز مایع می‌شود؛ بنابراین میانگین جنبش ذرات جسم می‌بایست افزایش یابد.

۶) با توجه به جدول زیر، چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

ترکیب	A	B	C
ظرفیت گرمایی ویژه $(J/g.^\circ C)$	۲/۸۶	۳/۲	۴/۵

الف) ظرفیت گرمایی۲/۵ گرم ماده B بیش‌تر از ظرفیت گرمایی ۳ گرم ماده A می‌باشد.

ب) به ازای جرم یکسان از سه ترکیب فوق، مقدار ظرفیت گرمایی B بیش‌تر می‌باشد.

پ) اگر جرم مولی ترکیب‌های A و B به‌ترتیب برابر با ۴۶ و ۲۳ گرم بر مول باشد، می‌توان نتیجه گرفت که ظرفیت گرمایی هر مول ترکیب A بیش‌تر از B است.

ت) با دادن مقدار یکسانی گرما به جرم یکسانی از سه ترکیب A، B و C دمای ترکیب C بیش‌تر افزایش می‌یابد.

۱) ۳
۲) ۲
۳) ۱
۴) صفر

پاسخ: گزینه ۳

گزینهٔ «۳»

فقط عبارت «پ» درست است.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت «الف»: ظرفیت گرمایی ۲/۵ گرم مادهB:

$$C = ۳/۲J/g.^\circ C \times ۲/۵g = ۸J\ .\ ^\circ C^{-۱}$$

ظرفیت گرمایی ۳ گرم مادهA:

$$C = ۲/۸۶J/g.^\circ C \times ۳g = ۸/۵۸J\ .\ ^\circ C^{-۱}$$

بنابراین، ظرفیت گرمایی ۲/۵ گرم ماده Bکم‌تر از ظرفیت گرمایی ۳ گرم ماده A می‌باشد.

عبارت «ب»: با توجه به رابطه $C = c \times m$ ویژه در جرم یکسان، هرچه ظرفیت گرمایی ویژه بیش‌تر باشد، مقدار ظرفیت گرمایی بیش‌تر خواهد بود، بنابراین در بین سه ترکیب داده‌شده، در مقادیر یکسان جرم، ترکیب C بیش‌ترین ظرفیت گرمایی را دارا می‌باشد.

عبارت «پ»: برای ترکیب A:

$$۱mol\ A \times \frac{۴۶\ g\ A}{۱mol\ A} \times \frac{۲/۸۶\ J}{۱g\ .\ ^\circ C} = ۱۳۱/۵۶\ J\ .\ ^\circ C^{-۱}$$

برای ترکیب B:

$$۱mol\ B \times \frac{۲۳\ g\ B}{۱mol\ B} \times \frac{۳/۲\ J}{۱g\ .\ ^\circ C} = ۷۳/۶\ J\ .\ ^\circ C^{-۱}$$

عبارت «ت»: چون ظرفیت گرمایی ویژه ماده C از سایر ترکیبات بیش‌تر می‌باشد، بنابراین با دادن گرمای برابر به مقدار یکسان از سه ماده، ترکیب C دمایش کم‌تر بالا می‌رود.

⑦ چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

آ) اگر تکه‌ای نان و سیب‌زمینی (با جرم و سطح یکسان) که دمای آن‌ها $55^{\circ}C$است، در محیطی با دمای $25^{\circ}C$ قرار دهیم تکه نان با محیط زودتر هم‌دما می‌شود.

ب) در ساختار مولکول‌های روغن، پیوندهای دوگانه کم‌تری نسبت به چربی وجود دارد، به‌همین دلیل واکنش‌پذیری کم‌تری نیز دارد.

پ) دما، هم‌ارز با آن مقدار انرژی گرمایی است که به دلیل تفاوت در گرما در دو جسم جاری می‌شود.

ت) از میان دو جسم مختلف با جرم یکسان، به ازای دادن گرمای یکسان، ماده‌ای که ظرفیت گرمایی ویژه بیشتری دارد، افزایش دمای کمتری پیدا می‌کند.

۱) ۱ **۲) ۲** **۳) ۳** **۴) ۴**

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

عبارت‌های (ب) و (پ) نادرست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

آ) درست – نان و سیب‌زمینی هردو تقریباً از نشاسته تشکیل شده و سرعت هم‌دما شدن آن‌ها با محیط به میزان آب موجود در آن‌ها بستگی دارد و از آنجایی که مقدار آب در نان کمتر از سیب‌زمینی است بنابراین تکه نان زودتر با محیط هم‌دما می‌شود.

ب) نادرست – در ساختار مولکول‌های روغن، پیوندهای دوگانه بیش‌تری نسبت به چربی وجود دارد، به‌همین دلیل واکنش‌پذیری بیش‌تری نیز دارد.

پ) نادرست – گرما هم‌ارز با آن مقدار انرژی گرمایی است که به دلیل تفاوت در دما جاری می‌شود.

ت) درست – از میان دو جسم مختلف با جرم یکسان، به ازای دادن گرمای یکسان، آن ماده‌ای که ظرفیت گرمایی ویژه بیشتری دارد، افزایش دمای کمتری پیدا می‌کند.

⑧ ۸۱ گرم آلومینیم ۶۰ درصد خالص را در مقدار کافی هیدروکلریک اسید انداخته و به گاز حاصل از این واکنش ۶/۴۸J گرما می‌دهیم. اگر بازده درصدی این واکنش برابر ۲۰ درصد باشد، افزایش دمای گاز تولید شده چند درجه سلسیوس خواهد بود؟

(ظرفیت گرمایی ویژه گاز هیدروژن $\simeq$ $۰/۳J.g^{-۱}.°C^{-۱}$ ، $(Al = ۲۷ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

(معادله واکنش موازنه شود.) $Al(s) + HCl(aq) \rightarrow AlCl_۳(aq) + H_۲(g)$

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۶۰ ۴) ۸۰

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

ابتدا معادله واکنش را موازنه می‌کنیم:

$$۲Al(s) + ۶HCl(aq) \rightarrow ۲AlCl_۳(aq) + ۳H_۲(g)$$

$$?gH_۲ = ۸۱g\ Al\ \text{ناخالص} \times \frac{۶۰g\ Al\ \text{خالص}}{۱۰۰gAl\ \text{ناخالص}} \times \frac{۱mol\ Al}{۲۷g\ Al} \times \frac{۳mol\ H_۲}{۲mol\ Al}$$

$$\text{عملی}\ H_۲ = ۱/۰۸g \times \frac{\text{عملی}\ H_۲}{\text{نظری}\ H_۲} \times \frac{۲g\ H_۲\ \text{نظری}}{۱mol\ H_۲}$$

حال باید $\Delta\theta$ را بدست آوریم:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{Q}{mc} = \frac{۶/۴۸}{۱/۰۸ \times ۰/۳} = ۲۰°C$$

⑨ چند مورد از عبارت‌های زیر صحیح است؟

آ) هنوز در برخی موارد از یکای کالری (cal) برای بیان مقدار گرما استفاده می‌شود و یک کالری برابر $۴/۱۸\ kg.m^۲.s^۲$ است.

ب) فرایند هم‌دما شدن بستنی (سامانه) با بدن گرماگیر است و فرایند گوارش و سوخت و ساز آن گرماده است.

پ) گاز متان به کمک باکتری‌های هوازی در مرداب‌ها تولید می‌شود.

ت) میانگین آنتالپی پیوند $(C \equiv C)$، ۳ برابر میانگین آنتالپی پیوند $(C - C)$ است.

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۱ ۴) ۲

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

فقط عبارت (ب) صحیح است. بررسی عبارت‌های نادرست:

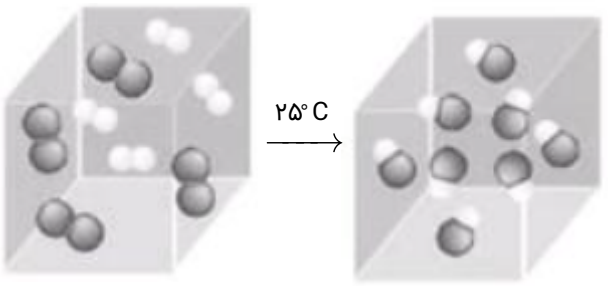
آ) $۱cal = ۴/۱۸\ kg.m^۲.s^{-۲}$

پ) گاز متان به کمک باکتری‌های بی‌هوازی در زیر آب تولید می‌شود.

ت) میانگین آنتالپی پیوند $(C \equiv C)$ از ۳ برابر میانگین آنتالپی پیوند $(C - C)$ کم‌تر است.

(۱۰) با توجه به شکل زیر که مربوط به واکنش گازهای هیدروژن و کلر است، چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟

- با انجام این واکنش، انرژی از سامانهٔ واکنش به محیط منتقل می‌شود.
- فراوردهٔ واکنش پایدارتر از واکنش‌دهنده‌ها است.
- گرمای آزاد شده به ازای مصرف کامل ۴۴/۸ لیتر واکنش‌دهنده‌های گازی در شرایط استاندارد، ۱۸۴ کیلوژول است.
- گرمای آزاد شده در این واکنش ناشی از تفاوت انرژی گرمایی در مواد واکنش‌دهنده و فراورده است.



۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۱

گزینهٔ «۱»

این واکنش گرماده است؛ بنابراین انرژی از سامانهٔ واکنش به محیط پیرامون منتقل می‌شود. در واکنش گرماده سطح انرژی فراورده‌ها پایین‌تر از واکنش‌دهنده‌هاست. (فراورده‌ها پایدارترند.)

$$?\ kJ = ۴۴/۸\ L\ (H_۲ + Cl_۲) \times \frac{۱\ mol\ (H_۲+Cl_۲)}{۲۲/۴\ L\ (H_۲+Cl_۲)} \times \frac{۱۸۴\ kJ}{۲\ mol\ (H_۲+Cl_۲)} = ۱۸۴\ kJ$$

گرمای واکنش ناشی از تفاوت میان انرژی پتانسیل واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌هاست؛ بنابراین فقط جملهٔ چهارم نادرست است.

⑪ انرژی آزاد شده از انحلال کامل ۲/۲۲ گرم کلسیم کلرید خشک در آب را به کمک انحلال به تقریب چند گرم آمونیوم نیترات در همان آب، می‌توان جذب کرد تا دمای آب تغییری نکند؟ (از گرمای جذب شده توسط نمک‌ها صرف‌نظر شود.)
$(CaCl_2 = 111, NH_4NO_3 = 80 : g.mol^{-1})$

$$NH_4NO_3(s) + 26kJ \xrightarrow{\text{در آب}} NH_4^+(aq) + NO_3^-(aq)$$

$$CaCl_2(s) \xrightarrow{\text{در اب}} Ca^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq) + 83kJ$$

۱) ۷/۲ **۲)** ۵/۱ **۳)** ۴/۴ **۴)** ۱۱/۱

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

$$2/22gCaCl_2 \times \frac{1molCaCl_2}{111gCaCl_2} \times \frac{83kJ}{1molCaCl_2}$$
$$= xgNH_4NO_3 \times \frac{1molNH_4NO_3}{111gNH_4NO_3} \times \frac{26kJ}{1molNH_4NO_3}$$

$$1/66 = 0/325x \Rightarrow x \simeq 5/1g$$

⑫ اساس کار یخچال صحرایی ..... تجزیه دی‌نیتروژن تتراکسید و تبدیل آن به گاز ..... رنگ فرایندی ..... است. این دستگاه ساده و ..... قیمت به سرعت در مقیاس صنعتی فراگیر شد.

۱) همانند – قهوه‌ای – گرماده – گران
۲) همانند – قهوه‌ای – گرماده – گران
۳) همانند – قهوه‌ای – گرماگیر – ارزان
۴) همانند – زرد – گرماده – گران

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

اساس کار یخچال صحرایی همانند تجزیه دی‌نیتروژن تتراکسید و تبدیل آن به گاز قهوه‌ای رنگ NO_2 فرایندی گرماگیر است. این دستگاه ساده و ارزان قیمت به سرعت در مقیاس صنعتی فراگیر شد.

(۱۳) ۲/۵ مول استون در ۲۰۰ میلی‌لیتر آب ($1kg.L^{-1}$ = چگالی آب) حل شده است. اگر دمای این محلول از $25^\circ C$ به $45^\circ C$ افزایش یابد، چند کیلوژول گرما در این فرایند مبادله می‌شود؟ (گرمای ویژه آب و استون را به‌ترتیب برابر ۴/۲ و ۲/۲ ژول بر گرم بر درجه سلسیوس در نظر بگیرید.) ($C = 12 , O = 16 , H = 1 : g.mol^{-1}$)

۱) ۱۶/۸
۲) ۱۶۸۰۰
۳) ۲۳/۱۸
۴) ۲۳۱۸۰

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

گرمای کل مبادله شده را می‌توان به‌صورت زیر محاسبه کرد:

$$Q_{کل} = Q_{آب} + Q_{استون}$$

$$Q_{کل} = \underbrace{mc\Delta\theta}_{آب} + \underbrace{mc\Delta\theta}_{استون} = (mc_{آب} + mc_{استون})\Delta\theta$$

$$Q_{کل} = (۸۴۰ + ۳۱۹) \times ۲۰ = ۲۳۱۸۰J = ۲۳/۱۸kJ$$

(۱۴) مقداری پروپانول را در یک گرماسنج می‌سوزانیم. اگر تنها ۸۴ درصد انرژی آزاد شده به ۳۰۰ گرم آب موجود در گرماسنج برسد، دمای آن از $24^\circ C$ به $30/C$ خواهد رسید. جرم پروپانول سوزانده شده برابر چند گرم می‌باشد؟ (آنتالپی سوختن پروپانول برابر $-2010kJ.mol^{-1}$ و ظرفیت گرمایی ویژه آب برابر $4/2J.g^{-1}.^\circ C^{-1}$ است. $C = 12 , O = 16 , H = 1 : g.mol^{-1}$)

۱) ۰/۲۵
۲) ۳
۳) ۱/۵
۴) ۰/۳

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

ابتدا مقدار گرمای آزاد شده را محاسبه می‌کنیم:

$$Q = mc\Delta\theta \rightarrow Q = ۳۰۰ \times ۴/۲ \times \overbrace{(۳۰/۷ - ۲۴)}^{۶/۷} = ۸۴۴۲ J$$

$$\text{گرمای آزاد شده از واکنش} = ۸/۴۴۲ kJ \times \frac{\text{انرژی آزاد شده } ۱۰۰ kJ}{\text{انرژی آب } ۸۴ kJ}$$

$$= ۱۰/۰۵ kJ$$

$$? g C_۳H_۸O = ۱۰/۰۵ kJ \times \frac{۱ mol C_۳H_۸O}{۲۰۱۰ kJ} \times \frac{۶۰ g C_۳H_۸O}{۱ mol C_۳H_۸O}$$

$$= ۰/۳ g C_۳H_۸O$$

⑮ مطابق جدول زیر، گرمایی که از سوختن ۱۰۰ لیتر بنزین آزاد می‌شود، از سوختن چند کیلوگرم زغال‌سنگ تولید می‌شود و تفاوت جرم گاز CO_2 حاصل از این مقدار انرژی برای دو سوخت چند کیلوگرم است؟ (چگالی بنزین را ۰/۸ گرم بر میلی‌لیتر درنظر بگیرید.) (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)

نام سوخت	گرمای آزاد شده ($kJ.g^{-1}$)	مقدار CO_2 به ازای هر کیلوژول انرژی تولید شده(g)
بنزین	۴۸	۰/۰۶۵
زغال‌سنگ	۳۰	۰/۱۰۴

۱) ۱۲۸, ۱۴۹/۷۶

۲) ۱۶۰, ۱۴۹/۷۶

۳) ۱۲۸, ۳۹۹

۴) ۱۶۰, ۳۹۹

پاسخ: گزینه ۱

گزینه‌ی «۱»

گرمای حاصل از سوختن بنزین:

$$?kJ = 100\,L_{بنزین} \times \frac{1000\,mL_{بنزین}}{1\,L_{بنزین}} \times \frac{0/8\,g_{بنزین}}{1\,mL_{بنزین}} \times \frac{48\,kJ}{1\,g_{بنزین}} = 3840000\,kJ$$

$$?kg_{زغال\ سنگ} = 3840000\,kJ \times \frac{1\,g_{زغال\ سنگ}}{30\,kJ} \times \frac{1\,kg_{زغال\ سنگ}}{1000\,g_{زغال\ سنگ}} = 128\,kg_{زغال\ سنگ}$$

تفاوت مقدار CO_2 به ازای تولید هر کیلوژول گرما:

$$0/104 - 0/065 = 0/039\,g\,CO_2$$

اختلاف جرم CO_2 حاصل از سوختن بنزین و زغال‌سنگ برابر است با:

$$?kgCO_2 = 3840000kJ \times \frac{0/039\,gCO_2}{1\,kJ} \times \frac{1\,kg}{1000\,g} = 149/76\,kgCO_2$$

(۱۶) با توجه به فرمول‌های ساختاری داده شده چند مورد از مطالب زیر درست‌اند؟

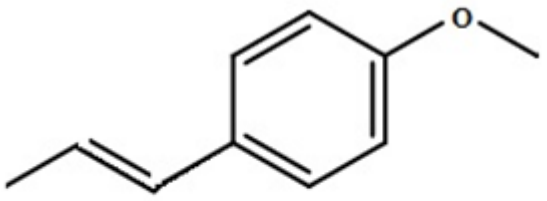
الف) گروه‌های عاملی ساختارهای «۲» و «۳» یکسان‌اند.

ب) فرمول مولکولی مربوط به ساختار «۲» به صورت $C_7H_{14}O$ می‌باشد.

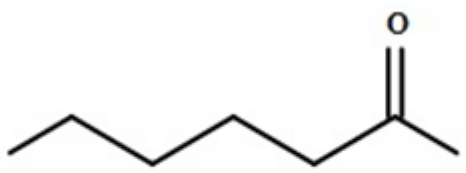
پ) شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی در هر چهار ساختار یکسان است.

ت) ساختارهای «۱» و «۴» به ترتیب مربوط به ترکیب‌های آلی عامل طعم و بوی گشنیز و رازیانه هستند.

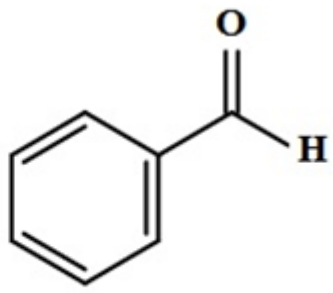
ث) شمار اتم‌های کربن در ساختار «۱» با شمار اتم‌های کربن در مولکول نفتالن، یکسان است.



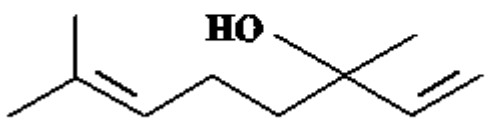
(1)



(2)



(3)



(4)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۳

عبارت‌های (ب)، (پ) و (ث) درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): گروه عاملی در ساختارهای «۲» و «۳» به ترتیب کتونی و آلدهیدی است.

عبارت (ب): فرمول مولکولی آن $C_7H_{14}O$ است.

عبارت (پ): در ساختار لوویس هر کدام از ساختارها، دو جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.

عبارت (ت): ساختارهای «۱» و «۴» به ترتیب عامل طعم و بوی رازیانه و گشنیز هستند.

عبارت (ث): هر دو دارای ۱۰ اتم کربن هستند.

(۱۷) اگر در هر دقیقه پیاده‌روی ۵ گرم چربی و مجموعاً ۱۵ گرم کربوهیدرات و پروتئین بسوزد، انرژی آزاد شده طی ۱۰ دقیقه پیاده‌روی به تقریب برابر با انرژی آزاد شده در اثر سوختن کامل چند گرم اتان است؟ (ارزش سوختی چربی، پروتئین و کربوهیدرات به‌ترتیب برابر ۳۸، ۱۷ و ۱۷ کیلوژول بر گرم و آنتالپی سوختن اتان است.) ($C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱}$)

۱) ۴۲/۷ ۲) ۸۵/۶ ۳) ۴/۲۷ ۴) ۸/۵۶

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

انرژی سوختی چربی = ۳۸ کیلوژول بر گرم $۳۸\frac{kJ}{g} \times ۵g = ۱۹۰\ kJ$

انرژی سوختی پروتئین و کربوهیدرات = ۱۷ کیلوژول بر گرم $۱۷\ \frac{kJ}{g} \times ۱۵g = ۲۵۵\ kJ$

انرژی آزادشده طی ۱ دقیقه $۱۹۰ + ۲۵۵ = \boxed{۴۴۵kJ}$

به ازای ۱۰ دقیقه پیاده‌روی $۴۴۵ \times ۱۰ = ۴۴۵۰k\,J$

$$?gC_۲H_۶ = ۴۴۵۰kJ \times \frac{۱\ mol\ C_۲H_۶}{۱۵۶۰\ kJ} \times \frac{۳۰\ gC_۲H_۶}{۱\ mol\ C_۲H_۶} \simeq ۸۵/۶gC_۲H_۶$$

(۱۸) با توجه به ΔH واکنش‌های داده شده، آنتالپی واکنش زیر در کدام گزینه به درستی آمده است؟ (یکای آنتالپی و شرایط واکنش را در همهٔ واکنش‌های داده شده یکسان در نظر بگیرید.)

$$H_۲(g) + N_۲(g) + ۳O_۲(g) \rightarrow ۲HNO_۳(g) \quad \Delta H = ?$$
$$I) N_۲(g) + O_۲(g) \rightarrow ۲NO(g) \quad \Delta H_۱ = a$$
$$II) ۲NO(g) + O_۲ \rightarrow ۲NO_۲(g) \quad \Delta H_۲ = b$$
$$III) ۳NO_۲(g) + H_۲O(g) \rightarrow ۲HNO_۳(g) + NO(g) \quad \Delta H_۳ = c$$
$$IV) ۲H_۲(g) + O_۲(g) \rightarrow ۲H_۲O(g) \quad \Delta H_۴ = d$$

۱) $\frac{a+۳b+c+d}{۲}$ ۲) $\frac{۲a+b+۳c+d}{۲}$ ۳) $\frac{a+۳b+c+۲d}{۲}$ ۴) $\frac{۲a+۳b+۲c+d}{۲}$

پاسخ: گزینه ۴

گزینهٔ «۴»

برای رسیدن به معادلهٔ داده شده در صورت سؤال، با استفاده از قانون هس، مطابق زیر عمل می‌کنیم:

(بدون تغییر) $I) N_۲(g) + O_۲(g) \rightarrow ۲NO(g) \quad \Delta H'_۱ = a$

(کل معادله ضرب در $\frac{۳}{۲}$) $II) ۳NO(g) + \frac{۳}{۲}O_۲(g) \rightarrow ۳NO_۲(g) \quad \Delta H'_۲ = \frac{۳}{۲}b$

(بدون تغییر) $III) ۳NO_۲(g) + H_۲O(g) \rightarrow ۲HNO_۳(g) + NO(g) \quad \Delta H'_۳ = c$

(کل معادله ضرب در $\frac{۱}{۲}$) $IV) H_۲(g) + \frac{۱}{۲}O_۲(g) \rightarrow H_۲O(g) \quad \Delta H'_۴ = \frac{d}{۲}$

واکنش کلی : $H_۲(g) + N_۲(g) + ۳O_۲(g) \rightarrow ۲HNO_۳(g)$

$$\Delta H_{کل} = \frac{۲a+۳b+۲c+d}{۲}$$

(۱۹) اگر سرعت تولید فراورده گازی در واکنش (موازنه نشده) اول در شرایط STP برابر با $۰/۲\,L\,.\,s^{-۱}$ باشد، گرمای حاصل از این فرایند در مدت ۲ دقیقه، به تقریب چند کیلوگرم آب را طبق واکنش دوم تبخیر خواهد کرد؟ (سرعت تولید فراورده گازی را ثابت فرض کنید.)

$(O = ۱۶\ ,\ H = ۱ : g\,.\,mol^{-۱})$

واکنش اول : $P_۴(s) + Cl_۲(g) \rightarrow PCl_۳(g) \qquad \Delta H = -۲۷۰/۴\,kJ$

واکنش دوم : $H_۲O(l) + ۴۴\,kJ \rightarrow H_۲O(g)$

۱) ۰/۰۴
۲) ۰/۰۳
۳) ۰/۰۲
۴) ۰/۰۱

پاسخ: گزینه ۲

گزینه‌ی «۲»

واکنش اول را موازنه می‌کنیم:

$$P_۴ + ۶Cl_۲ \rightarrow ۴PCl_۳$$

با استفاده از سرعت تولید $PCl_۳$، مقدار لیتر تولیدی آن را حساب می‌کنیم:

$$?\,L\,PCl_۳ = ۲\ min \times \frac{۶۰\ s}{۱\ min} \times \frac{۰/۲\ L\ PCl_۳}{۱\ s} = ۲۴\,L\,PCl_۳$$

گرمای آزاد شده برابر است با:

$$?\ kJ = ۲۴\,L\ PCl_۳ \times \frac{۱\ mol\ PCl_۳}{۲۲/۴\ L} \times \frac{۲۷۰/۴\ kJ}{۴\ mol\ PCl_۳} \simeq ۷۲/۴۳\,kJ$$

در آخر با توجه به واکنش دوم داریم:

$$?\,kg\ \ آب = ۷۲/۴۳\,kJ \times \frac{۱\ mol\ H_۲O}{۴۴\ kJ} \times \frac{۱۸\ g\ H_۲O}{۱\ mol\ H_۲O}$$

$$\times \frac{۱\,kg}{۱۰۰۰\,g} \simeq ۰/۰۳\,kg$$

(۲۰) اگر آنتالپی سوختن گازهای پروپین و اتین به ترتیب ۱۹۳۸- و ۱۳۰۰- کیلوژول بر مول باشد، ارزش سوختی گاز ۱- بوتین به‌تقریب چند کیلوژول بر گرم است و اگر گرمای حاصل از سوختن کامل ۳ گرم گاز ۱- بوتین، را به ۳/۴ کیلوگرم آب بدهیم، دمای آب به تقریب چند درجه سلسیوس تغییر خواهد کرد؟ $(c_{آب}= ۴/۲\, J.g^{-۱}.^{\circ}C^{-۱})$ $(C = ۱۲ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۴۷/۷ ، ۱۰ **۲)** ۵۲ ، ۲۰ **۳)** ۴۷/۷ ، ۲۰ **۴)** ۵۲ ، ۱۰

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

ابتدا تفاوت آنتالپی سوختن پروپین ($C_۳H_۴$) و اتین ($C_۲H_۲$) را تعیین می‌کنیم.

تفاوت آنتالپی سوختن پروپین و اتین = (−۱۹۳۸) − (−۱۳۰۰)

$= -۶۳۸\, kJ.mol^{-۱}$

با توجه به اختلاف به‌دست آمده به ازای افزایش هر گروه $CH_۲$ آنتالپی سوختن ۶۳۸ kJ منفی‌تر می‌شود.

آنتالپی سوختن $C_۴H_۶$ = آنتالپی سوختن $C_۳H_۴$ + (−۶۳۸)

$= -۱۹۳۸ + (-۶۳۸) = -۲۵۷۶\, kJ.mol^{-۱}$

حال می‌توانیم گرمای حاصل از سوختن ۱ گرم گاز ۱- بوتین ($C_۴H_۶$) را محاسبه کنیم.

$$?kJ = ۱\, g\, C_۴H_۶ \times \frac{۱\, mol\, C_۴H_۶}{۵۴\, g\, C_۴H_۶} \times \frac{-۲۵۷۶\, kJ}{۱\, mol\, C_۴H_۶} \simeq -۴۷/۷\, kJ$$

توجه: ارزش سوختی در منابع علمی مثبت گزارش می‌شود.

با توجه به اطلاعات داده شده داریم:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow ۴۷/۷ \times ۱۰^{۳} \times ۳ = ۳۴۰۰ \times ۴/۲ \times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta \simeq ۱۰^{\circ}C$$

(۲۱) در واکنش تجزیه یک نمونه از پتاسیم نیترات به میزان ۳۷۶ کیلوژول گرما مصرف می‌شود. اگر در این واکنش، ۸۹/۶ لیتر گاز در شرایط STP در ظرف تولید شود، ΔH واکنش چند کیلوژول است و طی واکنش ۲ مول پتاسیم نیترات، چند گرم از جرم مواد جامد موجود در ظرف واکنش کاسته می‌شود؟ $(K = ۳۹ , O = ۱۶ , N = ۱۴ : g.mol^{-۱})$ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)

$$۲KNO_۳(s) \xrightarrow{\Delta} ۲KNO_۲(s) + O_۲(g)$$

۱) ۳۲ - ۹۴ **۲)** ۶۴ - ۹۴ **۳)** ۳۲ - ۴۷ **۴)** ۶۴ - ۴۷

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

$$?kJ = ۱\, mol\, O_۲ \times \frac{۲۲/۴\, L\, O_۲}{۱\, mol\, O_۲} \times \frac{۳۷۶\, kJ}{۸۹/۶\, L\, O_۲} = ۹۴\, kJ$$

کاهش جرم ناشی از آزادسازی گاز: $۱\, mol\, O_۲ \times \frac{۳۲\, g\, O_۲}{۱\, mol\, O_۲} = ۳۲\, g\, O_۲$

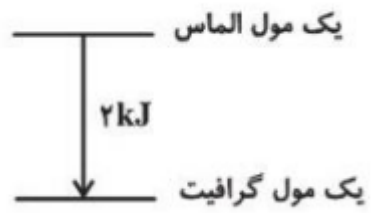
(۲۲) اگر بدانیم اختلاف سطح انرژی الماس و گرافیت $2kJ \cdot mol^{-1}$ باشد، چند گرم از گونه ناپایدارتر به گونه پایدارتر تبدیل شود تا گرمای مورد نیاز برای تبدیل ۲/۸ گرم کلسیم اکسید جامد، به یون‌های گازی سازنده‌اش فراهم گردد؟ (آنتالپی تبدیل کلسیم اکسید جامد به یون‌های گازی سازنده آن برابر با $3400\ kJ \cdot mol^{-1}$ است؛ $C = 12\ ,\ Ca = 40\ ,\ O = 16 : g \cdot mol^{-1}$)

۱) ۱۰۲۰ ۲) ۵۱۰ ۳) ۲۰۴۰ ۴) ۲۵۵

پاسخ: گزینه ۱

گزینهٔ «۱»

باید مقداری الماس، که گونه ناپایدارتر است به گرافیت تبدیل شود تا با گرمای تولیدی بتوان کلسیم اکسید را به یون‌های گازی سازنده‌اش تبدیل کرد.



$CaO + 3400\ kJ \rightarrow Ca^{2+} + O^{2-}$ ۴

$$? kJ = 2/8\ g\ CaO \times \frac{1\ mol\ CaO}{56\ g\ CaO} \times \frac{3400\ kJ}{1\ mol\ CaO}$$

$= 170\ kJ$ (گرمای مورد نیاز)

$$? g\ C = 170\ kJ \times \frac{1\ mol\ C}{2\ kJ} \times \frac{12\ g\ C}{1\ mol\ C} = 1020\ g\ C$$ (الماس)

(۲۳) ۱۴ گرم CO را در واکنش (۱) با بازده درصدی ۵۰% وارد می‌کنیم؛ اگر گرمای آزادشده در این واکنش با گرمای آزادشده در واکنش (۲) برابر و آنتالپی واکنش (۲) پس از موازنه برابر $-۴۷۰kJ$ باشد، در واکنش (۲) به‌تقریب چند لیتر گاز نیتروژن در شرایط STP تولید می‌شود؟ $(C = ۱۲ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$

پیوند	C = O	O = O	C ≡ O
میانگین آنتالپی پیوند $(\frac{kJ}{mol})$	۸۰۰	۴۹۵	۱۰۷۲

(معادله واکنش‌ها موازنه شوند.) $CO(g) + O_۲(g) \rightarrow CO_۲(g)$:واکنش (۱)

$NH_۳(g) + Cl_۲(g) \rightarrow N_۲(g) + HCl(g)$:واکنش (۲)

(معادله واکنش‌ها موازنه شوند.)

پیوند	C = O	O = O	C ≡ O
میانگین آنتالپی پیوند $(\frac{kJ}{mol})$	۸۰۰	۴۹۵	۱۰۷۲

$CO(g) + O_۲(g) \rightarrow CO_۲(g)$:واکنش (۱)

$NH_۳(g) + Cl_۲(g) \rightarrow N_۲(g) + HCl(g)$:واکنش (۲)

۱) ۲/۲۴

۲) ۳/۳۴

۳) ۴/۴۸

۴) ۶/۶۸

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

ابتدا گرمای آزادشده در واکنش (۱) را به‌دست می‌آوریم؛ برای این کار لازم است با توجه به آنتالپی پیوندهای داده شده و معادله موازنه شده زیر، ΔHواکنش (۱) را محاسبه کنیم: $۲C \equiv O + O = O \rightarrow ۲O = C = O$

ΔH(واکنش۱)=

(مجموع آنتالپی پیوند فراورده‌ها)−(مجموع آنتالپی پیوند واکنش‌دهنده‌ها)

$= (۲ \times ۱۰۷۲ + ۴۹۵) - (۴ \times ۸۰۰) = -۵۶۱kJ$

حال با استفاده از آنتالپی واکنش (۱) و جرم CO مصرفی، مقدار نظری گرمای آزادشده را محاسبه می‌کنیم:

$$?kJ = ۱۴gCO \times \frac{۱molCO}{۲۸gCO} \times \frac{۵۶۱kJ}{۲molCO} = ۱۴۰/۲۵kJ$$

در ادامه با استفاده از بازده درصدی واکنش، مقدار عملی گرمای آزادشده را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی گرما}}{\text{مقدار نظری گرما}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۵۰ = \frac{x}{۱۴۰/۲۵} \times ۱۰۰$$

$$\Rightarrow x = \frac{۵۰ \times ۱۴۰/۲۵}{۱۰۰} = ۷۰/۱۲۵kJ$$

بنابراین طبق گفته سؤال گرمای آزادشده در واکنش (۲) نیز برابر ۷۰/۱۲۵kJ است؛ پس از موازنه واکنش (۲) حجم گاز نیتروژن را به‌دست می‌آوریم: $۲NH_۳(g) + ۳Cl_۲(g) \rightarrow N_۲(g) + ۶HCl(g)$

$$?LN_۲ = ۷۰/۱۲۵kJ \times \frac{۱molN_۲}{۴۷۰kJ} \times \frac{۲۲/۴LN_۲}{۱molN_۲} \simeq ۳/۳۴LN_۲$$

۲۴) چند مورد از عبارت‌های زیر درباره « ترکیب آلی موجود در تمشک و توت‌فرنگی» درست است؟

یکی از موادی است که سرعت واکنش‌های شیمیایی که منجر به فساد مواد غذایی می‌شود را کاهش می‌دهد.

ترکیبی معدنی بوده و از خانواده اسیدهای آروماتیک است.

عضو خانواده‌ای است که آشناترین عضو آن فورمیک اسید است.

تعداد پیوندهای دوگانه در هر مولکول از آن با تعداد این پیوندها در یک مولکول بنزن برابر است.

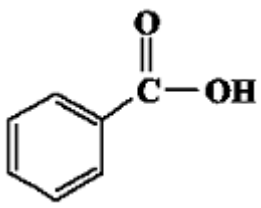
۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۳ ۴) ۲

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

تنها عبارت اول درست است.

بنزوئیک اسید، اسید موجود در تمشک و توت فرنگی است که دارای ساختار روبه‌رو است:



بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: بنزوئیک اسید به عنوان نگهدارنده کاربرد دارد و سرعت واکنش‌های شیمیایی که منجر به فساد مواد غذایی می‌شود را کاهش می‌دهد.

عبارت دوم: بنزوئیک اسید یک ترکیب آلی است.

عبارت سوم: بنزوئیک اسید از خانواده کربوکسیلیک اسیدها بوده که آشناترین عضو آن‌ها استیک اسید است.

عبارت چهارم: هر مولکول بنزن دارای سه پیوند دوگانه بوده اما هر مولکول بنزوئیک اسید دارای چهار پیوند دوگانه است.

---

۲۵) با توجه به آنتالپی واکنش‌های(I) و(II) میانگین آنتالپی پیوند C = C چند کیلوژول بر مول است؟

I) $CH_4(g) \rightarrow C(g) + 4H(g)$ $\Delta H = 1648\ kJ$

II) $C_2H_4(g) \rightarrow 2C(g) + 4H(g)$ $\Delta H = 2260\ kJ$

۱) ۶۱۲

۲) ۱۴۳۶

۳) ۷۱۸

۴) ۱۰۲۴

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

ΔH واکنش(I) برابر با شکستن ۴ مول پیوند C – H است، در صورتی که ΔH واکنش(II) برابر با شکستن ۴ مول پیوند C – H و یک مول پیوند C = C است، اختلاف ΔH دو واکنش میانگین آنتالپی پیوند C = C را می‌دهد.

$\Delta H_2 - \Delta H_1 = 2260 - 1648 = 612\ kJ\ .\ mol^{-1}$

(۲۶) نفت خام دارای ناخالصی‌هایی به شکل ترکیب‌های گوگردی است که طی مراحل مختلف پالایش به هیدروژن سولفید تبدیل شده و همراه سایر گازهای سبک به دستگاه تصفیه هدایت می‌شود. در این دستگاه گاز هیدروژن سولفید طی واکنش کلی زیر به گوگرد تبدیل می‌شود. به ازای تولید هر کیلوگرم گوگرد در این فرایند چند کیلوژول گرما مبادله می‌شود؟

$(S = ۳۲ , O = ۱۶ , H = ۱ : g.mol^{-۱})$

$H_۲S(g) + O_۲(g) \rightarrow S(g) + H_۲O(g)$ (واکنش موازنه شود.)

پیوند	H – S	O = O	O – H
آنتالپی پیوند $(kJ.mol^{-۱})$	۳۴۰	۴۹۵	۴۶۳

۱) ۹۳/۷۵ ۲) ۱۴۰/۶۵ ۳) ۷۰/۳۱۲ ۴) ۴۶/۸۷۵

پاسخ: گزینه ۴

گزینه‌ی «۴»

ابتدا معادله واکنش را موازنه می‌کنیم:

$$\boxed{۲}\ H_۲S + \boxed{۱}\ O_۲ \rightarrow \boxed{۲}\ S + \boxed{۲}\ H_۲O$$

حال با استفاده از جدول آنتالپی پیوند، ΔH واکنش را محاسبه می‌کنیم و سپس گرمای مبادله شده به ازای تولید ۱۰۰۰g گوگرد را محاسبه می‌نماییم:

ΔH واکنش=[مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش‌دهنده]

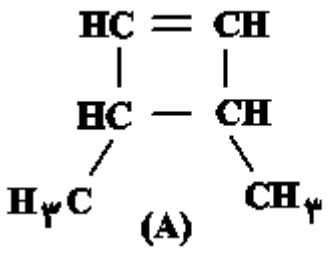
-[مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فراورده]

$$\Delta H = (۴ \times ۳۴۰) + (۴۹۵) - (۴ \times ۴۶۳) = ۳\ kJ$$

$$?kJ = ۱۰۰۰\ g\ S \times \frac{۱\ mol\ S}{۳۲\ g\ S} \times \frac{۳\ kJ}{۲\ mol\ S} = ۴۶/۸۷۵\ kJ$$

(۲۷) با توجه به میانگین آنتالپی پیوندها و واکنش زیر، کدام هیدروکربن زیر پایدارتر است و ΔH این واکنش چند کیلوژول است؟

پیوند	C – H	C – C	C = C
میانگین آنتالپی ($kJ \cdot mol^{-1}$)	۴۱۵	۳۴۸	۶۱۴



$\rightarrow \underset{(B)}{H_3C-CH=CH-CH=CH-CH_3}$

۱) A، ۸۲+ ۲) B، ۸۲+

۳) A، ۸۲- ۴) B، ۸۲-

پاسخ: گزینه ۱

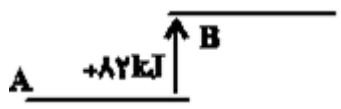
گزینه‌ی «۱»

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = \begin{bmatrix}\text{مجموع آنتالپی پیوند ها}\\ \text{در مواد فراورده}\end{bmatrix} - \begin{bmatrix}\text{مجموع آنتالپی پیوندها}\\ \text{در مواد واکنش دهنده}\end{bmatrix}$$

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = \left[\Delta H_{(C=C)} + ۵\Delta H_{(C-C)} + ۱۰\Delta H_{(C-H)}\right] - \left[۲\Delta H_{(C=C)} + ۳\Delta H_{(C-C)} + ۱۰\Delta H_{(C-H)}\right]$$

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = \Delta H_{(C=C)} + ۲\Delta H_{(C-C)} = ۲(۳۴۸) - ۶۱۴ = +۸۲KJ$$

از آنجا که ΔH واکنش تبدیل A به B، مثبت و واکنش گرماگیر است، پس A از B پایدارتر است.



(۲۸) با توجه به واکنش‌های زیر، با گرمای آزاد شده، ضمن تشکیل نیم‌مول از فراورده واکنش (موازنه نشده) $P_4O_{10} + PCl_5 \rightarrow POCl_3$، به تقریب دمای چند گرم ضدیخ (اتیلن گلیکول) را می‌توان $20^\circ C$ افزایش داد؟

(c اتیلن گلیکول $= 2/4\ J.g^{-1}.^\circ C^{-1}$)

آ) $P_4O_{10} + 6H_2O \rightarrow 4H_3PO_4 \quad , \quad \Delta H = -397kJ$

ب) $PCl_5 + 4H_2O \rightarrow H_3PO_4 + 5HCl \quad , \quad \Delta H = -136\ kJ$

پ) $POCl_3 + 3H_2O \rightarrow H_3PO_4 + 3HCl \quad , \quad \Delta H = -68\ kJ$

۱) ۴۵۲/۵ ۲) ۵۵/۵۲ ۳) ۴۵/۲۵ ۴) ۵۵۵/۲

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

ابتدا معادله واکنش داده شده را موازنه می‌کنیم:

$$P_4O_{10} + 6PCl_5 \rightarrow 10POCl_3$$

حال با استفاده از قانون هس، ΔH واکنش موردنظر را به دست می‌آوریم؛

واکنش اول: بدون تغییر

واکنش دوم: در عدد ۶ ضرب می‌شود.

واکنش سوم: معکوس و ضرب در عدد ۱۰ ضرب می‌شود.

پس ΔH واکنش کلی برابر خواهد بود با:

$$\Delta H = -397 + (-816) + 680 = -533kJ$$

این مقدار انرژی برای تولید ۱۰ مول از فراورده مورد نظر است، حال برای تولید نیم‌مول داریم:

$$?kJ = 0/5\ mol POCl_3 \times \frac{533kJ}{10\ mol POCl_3} = 26/65\ kJ$$

حال حساب می‌کنیم که این مقدار گرما، دمای چند گرم اتیلن‌گلیکول را به اندازه $20^\circ C$ افزایش می‌دهد.

$$Q = mc\Delta\theta$$

اتیلن گلیکول $26/65 \times 10^3 = m \times 2/4 \times 20 \Rightarrow m \simeq 555/2\ g$

(۲۹) ۰/۱مول بخار پروپان را در مقداری اکسیژن می‌سوزانیم. اگر فراورده‌های واکنش مخلوط گازهای CO_2، CO وH_2Oباشد و نسبت مولی $\frac{CO_2}{CO}$برابر ۳ باشد، گرمای آزاد شده بر حسب کیلوژول کدام است؟

$$3Br-Br+H-\underset{H}{\overset{H}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-H \rightarrow H-\underset{Br}{\overset{Br}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-Br+3H-Br$$

۱) ۸۱۲/ ۵۰ ۲) ۱۸۳/۷۵ ۳) ۸۱/۲۵ ۴) ۱۸۳۷/۵

پاسخ: گزینه ۲

گزینهٔ «۲»

برای این که تعداد مول CO_2، سه برابر تعداد مول COباشد، باید معادله اول را در عدد سه ضرب کنیم و با معادله دوم جمع کنیم:

$$3C_3H_8(g) + 15O_2(g) \rightarrow 9CO_2(g) + 12H_2O(g)$$

$$\Delta H = -2050 \times 3 = -6150kJ$$

$$C_3H_8(g) + \frac{7}{2}O_2(g) \rightarrow 3CO(g) + 4H_2O(g)$$

$$\Delta H = -1200kJ$$

جمع واکنش‌ها :
$$4C_3H_8(g) + \frac{37}{2}O_2(g) \rightarrow 9CO_2(g) + 3CO(g) + 16H_2O(g)$$

$$\Delta H_3 = -6150 - 1200 = -7350kj$$

گرمای آزاد شده = ۰/۱ mol C_3H_8 × $\frac{7350\ kJ}{4\ mol\ C_3H_8}$ = ۱۸۳/۷۵ kJ

(۳۰) مقداری $KClO_3$ را در یک ظرف۵ لیتری به‌طور کامل مطابق معادله واکنش موازنه نشده: $KClO_3(s) \rightarrow KCl(s) + O_2(g)$ در مدت زمان ۱۵۰ ثانیه تجزیه کرده و پتاسیم کلرید حاصل از این فرایند را در۱۵۰ لیتر آب خالص حل می‌کنیم. اگر سرعت متوسط تولید گاز اکسیژن در طول این واکنش برابر با $۰/۰۳۶\ mol.L^{-۱}.min^{-۱}$ باشد، غلظت یون پتاسیم در محلول حاصل از این فرایند برابر با چندppm است؟ ($K = ۳۹ : g.mol^{-۱}$ و چگالی آب را $۱g.mL^{-۱}$ در نظر بگیرید.)

۱) ۲۴۵ ۲) ۷۸ ۳) ۱۱۷ ۴) ۵۷

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

ابتدا مقدار گاز O_2 تولید شده در واکنش را محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{R}_{O_2} = ۰/۰۳۶ = \frac{\Delta n}{V.\Delta t} \Rightarrow ۰/۰۳۶ = \frac{\Delta n}{۵\times۱۵۰s\times\frac{۱\ min}{۶۰\ s}}$$

$$\Rightarrow \Delta n = ۰/۴۵\ mol\ O_2$$

به کمک مقدار O_2 تولید شده، مقدار مول پتاسیم کلرید تولید شده در واکنش موازنه شده: $۲KClO_3(s) \rightarrow ۲KCl(s) + ۳O_2(g)$ را به دست می‌آوریم: $?\ mol\ KCl = ۰/۴۵\ mol\ O_2 \times \frac{۲\ mol\ KCl}{۳\ mol\ O_2} = ۰/۳ mol\ KCl$

غلظت یون K^+ برابر است با:

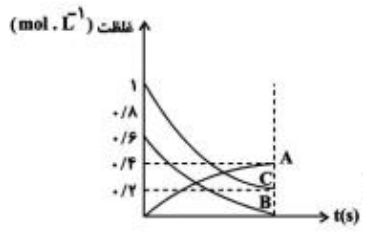
$$ppm = \frac{\text{جرم یون پتاسیم}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶$$

$$= \frac{۰/۳mol\ KCl\times\frac{۱\ mol\ K^+}{۱\ mol\ KCl}\times\frac{۳۹\ g\ K^+}{۱\ mol\ K^+}}{۱۵۰\ L\times\frac{۱\ kg}{۱\ L}\times\frac{۱۰۰۰\ g}{۱\ kg}} \times ۱۰^۶ = ۷۸\ ppm$$

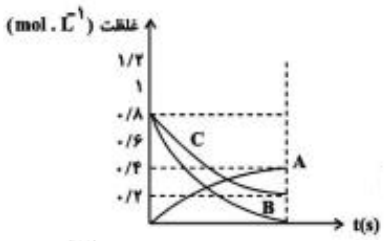
(۳۱) با توجه به تساوی داده شده مشخص کنید، کدام نمودار غلظت- زمان برای تساوی درست است؟

$$\bar{R}_{\text{واکنش}} = \frac{-۲\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{۳\Delta[A]}{\Delta t} = \frac{-۳\Delta[C]}{۲\Delta t}$$

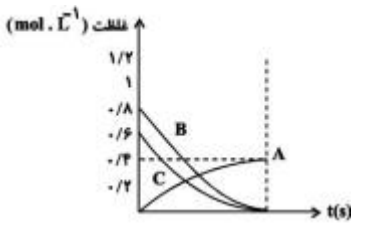
۱)



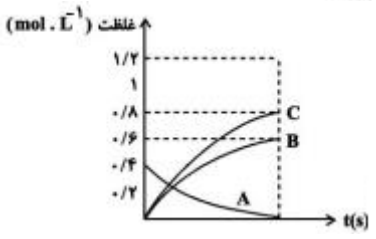
۲)



۳)



۴)



پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

ابتدا معادله واکنش را تعیین می‌کنیم، یعنی طرفین تساوی را در عددی مناسب ($\frac{۱}{۶}$) ضرب کرده تا عددی در صورت کسرهای تساوی داده شده باقی نماند. حال هر عدد مخرج را ضریب استوکیومتری ماده قرار می‌دهیم.

$$-\frac{۲\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{۳\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{۳\Delta[C]}{۲\Delta t} \xrightarrow{\times\frac{۱}{۶}}$$

$$\frac{-\Delta[B]}{۳\Delta t} = \frac{\Delta[A]}{۲\Delta t} = \frac{-\Delta[C]}{۴\Delta t} \Rightarrow ۳B + ۴C \rightarrow ۲A$$

از آن‌جا که نسبت تغییرات غلظت یا مول مواد، همان نسبت بین ضرایب مواد در معادله موازنه شده است، پس نسبت تغییرات غلظت مواد در نمودارها را به دست آورده و با ضرایب استوکیومتری مقایسه می‌کنیم؛ به این ترتیب تنها در گزینه «۱» نمودار به درستی رسم شده است.

(۳۲) اگر در آغاز واکنش « $۳A(g) + ۴B(g) \rightarrow ۲C(g) + D(g)$»، مجموع شمار مول‌های گازی موجود در ظرف ۵ لیتری واکنش، ۲/۸ مول باشد و پس از گذشت ۲ دقیقه این مقدار به ۲/۴ مول کاهش یابد، سرعت متوسط واکنش در این بازه زمانی کدام است؟ (در ابتدای واکنش، فقط واکنش‌دهنده‌ها حضور دارند.)

۱) $۰/۰۱\,mol\,.\,L^{-۱}\,.\,min^{-۱}$
۲) $۰/۲\,mol\,.\,L^{-۱}\,.\,s^{-۱}$
۳) $۰/۰۲\,mol\,.\,L^{-۱}\,.\,min^{-۱}$
۴) $۰/۱\,mol\,.\,L^{-۱}\,.\,s^{-۱}$

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

ضریب استوکیومتری ماده D برابر یک است؛ بنابراین سرعت متوسط تولید ماده D برابر با سرعت متوسط واکنش کلی است.

$$\bar{R}_D = \bar{R}_{\text{واکنش}}$$

میزان کاهش مول گاز = ۲/۸ − ۲/۴ = ۰/۴ mol

شمار مول‌های گازی در معادله موازنه شده واکنش از ۷ مول به ۳ مول می‌رسد؛ بنابراین به ازای ۴ مول کاهش تعداد مول گازی، یک مول D تولید می‌شود، پس می‌توان نوشت:

مقدار مول D تولید شده در ۲ دقیقه = ۰/۴ mol گاز $\times \frac{۱\,mol\ D}{۴\,mol\ \text{گاز}}$

$= ۰/۱\,mol\,D$

$$\bar{R}_{\text{واکنش}} = \bar{R}_D = \frac{\Delta[D]}{\Delta t \times V} = \frac{۰/۱}{\frac{۱۲۰}{۶۰} \times ۵} = ۰/۰۱\,mol\,.\,L^{-۱}\,.\,min^{-۱}$$

(۳۳) در واکنش موازنه نشده $KNO_3(s) \rightarrow K_2O(s) + N_2(g) + O_2(g)$، در مدت زمان ۲۰ دقیقه،۴۰ لیتر گاز اکسیژن با چگالی $1/28\ g.L^{-1}$ تولید می‌شود. کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد این واکنش نادرست است؟

$(O = 16 , N = 14 , K = 39 : g.mol^{-1})$

۱) سرعت متوسط تولید گاز دیگر این واکنش، در همین بازه زمانی، $0/032\ mol.min^{-1}$ است.
۲) در این بازه زمانی، ۱/۲۸ مول پتاسیم نیترات مصرف شده است.
۳) سرعت متوسط واکنش در این بازه زمانی، $0/044\ mol.s^{-1}$ است.
۴) در بازه زمانی ذکر شده، ۶۹/۱۲ گرم از جرم مخلوط مواد جامد واکنش کاهش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

معادله واکنش موازنه شده واکنش به صورت زیر است:

$$4KNO_3(s) \rightarrow 2K_2O(s) + 2N_2(g) + 5O_2(g)$$

تغییرات مول اکسیژن و سرعت متوسط تولید اکسیژن برحسب $mol.min^{-1}$ را به دست می‌آوریم:

$$\Delta n_{O_2} \Rightarrow 40\ L\ O_2 \times \frac{1/28\ g\ O_2}{1\ L\ O_2} \times \frac{1\ mol\ O_2}{32\ g\ O_2} = 1/6\ mol\ O_2$$

$$\bar{R}_{O_2} = \frac{\Delta n_{O_2}}{\Delta t} \Rightarrow \frac{1/6\ mol}{20\ min} \Rightarrow \bar{R}_{O_2} = 0/08\ mol.min^{-1}$$

بررسی گزینه‌ها:

گزینه «۱»: با توجه به داده‌ها، سرعت تولید N_2(در بازه زمانی یکسان) به صورت زیر خواهد بود:

$$\bar{R}_{N_2} = \frac{2}{5}\bar{R}_{O_2} \Rightarrow \bar{R}_{N_2} = \frac{2}{5} \times 0/08 = 0/032\ mol.min^{-1}$$

گزینه «۲»: در این واکنش طی۲۰ دقیقه ۶/۱ مول اکسیژن تولید شده است، مول مصرف شدهKNO_3 برابر است با:

$$?\ mol\ KNO_3 = 1/6\ mol\ O_2 \times \frac{4\ mol\ KNO_3}{5\ mol\ O_2}$$

$$= 1/28\ mol\ KNO_3$$

گزینه «۳»: ابتدا سرعت متوسط اکسیژن را برحسب $mol.s^{-1}$ به دست آورده و سپس سرعت متوسط واکنش را حساب می‌کنیم.

$$0/08\ mol.min^{-1} \times \frac{1\ min}{60\ s} \simeq 1/3 \times 10^{-3}\ mol.s^{-1}$$

$$\bar{R}_{\text{واکنش}} = \frac{\bar{R}_{O_2}}{5} \Rightarrow \bar{R}_{\text{واکنش}} = \frac{1/3 \times 10^{-3}}{5} = 2/6 \times 10^{-4}\ mol.s^{-1}$$

گزینه «۴»: جرم کاهش یافته در این واکنش به دلیل تولید گاز است. بنابراین جرم هر دو گاز را به دست می‌آوریم:

$$\text{جرم } O_2 : 1/6\ mol\ O_2 \times \frac{32\ g\ O_2}{1\ mol\ O_2} = 51/2\ g\ O_2$$

$$\text{جرم } N_2 : 1/6\ mol\ O_2 \times \frac{2\ mol\ N_2}{5\ mol\ O_2} \times \frac{28\ g\ N_2}{1\ mol\ N_2}$$

$$= 17/92\ g\ N_2$$

$$\text{جرم گاز} = 17/92 + 51/2 = 69/12\ g$$

(۳۴) با توجه به اطلاعات جدول داده شده، سرعت متوسط واکنش، در فاصله زمانی۱۰ تا۳۰ ثانیه برحسب $mol\,.\,L^{-1}\,.\,min^{-1}$ کدام است؟

زمان (s) / غلظت $(mol\,.\,L^{-1})$	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰
[A]	۵	-	۲/۲	۱/۴	-
[B]	۰	۰/۸	-	x	۲
[C]	۰	۱/۲	۲/۱	-	y

۱) ۱/۵
۲) ۲/۴
۳) ۳
۴) ۲/۸

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

ابتدا معادله موازنه شده واکنش را به دست آورده و سپس سرعت متوسط تولید یا مصرف یکی از مواد را در فاصله زمانی ۱۰ تا ۳۰ ثانیه تعیین کرده و با تقسیم آن بر ضریب استوکیومتری، سرعت متوسط واکنش را به دست می‌آوریم:

$$\text{بازه } (۱۰ - ۰) \Rightarrow \frac{\Delta[B]}{\text{ضریب } B} = \frac{\Delta[C]}{\text{ضریب } C}$$

$$\Rightarrow \frac{۰/۸}{\text{ضریب } B} = \frac{۱/۲}{\text{ضریب } C} \Rightarrow \frac{\text{ضریب } C}{\text{ضریب } B} = \frac{۳}{۲}$$

$$\text{بازه } (۲۰ - ۰) \Rightarrow -\frac{\Delta[A]}{\text{ضریب } A} = \frac{\Delta[C]}{\text{ضریب } C} \Rightarrow \frac{۲/۸}{\text{ضریب } A} = \frac{۲/۱}{\text{ضریب } C}$$

$$\Rightarrow \frac{۴}{\text{ضریب } A} = \frac{۳}{\text{ضریب } C} \Rightarrow \frac{\text{ضریب } C}{\text{ضریب } A} = \frac{۳}{۴}$$

با توجه به نسبت‌های محاسبه شده، ضرایب استوکیومتری واکنش را می‌نویسیم:

$$\Rightarrow ۴A \rightarrow ۲B + ۳C$$

حال یکی از مواد را انتخاب کرده (B) و سپس سرعت متوسط آن را محاسبه می‌کنیم. در بازه $t = ۰\,s$ الی $t = ۳۰\,s$ می‌توان نوشت:

ماده	A	B
غلظت اولیه $(mol\,.\,L^{-1})$	۵	۰
تغییر غلظت $(mol\,.\,L^{-1})$	-۳/۶	+۱/۸
غلظت نهایی $(mol\,.\,L^{-1})$	۱/۴	+۱/۸

$$\Rightarrow \Delta[B]_{۱۰-۳۰} = [B]_{۳۰} - [B]_{۱۰} = ۱/۸ - ۰/۸ = ۱\ mol\,.\,L^{-1}$$

$$\bar{R}_B = \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{۱\ mol\,.\,L^{-1}}{\frac{۲۰}{۶۰}\ min} = ۳ mol\,.\,L^{-1}\,.\,min^{-1}$$

$$\bar{R}_{\text{واکنش}} = \frac{\bar{R}_B}{\text{ضریب } B} = \frac{۳}{۲} = ۱/۵\ mol\,.\,L^{-1}\,.\,min^{-1}$$

۳۵) کدام گزینه نادرست است؟

۱) چهره آشکار ردپای غذا نشان می‌دهد که سالانه حدود ۳۰% غذایی که در جهان فراهم می‌شود، به مصرف نمی‌رسد و به زباله تبدیل شده و یا از بین می‌رود.

۲) کاهش مصرف غذاهای فراوری شده با کاهش ورود مواد شیمیایی ناخواسته به محیط زیست، که بیانی از اصل شیمی سبز است، مطابقت دارد.

۳) پیش‌بینی می‌شود روند ردپای غذا روی محیط‌زیست سنگین‌تر شده و مساحت کل مورد نیاز برای تأمین اقلام ضروری زندگی بیشتر خواهد شد.

۴) سهم تولید گاز کربن دی‌اکسید در ردپای غذا به مراتب بیش از سوختن سوخت‌ها در خودروها، کارخانه‌ها و ... است.

پاسخ: گزینه ۲

با توجه به جدول زیر، عبارت بیان شده در گزینه «۲» نادرست است.

الگوی کاهش ردپای غذا	بیانی از اصل شیمی سبز
خرید به اندازه نیاز	کاهش تولید زباله و پسماند
کاهش مصرف گوشت و لبنیات	کاهش ورود مواد شیمیایی ناخواسته به محیط زیست
استفاده از غذاهای بومی و فصلی	کاهش مصرف انرژی
کاهش مصرف غذاهای فراوری شده	طراحی مواد و فراورده‌های شیمیایی سالم‌تر