

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بیست و یکمین المپیاد شیمی ایران
مرحله اول – هفتم بهمن هشتاد و نه

(۱) در کدام گونه‌ی شیمیایی زیر با ۱۶ الکترون ظرفیت، اتم مرکزی (X) عنصری از گروه پنجم اصلی جدول تناوبی است؟

الف) NXN^- ب) SXN^- ج) OXN^- د) NXN^{2-}

(۲) حالت فیزیکی کدام ترکیب شیمیایی در شرایط عادی به صورت گازی است؟

الف) SiH_4 ب) BeF_2 ج) $AlCl_3$ د) $TiCl_4$

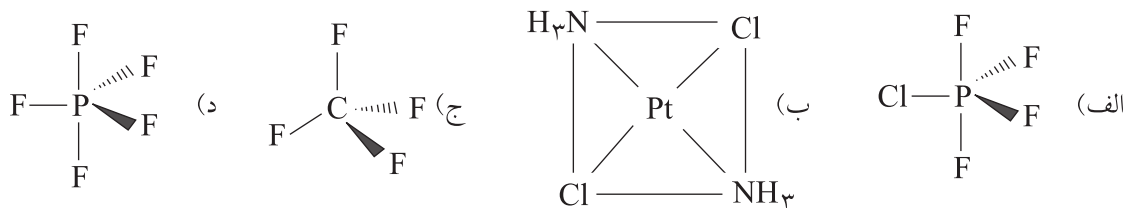
(۳) تعداد الکترون‌های جفت نشده در کدام یون واسطه از همه بیشتر است؟

الف) $24Cr^{2+}$ ب) $26Fe^{2+}$ ج) $25Mn^{2+}$ د) $23V^{2+}$

(۴) کدام ترکیب تعداد اتم‌های بیش‌تری دارد؟

الف) آمونیوم هیدروژن فسفات ب) آمونیوم دی‌کرومات
ج) روی استات د) آمونیوم هیدروژن کربنات

(۵) کدام ترکیب قطبی است؟



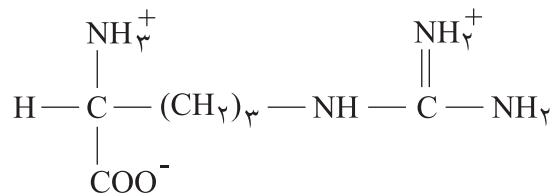
(۶) کدام گونه‌ی شیمیایی باید به صورت آنیونی و یک بار منفی باشد؟

الف) IOF_5 ب) ICl_4 ج) BrF_5 د) SF_6

(۷) کدام گونه‌ی شیمیایی خمیده است؟

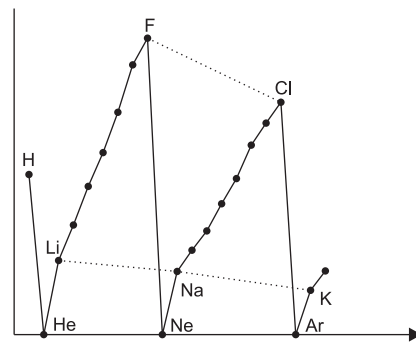
الف) کربن دی‌اکسید ب) هیدروژن سیانید ج) قلع (II) کلرید د) تری یدید

(۸) در فرمول شیمیایی زیر چه تعداد از اتم‌ها با توجه به آرایش الکترونی آنها با اتم‌های مجاور، آرایش هندسی مسطح سه ضلعی دارند؟



الف) ۲ ب) ۴ ج) ۱ د) ۳

۹) نمودار زیر، تغییر کدام ویژگی عنصرهای جدول تناوبی را بر حسب عدد اتمی آن‌ها نشان می‌دهد؟



الف) واکنش پذیری ب) انرژی نخستین یونش ج) الکترونگاتیوی د) بار مؤثر هسته

۱۰) عنصر X بیشترین الکترونگاتیوی را در تناوب دوم جدول تناوبی دارد و عنصر Y دارای بیشترین انرژی یونش در تناوب سوم است. فرمول کدام ترکیب زیر بر اساس قاعده‌ی اکتت درست است؟

الف) HY ب) OX_2 ج) XY د) OX

۱۱) AO_3^- شکل هرمی دارد. با رعایت قاعده‌ی اکتت، A به ترتیب از راست به چپ به کدام دوره و گروه جدول تناوبی تعلق دارد؟

الف) ۲ و ۵ ب) ۲ و ۷ ج) ۳ و ۵ د) ۳ و ۷

۱۲) کدام مقایسه در مورد ویژگی‌های داده شده درست است؟

الف) انرژی پیوند گوگرد-اکسیژن: $SO_2 > SO_3 > SO_3^{2-}$ ب) نقطه‌ی جوش: $HF > HCl > HBr > HI$
 ج) نقطه‌ی ذوب: $11Na < 19K < 37Rb$ د) انرژی شبکه: $Al_2O_3 > Na_2O > MgO$

۱۳) در کدام گزینه، زوایای پیوند در همه‌ی گونه‌ها با یکدیگر برابر است؟

الف) ClO_3^- , O_3 , NH_3^- ب) ClO_3^- , BF_3 , CO_3^{2-}
 ج) CH_2Cl_2 , SF_4 , $AlCl_4^-$ د) N_2O , CS_2 , NO_2^+

۱۴) نام کدام ترکیب شیمیایی درست است؟

الف) $CoPO_4$: کبالت(II) فسفات ب) NH_4BrO_2 : آمونیوم برمیت
 ج) Cl_2O_5 : کلرو پنتوکسید د) $Mg(NO_2)_2$: منیزیم نیتريد

۱۵) در بین مولکول‌های زیر چه تعداد مولکول قطبی می‌توان یافت که کلیه‌ی پیوندهای آن قطبی باشد؟

الف) ۳ ب) ۲ ج) ۱ د) ۴
 (گازی) $BeCl_2$ SO_2 SiH_2F_2 C_2H_6 H_2O_2

۱۶) ۲۵ میلی‌لیتر محلول $10^{-3} \times 2$ مولار $AgNO_3$ با ۲۵ میلی‌لیتر محلول X مولار KCN مخلوط می‌شود. در صورتی که $Ag(CN)_2^-$ تولید شود و غلظت CN^- آزاد باقی مانده در محلول $10^{-3} \times 2$ مولار باشد، غلظت X مولار اولیه‌ی KCN چه قدر بوده است؟

الف) 10^{-3} ب) 4×10^{-3} ج) 2×10^{-3} د) 8×10^{-3}

(۱۷) در اثر سوختن CS_2 مایع، CO_2 و SO_2 تولید می‌شود. اگر حجم گاز تولید شده در شرایط STP برابر $16/8$ لیتر باشد، حجم CS_2 (با چگالی $1/25 \text{ g/cm}^3$) چند میلی‌لیتر بوده است؟

$$(S = 32, C = 12)$$

الف) $30/4$ (ب) $5/6$ (ج) $15/2$ (د) $11/2$

(۱۸) در واکنش وزن‌های مساوی از K و H_2O ، 5 گرم H_2O واکنش نداده باقی می‌ماند. چند لیتر H_2 در شرایط STP تولید می‌شود؟

$$(H = 1, O = 16, K = 39)$$

الف) $4/48$ (ب) $3/31$ (ج) $5/33$ (د) $2/67$

از واکنش 10 گرم کربنات فلز M با فرمول MCO_3 با HCl ، $2/5$ لیتر گاز CO_2 با چگالی $1/76 \text{ g/L}$ تولید شده است. درصد جرم فلز M در نمک کربنات چه قدر است؟

الف) 40 (ب) $28/5$ (ج) $48/2$ (د) $34/6$

(۲۰) محلول $Ca(NO_3)_2$ با غلظت $0/6$ مولار و HNO_3 (با چگالی $1/2 \text{ g/cm}^3$) و درصد وزنی $31/5$ (%) با نسبت حجمی به ترتیب 4 به 1 مخلوط می‌شوند. غلظت NO_3^- در محلول نهایی چه قدر است؟

$$(H = 1, N = 14, O = 16)$$

الف) $1/68$ (ب) $2/16$ (ج) $5/8$ (د) $0/9$

(۲۱) غلظت M^+ در محلولی به حجم 100 mL که از حل شدن کامل $1/74$ گرم نمک M_2SO_4 در آب حاصل شده است برابر $0/2$ مولار است. جرم اتمی M کدام است؟

الف) 23 (ب) 39 (ج) $85/5$ (د) 7

(۲۲) 200 میلی‌لیتر از یک محلول با $9/8$ گرم نمک آبدار $Na_2CO_3 \cdot xH_2O$ درست شده است. اگر غلظت Na^+ برابر $0/5$ مولار باشد، تعداد x در نمک آبدار کدام است؟

الف) 5 (ب) 2 (ج) 4 (د) 10

(۲۳) نقطه‌ی جوش کدام محلول آبی از بقیه بالاتر است؟

الف) $0/01$ مولال شکر (ب) $0/1$ مولال اتانول (ج) $0/02$ مولال Na_2SO_4 (د) $0/2$ مولال اتانول

(۲۴) اگر در فشار 1 atm و دمای 0°C همه‌ی مولکول‌های اوزون را روی سطح زمین جمع کنیم، لایه‌ای به ضخامت 3 mm تشکیل می‌دهد. بر این اساس بر فراز هر متر مربع از سطح زمین چند مول اوزون وجود دارد؟

الف) $1/3$ (ب) $1/3 \times 10^{-4}$ (ج) $1/3 \times 10^{-2}$ (د) $0/13$

(۲۵) میزان افزایش نقطه‌ی جوش آب در محلول $0/010$ مولال A دقیقاً نصف این میزان در محلول $0/015$ مولال B است. A و B به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟

الف) $Ca(NO_3)_2$ و $Fe(NO_3)_3$ (ب) $Ca(NO_3)_2$ و $NaNO_3$
 ج) $Ca(NO_3)_2$ و $Fe(NO_3)_3$ (د) $NaNO_3$ و $Ca(NO_3)_2$

(۲۶)

چگالی محلول ۶/۸ مولال H_2SO_4 در آب برابر $1/25 g/cm^3$ است. مولاریته‌ی این محلول چند است؟

($H_2SO_4 = 98 g/mol$)

الف) ۵/۱ مولار ب) ۴/۱ مولار ج) ۸/۵ مولار د) ۶/۸ مولار

(۲۷) انرژی جنبشی یک ذره از رابطه‌ی $\frac{1}{2}MV^2$ به دست می‌آید. در دمای اتاق متوسط سرعت مولکول‌های N_2 چند برابر متوسط سرعت مولکول‌های O_2 است؟

الف) ۱/۰۰ ب) ۱/۰۷ ج) ۰/۹۳ د) ۱/۱۴

(۲۸) کدام عوامل باعث افزایش انحلال‌پذیری گازها در آب می‌شود؟

الف) کاهش دمای آب و کاهش فشار گاز
ب) افزایش دمای آب و افزایش فشار گاز
ج) کاهش دمای آب و افزایش فشار گاز
د) افزایش دمای آب و کاهش فشار گاز

(۲۹) کدام نمک در آب محلول است؟

الف) $BaSO_4$ ب) Rb_3PO_4 ج) $PbCl_2$ د) $CaCO_3$

(۳۰) ضریب وانتهوف در کدام محلول از همه بزرگ‌تر است؟

الف) ۰/۰۰۱ مولار Na_3PO_4 ب) ۰/۰۱ مولار Na_3PO_4
ج) ۰/۰۰۱ مولار $NaCl$ د) ۰/۰۱ مولار $NaCl$

(۳۱) مطابق جدول زیر، یک نمونه گاز N_2 طی فرایندی از حالت (۱) به حالت (۲) رسیده است. نسبت $\frac{P_2}{P_1}$ برابر است با:

حالت (۱)	حالت (۲)	خاصیت
۴۵°	۳۵°	دما (کلوین)
۴۰	۲۸	حجم (لیتر)
P_2	P_1	فشار (کیلوپاسکال)

الف) ۰/۹۰ ب) ۱/۱۱ ج) ۰/۵۴ د) ۱/۸۴

(۳۲) اگر ۵۴ گرم محلول سیر شده‌ی $AgNO_3$ در آب $60^\circ C$ را تا دمای $20^\circ C$ سرد کنیم، مقداری $AgNO_3$ ته‌نشین می‌شود. چند گرم آب $20^\circ C$ باید به این ظرف اضافه کنیم تا دوباره کل $AgNO_3$ ته‌نشین شده در محلول حل شود؟ (حلالیت $AgNO_3$ در دماهای $60^\circ C$ و $20^\circ C$ به ترتیب ۲۴۰ و ۲۱۶ گرم در ۱۰۰ گرم آب است.)

الف) ۲۰/۳ ب) ۱۰/۰ ج) ۱۲/۷ د) ۱۰/۴

(۳۳) عنصر ^{29}Cu دارای چند الکترون با عدد کوانتومی مغناطیسی $m_l = +1$ می‌باشد؟

الف) ۴ ب) ۵ ج) ۶ د) ۳

(۳۴) فرمول شیمیایی باریم پراکسید کدام است؟

الف) BaO ب) BaO_2 ج) $Ba(O_2)_2$ د) Ba_2O_2

(۳۵) چه تعدادی از گونه‌های زیر، با رعایت قاعده‌ی هشت‌تایی دارای یک پیوند دوگانه است؟

الف) ۶ ب) ۴ ج) ۵ د) ۳

$COCl_2$ $POCl_3$ $SOCl_2$ $NOCl$ C_2H_2 CH_2O

(۳۶) در کدام گزینه عدد اکسایش دو عنصری که زیر آن‌ها خط کشیده شده است، یکسان است؟

الف) OF_2 و OCl_2 (ب) NH_4NO_3 (ج) ClF_3 و $ClBr_3$ (د) CaH_2 و NaF

(۳۷) توصیف کدام عدد کوانتومی نادرست است؟

الف) تعداد اوربیتال‌ها: m_l (ب) اندازه‌ی اوربیتال: n
ج) شکل فضایی اوربیتال: l (د) جهت گردش الکترون حول محور خود: m_s

(۳۸) پس از گرم کردن ۵/۱۶ گرم از یک جسم جامد متبلوری به فرمول $XSO_4 \cdot 2H_2O$ ، مقدار ۴/۰۸ گرم نمک بی‌آب به دست می‌آید. X کدام عنصر است؟

الف) Na (ب) Ca (ج) Sr (د) Ba

(۳۹) کدام عبارت نادرست است؟

الف) پرتوهای X که قدرت نفوذ بسیار زیادی دارند با تاباندن پرتوهای کاتدی روی یک آند فلزی به دست می‌آیند.
ب) ایزوتوپ‌های یک عنصر به دلیل داشتن عدد اتمی مشابه، خواص شیمیایی مشابه دارند.
ج) پرتو β ، بخشی از پرتوی رادیواکتیو است که از ورق کاغذ به راحتی عبور می‌کند.
د) فلوئورسنت ماده‌ای است که تابش نور از آن، پس از قطع شدن نور ادامه می‌یابد.

(۴۰) ΔS و ΔH یک واکنش مورد مطالعه مثبت و مستقل از دما فرض می‌شود و نسبت $\frac{\Delta S}{\Delta H} = 0.025 \text{ K}^{-1}$ را برای آن در نظر می‌گیریم. معلومات کدام سطر از جدول با توجه به آن و دمای داده شده به طور دقیق درست است؟

	۵۰۰ K	۴۰۰ K	۳۰۰ K	
الف)	$\Delta G < 0$	$\Delta G = 0$	$\Delta G > 0$	
ب)	$\Delta G > 0$	$\Delta G = 0$	$\Delta G < 0$	
ج)	$\Delta G < 0$	$(T\Delta S - \Delta H) > 0$	$\Delta G > 0$	
ج)	$\Delta G > 0$	$T\Delta S = \Delta H$	$\Delta G < 0$	

(۴۱) برای تبدیل ۱ گرم آب با دمای 100°C به بخار آب با همان دما، ۵۴۰ کالری گرما در فشار ۱ اتمسفر مصرف می‌شود. آنتالپی مولی بخار به میزان چند کالری از آنتالپی مولی آب مایع در دمای داده شده بیش تر است؟

($H = 1$, $O = 16$)

الف) ۱۰۸۰۰ (ب) ۵۴۰۰ (ج) ۹۷۲۰ (د) ۵۴۰

(۴۲) گرمای تشکیل اوزون، $O_3(g)$ ، از اکسیژن، $O_2(g)$ ، برابر با 143 kJ/mol است. از تجزیه‌ی ۰/۴۸۸ لیتر گاز اوزون به اکسیژن چه مقدار گرما به ژول در شرایط یکسان آزاد می‌شود؟ (حجم داده شده در شرایط STP است. قدر مطلق گرمای آزاد شده مورد نظر است.)

الف) ۲۸۶ (ب) ۲/۸۶۰ (ج) ۴۳/۰۰۰ (د) ۲۸۶۰

(۴۳) از سوختن کامل ۱ گرم مخلوط گازی شامل $H_2(g)$ و $CH_4(g)$ در اکسیژن در آزمایشگاه، $73/06$ کیلوژول گرما آزاد می‌شود. نسبت مولی $\frac{H_2(g)}{CH_4(g)}$ در مخلوط گازی داده شده کدام است؟ می‌دانیم که گرمای سوختن $H_2(g)$ و $CH_4(g)$ در همان شرایط به ترتیب برابر $142/9$ و $55/6$ کیلوژول بر گرم است.

$$(H = 1, C = 12)$$

الف) ۲ (ب) ۱ (ج) ۳ (د) ۴

(۴۴) آنتالپی تفکیک پیوند $H - F$ در $HF(g)$ بر حسب کیلوژول بر مول کدام است؟ (می‌دانیم که گرمای تشکیل $HF(g)$ برابر با 271 kJ/mol و آنتالپی تفکیک پیوند $H - H(g)$ و $F - F(g)$ به ترتیب 436 و 158 کیلوژول بر مول است.)

الف) $432/5$ (ب) 568 (ج) 550 (د) 426

(۴۵) یک سامانه‌ی بسته در فشار ثابت گرمایی برابر با 500 cal دریافت می‌کند و کاری برابر با W انجام می‌دهد به طوری که تساوی $\Delta E = 400$ cal برای آن برقرار می‌شود. نسبت $\frac{\Delta E}{W}$ موقعی که هر دو بر حسب کالری بیان شود کدام است؟

الف) $1/25$ (ب) 5 (ج) -5 (د) $-1/25$

(۴۶) یک سامانه‌ی بسته با مبادله‌ی گرمای q_1 و کار W_1 از یک حالت آغازی (۱) با انرژی درونی E_1 به یک حالت بعدی (۲) با انرژی درونی E_2 تحول می‌یابد و سپس با مبادله‌ی گرمای دیگری (q_2) و کار دیگری (W_2) به همان حالت آغازی (۱) برمی‌گردد. کدام گزینه در مورد آن درست است؟

الف) $q_1 + W_1 = q_2 + W_2$ (ب) $q_1 + q_2 + W_1 + W_2 = 0$
ج) $q_2 - q_1 = W_2 - W_1$ (د) $W_1 + W_2 = q_1 + q_2$

(۴۷) همان‌گونه که یک سامانه‌ی بسته دارای انرژی درونی (E) است، دارای آنتالپی (H) است. به طوری که $(PV) + E_{سامانه} = H_{سامانه}$. با توجه به آن، کدام گزینه بدون قید و شرط درست است؟ (V حجم سامانه و P فشار روی آن است.)

الف) $H_{سامانه} > E_{سامانه}$ (ب) $\Delta H_{سامانه} > \Delta E_{سامانه}$ (ج) $\Delta H = q$ (د) $\Delta H_{سامانه} = \Delta E_{سامانه}$

(۴۸) کدام مورد در ردیف سوخت‌های فسیلی نیست؟
الف) گاز طبیعی (ب) زغال سنگ (ج) نفت (د) زغال چوب یا زغال معمولی

(۴۹) کدام گزینه نادرست است؟

الف) استفاده از انرژی هسته‌ای و خورشیدی یکی از راه‌های کنترل آلودگی است.

ب) اوزون (O_3) در برابر فرابنفش ناپایدار است.

ج) ایجاد باران اسیدی در نتیجه‌ی تشکیل سولفوریک اسید در هوا، یک آلاینده‌ی نوع اول است.

د) $CO_2(g)$ ، $H_2O(g)$ و $CH_4(g)$ در ردیف گازهای مهم گلخانه‌ای هستند.

(۵۰) تشکیل استلاکتیت و استلاگمیت در برخی غارها نتیجه‌ی کدام فرایند است؟

الف) تبدیل کلسیم هیدروکسید به کلسیم اکسید در سقف و در کف غارها

ب) تشکیل محلول فوق سیر شده از حل شدن نمک‌های موجود در زمین در آب‌های زیرزمینی

ج) تشکیل رسوب سدیم کلرید در سقف و در کف غارها

د) تبدیل کلسیم هیدروژن کربنات محلول در آب به کلسیم کربنات نامحلول در آب

(۵۱) انحلال پذیری سدیم کلرید در آب در دمای 20°C برابر با ۳۸ گرم سدیم کلرید در ۱۰۰ گرم آب است. چند گرم سدیم کلرید از ۴۶ گرم محلول سیر شده‌ی آن در آب در دمای داده شده قابل حصول است؟

الف) ۱۲/۶۷ (ب) ۱۷/۴۸ (ج) ۱۹/۰۰ (د) ۲۰/۲۱

(۵۲) ظرفیت گرمایی ویژه‌ی آب مایع برابر با $4/185 \frac{\text{J}}{\text{g}\cdot^{\circ}\text{C}}$ است. چه مقدار گرما بر حسب کیلوژول برای بالا بردن دمای ۱ کیلوگرم آب مایع از 5°C به 15°C لازم است؟

الف) ۴۱۸/۵ (ب) ۴۱/۸۵ (ج) ۴۱۸۵ (د) ۴۱۸۵۰

(۵۳) نقطه‌ی جوش کدام ترکیب از همه بالاتر است؟

الف) CH_3NH_2 (ب) CH_2F_2 (ج) CH_3OH (د) $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2$

(۵۴) دسته‌ای از ترکیبات آلی که در ساختار آن‌ها گروه $\text{C}=\text{O}$ متصل به نیتروژن وجود داشته باشد، امید نامیده می‌شوند. برای ترکیبی با فرمول بسته‌ی $\text{C}_7\text{H}_7\text{NO}$ چه تعداد ساختار آمیدی می‌توان در نظر گرفت؟

الف) ۵ (ب) ۲ (ج) ۴ (د) ۳

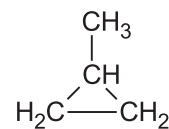
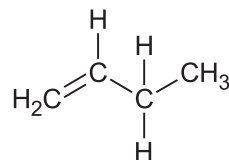
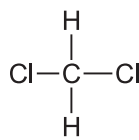
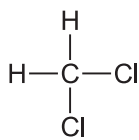
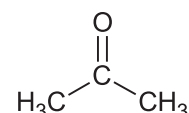
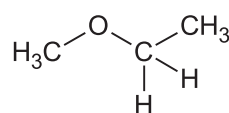
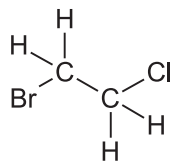
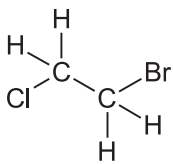
(۵۵) اگر تحت شرایط مناسب ۲ اتم هیدروژن در بوتان نرمال با کلر جایگزین شود، احتمال تشکیل چند ایزومر ساختاری وجود دارد؟

الف) ۵ (ب) ۲ (ج) ۳ (د) ۶

(۵۶) ترکیبی با فرمول بسته‌ی $\text{C}_{14}\text{H}_{10}$ یک هیدرو کربن بنزوئیدی است که فقط شامل حلقه‌های بنزنی است. چند ایزومر ساختاری می‌توان برای آن در نظر گرفت؟

الف) ۳ (ب) ۱ (ج) ۲ (د) ۴

(۵۷) در شکل زیر چند ایزومر دیده می‌شود؟



الف) ۴ (ب) ۲ (ج) ۳ (د) ۱

(۵۸) نام کدام ترکیب‌ها درست است؟

۱	$\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ اتیل استات	۳	۴- اتیل - ۳،۳- دی متیل هگزان
۲	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ اتیل استات	۴	۳- اتیل - ۴،۴- دی متیل هگزان

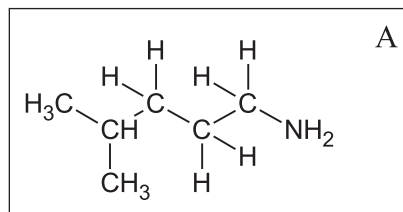
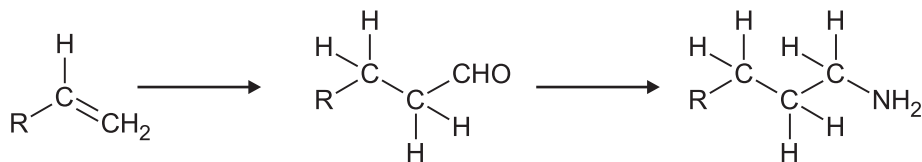
(د) ۱ و ۴

(ج) ۲ و ۴

(ب) ۱ و ۳

(الف) ۲ و ۳

(۵۹) اگر تبدیلات زیر تحت شرایط مناسب امکان پذیر باشد برای تهیهی A کدام آلکن مورد نیاز است؟



(د) ۳- متیل - ۱- پنتن

(ج) ۴- متیل - ۱- پنتن

(ب) ۳- متیل - ۱- بوتن

(الف) ۲- متیل - ۲- بوتن

(۶۰) کدام گزینه فراوردهی B را در معادلهی واکنش زیر به درستی نشان می دهد؟

