

# مرحله اول بیستمین المپیاد شیمی ایران

## اول بهمن ماه هشتاد و هشت

تذکرات آزمون: ضمن آرزوی موفقیت برای شما داوطلب گرامی، خواهشمند است به موارد زیر دقیقاً توجه کنید.

- تعداد سوالات این آزمون، ۶۰ سوال و وقت آن ۱۲۰ دقیقه است.
- پاسخ به درست به هر سوال ۳ نمره‌ی مثبت و پاسخ غلط ۱ نمره‌ی منفی دارد. در هر سوال از میان گزینه‌های داده شده دقیقاً یک گزینه پاسخ صحیح آن سوال است.
- استفاده از ماشین حساب در این آزمون مجاز است.

۱) کدام دسته از عناصر زیر همگی پرتوزا می‌باشند؟

الف) فلزات قلیایی      ب) لانتانیدها      ج) آکتینیدها      د) فلزات قلیایی خاکی

۲) خاصیت نافلزی کدام عنصر از همه بیش تر است؟

الف)  $B$       ب)  $Be$       ج)  $Ga$       د)  $Sn$

۳) عبارت کدام گزینه نادرست است؟

الف) در هر تناوب با افزایش بار مؤثر هسته‌ی اتم‌ها، جدا شدن الکترون از اتم به صرف انرژی کم‌تری نیاز دارد.  
ب) اورانیوم از دسته‌ی آکتینیدها به شمار می‌آید که از واپاشی هسته‌ی اتم آن برای تولید برق در نیروگاه استفاده می‌شود.  
ج) در هر گروه اصلی با افزایش اثر پوششی الکترون‌های درونی، شعاع اتم نیز افزایش می‌یابد.  
د) کلر با محلول سدیم برومید واکنش می‌دهد و برم تولید می‌شود.

۴) اگر آرایش الکترونی  $A^{2-}$  و  $D^{2+}$  هر یک به  $3p^6$  ختم شود، عبارت کدام گزینه درست است؟

الف) اتم  $D$  به دوره‌ی چهارم و اتم  $A$  به دوره‌ی سوم تعلق دارد.  
ب) اتم  $A$  به گروه چهارم و اتم  $D$  به گروه دوم تعلق دارد.  
ج) اتم  $D$  عنصر واسطه و اتم  $A$  عنصر اصلی است.  
د) تفاوت تعداد الکترون‌های  $A$  و  $D$  برابر ۱۲ است.

۵) عبارت کدام گزینه در مورد فلزات قلیایی نادرست است؟

الف) تفاوت اندازه‌ی شعاع‌های اتمی و یونی آن‌ها زیاد است.  
ب) حتی با آب سرد واکنش می‌دهند.  
ج) آرایش الکترونی آخرین لایه‌ی آن‌ها  $ns^1$  می‌باشد.  
د) با افزایش عدد اتمی، دمای ذوب آن‌ها افزایش می‌یابد.

۶) عنصر  $A$  در گروه یک و تناوب سوم و عنصر  $B$  در گروه سیزده و تناوب چهارم قرار دارد. تفاوت عدده پروتون‌های این دو عنصر کدام است؟

الف) ۲۵      ب) ۲۰      ج) ۱۵      د) ۱۰

۷) عدد اکسایش فسفر در  $K[PF_6]$  با عدد اکسایش فسفر در کدام ترکیب یکسان است؟

الف)  $NaH_2PO_2$       ب)  $P_4$       ج)  $H_2PO_2$       د)  $H_3PO_4$

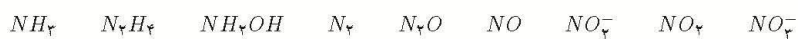
۸) عبارت کدام گزینه نادرست است؟

الف) بسیاری از مایع‌ها مانند آب، از سطح شروع به انجماد می‌کنند.  
ب) در زمستان دمای آب در اعماق دریاچه از  $4^\circ C$  پایین‌تر نمی‌رود.  
ج) چگالی یخ از چگالی آب به حالت مایع کم‌تر است.  
د) مولکول‌های آب در یخ در مقایسه با مولکول‌های آب در حالت مایع، از نظم بیش‌تری برخوردارند.

۹) می‌خواهیم یک کیلوگرم محلول ۱۵ درصد وزنی استیک اسید را از محلول اولیه‌ای که ۳۶ درصد وزنی استیک اسید دارد و چگالی آن  $1.045$  گرم بر میلی‌لیتر است تهیه کنیم. داده‌های کدام گزینه این منظور را برآورده می‌کنند؟

الف) رقیق کردن  $417$  میلی‌لیتر محلول ۳۶ درصد وزنی با  $583$  میلی‌لیتر آب مقطر  
ب) رقیق کردن  $417$  گرم محلول ۳۶ درصد وزنی با  $583$  میلی‌لیتر آب مقطر  
ج) رقیق کردن  $336$  میلی‌لیتر محلول ۳۶ درصد وزنی با  $640$  میلی‌لیتر آب مقطر  
د) رقیق کردن  $336$  گرم محلول ۳۶ درصد وزنی با  $640$  میلی‌لیتر آب مقطر

۱۰) در چه تعداد از گونه‌های شیمیایی شناخته شده‌ی زیر از نیتروژن، حالت اکسایش قراردادی نیتروژن مثبت است؟



الف) ۴ (ب) ۳ (ج) ۵ (د) ۶

۱۱) هر قدر تعداد یون‌های یک محلول بیش‌تر باشد آن محلول الکترولیت قوی‌تری است. کدام یک از محلول‌های زیر قوی‌ترین الکترولیت است؟



۱۲) آنیون کدام عنصر زیر شعاع بزرگ‌تری دارد؟

الف)  $S^{2-}$  (ب)  $P^{3-}$  (ج)  $Cl^{-}$  (د)  $O^{2-}$

۱۳) حل‌پذیری شکر معمولی ( $M = 342 \text{ g/mol}$ ) در آب،  $200$  گرم در  $100$  میلی‌لیتر محلول است. ساخارین ( $M = 183.2 \text{ g/mol}$ ) قندی است که  $500$  بار از شکر معمولی شیرین‌تر است. شیرینی یک لیتر محلول سیرشده‌ی شکر معمولی با محلول چند گرم در لیتر ساخارین برابری می‌کند؟

الف)  $3.36$  (ب)  $4$  (ج)  $2.12$  (د)  $0.12$

۱۴) اگر میزان کربن مونواکسید ( $CO$ ) در هوای اتاقی  $10^{-6} \text{ mol/L}$  باشد، غلظت کربن مونواکسید در خون یک انسان بالغ که به مدت  $8$  ساعت از این هوا تنفس می‌کند چه مقدار خواهد بود؟ (میزان تنفس هوا را در انسان بالغ که حجم خون وی  $5$  لیتر است،  $12$  لیتر در دقیقه بپذیرد.)

الف)  $0.28 \text{ M}$  (ب)  $0.64 \text{ M}$  (ج)  $7.80 \times 10^{-5} \text{ M}$  (د)  $4.61 \times 10^{-2} \text{ M}$

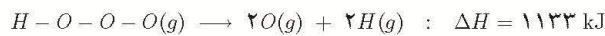
۱۵) کدام یک از تساوی‌های زیر نادرست است؟

الف)  $W_P = \Delta E_P - q_P$  (ب)  $q_P = \Delta H$  (ج)  $q_V = \Delta E$  (د)  $q - W = \Delta H - \Delta E$

۱۶) مجموع آنتالپی  $1$  مول  $CO_2(g)$  و  $2$  مول  $H_2O(g)$  به مقدار  $802.34 \text{ kJ}$  از مجموع آنتالپی  $1$  مول  $CH_4(g)$  و  $2$  مول  $O_2(g)$  در دمای  $25^\circ C$  کوچک‌تر است. از سوختن کامل  $3/2$  گرم  $CH_4(g)$  در گاز اکسیژن،  $O_2(g)$  چند کیلوژول گرما در فشار ثابت آزاد می‌شود؟ (قدر مطلق گرما مورد نیاز است.) ( $H = 1$ ,  $C = 12$ )

الف)  $54.250$  (ب)  $80.234$  (ج)  $160.468$  (د)  $802.340$

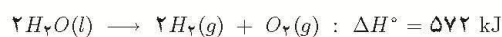
۱۷) انرژی پیوند  $O-O$  در مولکول  $H-O-O-H(g)$  با در نظر گرفتن معلومات داده شده برحسب کیلوژول بر مول در شرایط یکسان کدام است؟



(انرژی پیوند  $O-H$  را در  $H-O-O-H$  و  $H-O-H$  یکسان فرض کنید. انرژی پیوند و آنتالپی پیوند را یکسان فرض کنید.)

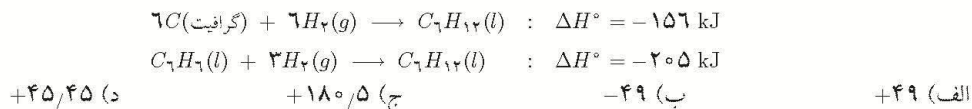
الف)  $106.5$  (ب)  $377.67$  (ج)  $213$  (د)  $426$

۱۸) آنتالپی تشکیل (گرمای تشکیل)  $H_2O(l)$  با در نظر گرفتن معلومات داده شده برحسب  $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  کدام است؟ (در شرایط یکسان)



الف)  $+572$  (ب)  $+286$  (ج)  $-572$  (د)  $-286$

۱۹)  $\Delta H_f^\circ$  بنزن مایع،  $C_6H_6(l)$ ، با در نظر گرفتن معلومات داده شده، برحسب کیلوژول بر مول در شرایط یکسان کدام است؟



۲۰) واکنش «  $CO(g) + 2H_2(g) \rightarrow CH_3OH(g)$  » انرژی «  $CH_3OH(g)$  » یک بار در حجم و دمای ثابت و بار دیگر در فشار و دمای ثابت انجام می‌شود. مقایسه‌ی  $q_P$  و  $q_V$  واکنش کدام است؟

(دمای ثابت در دو حالت یکسان است. تغییر انرژی وابسته به واکنش در شکل گرما و کار مبادله می‌شود.)

(الف)  $q_P < q_V$  (ب)  $q_P > q_V$  (ج)  $q_P = q_V$  (د) به معلومات بیش‌تر نیاز است.

۲۱) در کدام گونه‌ی شیمیایی الکترون‌های موجود در لایه‌ی ظرفیت اتم مرکزی همه از نوع پیوندی هستند؟ (آنتیموان (Sb) در گروه نیتروژن قرار دارد.)



۲۲) در کدام گونه‌ی شیمیایی ظرفیت زنون (Xe) از همه کم‌تر است؟



۲۳) کدام مولکول دارای گشتاور دوقطبی است؟



۲۴) در کدام گونه‌ی شیمیایی تعداد الکترون‌های جفت نشده‌ی فلز واسطه از همه بیش‌تر است؟ (تمام این یون‌ها پارامغناطیسی‌اند.)



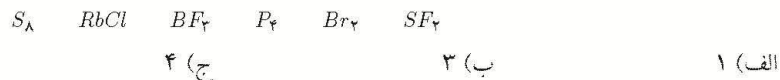
۲۵) کدام گونه‌ی شیمیایی با توجه به تعداد جفت الکترون‌های موجود در لایه‌ی ظرفیت اتم مرکزی (اعم از پیوندی و ناپیوندی) خطی است؟ (قاعده‌ی هشتایی را در نظر داشته باشید.)



۲۶) مجموع الکترون‌های ظرفیت کدام گونه‌ی شیمیایی متفاوت است؟ (Xe یک گاز نجیب است.)



۲۷) در چه تعداد از مولکول‌های زیر پیوندهای کووالانسی قطبی وجود دارد؟



۲۸) با در نظر گرفتن رابطه‌ی کلی  $\frac{(1/0.7 \times 10^5)\gamma|Z_+||Z_-|}{r_+ + r_-}$  برای محاسبه‌ی انرژی شبکه که در آن  $\gamma$  برابر تعداد یون‌ها،  $Z_+$  و  $Z_-$  قدرمطلق بارهای مثبت و منفی و  $r_+$  و  $r_-$  شعاع کاتیون و آنیون است، انرژی شبکه‌ی کدام ترکیب یونی از همه بیش‌تر است؟

(فاصله‌ی بین یونی :  $MgO = 212 \text{ pm}$  ,  $CaF = 233 \text{ pm}$  ,  $MgCl = 253 \text{ pm}$  ,  $CsF = 300 \text{ pm}$ )



واکنش زیر در دمای ۲۹۸ K خودبه خود انجام می‌شود. کدام گزینه در مورد آن درست است؟ (۲۹)



الف)  $\Delta G > \Delta H$  (ب)  $\Delta S < 500 \text{ J/K}$  (ج)  $\Delta S = 700 \text{ J/K}$  (د)  $\Delta S > 735 \text{ J/K}$

(۳۰) گرمای سوختن بوتان ( $C_4H_{10}$ ) و متان ( $CH_4$ ) در شرایط یکسان به ترتیب برابر با  $-2878$  و  $-890$  کیلوژول بر مول می‌باشد. مقایسه‌ی قدر مطلق گرمای حاصل از سوختن یک گرم بوتان و یک گرم متان در شرایط داده شده کدام است؟

( $C = 12, H = 1$ )

الف) بوتان = متان (ب) بوتان < متان  
ج) بوتان > متان (د) به معلومات بیش تر نیاز است.

(۳۱) در کدام گزینه هر دو گونه، شکل هندسی مشابه دارند؟

الف)  $BF_3, NF_3$  (ب)  $O_2, NH_2^-$  (ج)  $OF_2, BeF_2$  (گازی) (د)  $CS_2, NO_2$

(۳۲) انرژی سیستم تک الکترونی از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود. انرژی یونش هیدروژن برحسب کیلوژول بر مول کدام است؟ ( $Z$  بار هسته و  $N = 6.022 \times 10^{23}$  است.)

$$E = -2.18 \times 10^{-18} \left( \frac{Z^2}{n^2} \right) \text{ J}$$

الف)  $1/31 \times 10^2$  (ب)  $2/18 \times 10^{-18}$  (ج)  $4/26 \times 10^{-18}$  (د)  $2/62 \times 10^2$

(۳۳)  $X$  به گروه ششم جدول تناوبی تعلق دارد. در کدام مورد باری که به گونه‌ی مورد نظر نسبت داده شده نادرست است؟

الف)  $HX^-$  (ب)  $XO_3^{2-}$  (ج)  $HXO_4^-$  (د)  $XO_4^{2-}$

(۳۴) ظرفیت گرمایی ویژه‌ی ( $J \cdot g^{-1} \cdot K^{-1}$ ) آلومینیوم دو برابر ظرفیت گرمایی ویژه‌ی آهن است. نسبت ظرفیت گرمایی مولی آلومینیوم به ظرفیت گرمایی مولی آهن کدام است؟

( $Al = 27, Fe = 56$ )

الف) ۲ (ب) ۰/۹۶۴ (ج) ۲/۰۷۴ (د) ۱

(۳۵) عددهای کوانتومی الکترون آخرین لایه‌ی کدام دو گونه‌ی شیمیایی می‌تواند به صورت زیر باشد؟

$$n = 3, l = 2, m_l = +2, m_s = -1/2$$

الف)  $25Br^-$ ,  $21Sc^{3+}$  (ب)  $30Zn$ ,  $32As^{3-}$  (ج)  $29Cu^+$ ,  $31Ga^{3+}$  (د)  $26Fe$ ,  $24Cr^+$

(۳۶) اگر مایع مولکولی  $B$  دارای چگالی ( $\rho$  (g/mL)) و جرم مولی ( $M$  (g/mol)) باشد، تعداد مولکول‌های  $B$  در یک لیتر این مایع از کدام رابطه محاسبه می‌شود؟ ( $N_A$  عدد آووگادرو است.)

الف)  $\frac{\rho \times 1000}{M \times N_A}$  (ب)  $\frac{1000 \times \rho \times N_A}{M}$  (ج)  $\frac{N_A \times \rho}{M \times 1000}$  (د)  $\frac{M \times \rho \times N_A}{1000}$

(۳۷) کدام ترتیب درست است؟

الف) شعاع یونی:  $11Na^+ = 12Mg^{2+} > 13Al^{3+}$  (ب) واکنش پذیری:  $2Li > 11Na > 19K > 37Rb$   
ج) انرژی نخستین یونش:  $14Si < 15P < 16S < 17Cl$  (د) نقطه‌ی جوش:  $H_2O > H_2Te > H_2Se > H_2S$

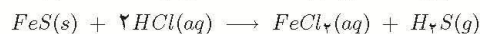
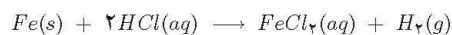
۳۸) برای واکنش کامل ۵۰ میلی لیتر محلول سولفوریک اسید ۰/۲ مولار به چند گرم  $NaOH$  با درجه خلوص ۸۰٪ نیاز است؟

( $Na = ۲۳, O = ۱۶, H = ۱$ )

الف) ۲ (ب) ۰/۵ (ج) ۰/۸ (د) ۱

۳۹) یک نمونه ۵ گرمی آهن(II) سولفید صنعتی که حاوی مقداری آهن فلزی است، با هیدروکلریک اسید واکنش داده می شود. حجم گاز هیدروژن تولید شده در شرایط استاندارد (STP) ۰/۲ لیتر است. درصد خلوص آهن(II) سولفید ( $FeS$ ) چه قدر است؟

( $Fe = ۵۵/۸۵, H = ۱, S = ۳۲$ )



الف) ۴۰ (ب) ۱۰ (ج) ۶۰ (د) ۹۰

۴۰) از احتراق ترکیب خالصی که شامل  $C, H, O$  است به وزن ۰/۶ گرم در بمب گرماسنجی، مقدار ۱/۵۱۴۴ گرم  $CO_2$  و ۰/۲۶۵۶ گرم  $H_2O$  تولید شد. فرمول مولکولی این ترکیب کدام است؟

( $C = ۱۲, H = ۱, O = ۱۶$ )

الف)  $C_7H_6O$  (ب)  $C_7H_6O$  (ج)  $C_7H_5O$  (د)  $C_7H_6O_2$

۴۱) از تجزیه ۱۰ گرم کلسیم کربنات چند گرم جسم جامد برجای می ماند در صورتی که بازده واکنش ۴۰٪ باشد؟

( $Ca = ۴۰, C = ۱۲, O = ۱۶$ )

الف) ۱/۷۶ (ب) ۲/۲۴ (ج) ۸/۲۴ (د) ۶/۶

۴۲) در کدام ترکیب همه ی اتم ها به آرایش الکترونی گاز نجیب پس از خود رسیده اند؟

الف)  $NH_4Cl$  (ب)  $SF_4$  (ج)  $AlCl_3$  (د)  $CaF_2$

۴۳) در محدوده ی رنگ های مرئی، کدام نور کمترین انرژی را دارد؟

الف) قرمز (ب) زرد (ج) آبی (د) بنفش

۴۴) ظرفیت گرمایی ویژه ی آب ۱۰ برابر ظرفیت گرمایی ویژه ی آهن است. اگر ۲ کیلوگرم آب  $20^\circ C$  را در یک کاسه ی آهنی ۱ کیلوگرمی با دمای  $125^\circ C$  بریزیم و این دو همدمای شوند، دمای نهایی چند  $^\circ C$  می شود؟ (از مبادله ی گرما یا محیط اطراف صرف نظر کنید.)

الف) ۲۹/۵ (ب) ۲۵ (ج) ۵۵ (د) ۷۲/۵

۴۵) کدام یک از عناصر زیر شبه فلز است؟

الف)  $Sn$  (ب)  $Ga$  (ج)  $Ge$  (د)  $Se$

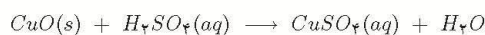
۴۶) در کدام گونه ی شیمیایی زیر زاویه ی پیوند از همه بیش تر است؟

الف)  $SOCl_2$  (ب)  $POCl_3$  (ج)  $COCl_2$  (د)  $NH_4^+$

۴۷) تعداد مولکول ها در کدام گزینه بیش تر است؟

الف) ۱ گرم  $H_2O$  (ب) ۱/۴ گرم  $N_2$  (ج) ۱/۶ گرم  $O_2$  (د) ۲ گرم  $CO_2$

۴۸) از واکنش ۲۰ گرم مس(II) اکسید با مقدار استوکیومتری از محلول ۲۰% جرمی سولفوریک اسید، محلولی از مس(II) سولفات به دست آمده است. جرم آب موجود در محلول برحسب گرم در پایان واکنش چه قدر است؟  
(تمام مس(II) سولفات به صورت محلول در آمده است.)  
( $Cu = 64, S = 32, O = 16, H = 1$ )



الف) ۱۰۲/۵ (ب) ۲۴/۵ (ج) ۴/۵ (د) ۹۸

۴۹) انحلال پذیری  $KNO_3$  در آب در دماهای  $8^\circ C$  و  $20^\circ C$  به ترتیب ۱۴۵ و ۲۷ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. ۴۹ گرم از یک محلول سیرشده  $KNO_3$  در دمای  $80^\circ C$  را تا دمای  $20^\circ C$  سرد می‌کنیم و محلول سیرشده‌ی جدیدی به وجود می‌آید. چند گرم  $KNO_3$  ته‌نشین شده است؟

الف) ۲۳/۶ (ب) ۱۸/۶ (ج) ۲۲/۸ (د) ۲۶/۶

۵۰) هوا تقریباً شامل ۷۸% نیتروژن، ۲۱% اکسیژن و ۱% آرگون است. در دما و فشار یکسان، چگالی گاز  $CO_2$  چند برابر چگالی هوا است؟

( $N = 14, O = 16, Ar = 40, C = 12$ )

الف) ۰/۶۶ (ب) ۱ (ج) ۱/۵ (د) ۳

۵۱) از هر تن سنگ معدن آهن مورد استفاده در کارخانه ذوب آهن که فقط حاوی ۷۵% ترکیب  $Fe_2O_3$  است، عملاً ۲۷۰ کیلوگرم آهن به دست می‌آید. بازده کارخانه‌ی ذوب آهن حدوداً چند درصد است؟

( $Fe = 56, O = 16$ )



الف) ۷۵ (ب) ۵۰ (ج) ۳۲ (د) ۶۸

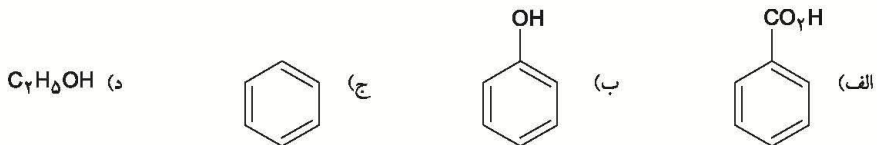
۵۲) ترکیبی با فرمول بسته  $C_7H_{10}O$  یک اتر است. برای این ترکیب با گروه عاملی اتری چند ساختار می‌توان رسم کرد؟

الف) ۲ (ب) ۳ (ج) ۵ (د) ۴

۵۳) کدام روش برای جداسازی اجزای مخلوطی متشکل از نفتالن و ماسه مناسب‌تر است؟

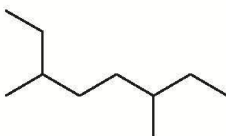
- الف) به مخلوط آب اضافه کرده و سپس از صافی عبور می‌دهیم.  
ب) به مخلوط یک حلال آلی مناسب اضافه کرده و سپس از صافی عبور می‌دهیم.  
ج) به مخلوط آب و یک حلال آلی مناسب اضافه کرده و سپس از صافی عبور می‌دهیم.  
د) به مخلوط به کمک شعله حرارت می‌دهیم، نفتالن سوخته و جدا می‌شود.

۵۴) حل پذیری کدام ترکیب در آب از همه کم‌تر است؟



۵۵) میانگین انرژی جنبشی در یک گاز ایده‌آل به چه عاملی (عواملی) بستگی دارد؟  
 الف) دما و فشار (ب) فقط دما (ج) دما و حجم (د) دما، فشار و حجم

۵۶) نام درست ترکیب زیر کدام است؟



الف) ۳،۶-دی‌متیل‌اکتان (ب) ۲-اتیل-۵-متیل‌هپتان  
 ج) ۶-اتیل-۳-متیل‌هپتان (د) ۵،۲-دی‌اتیل‌هگزان

۵۷) تترا اتیل سرب به ترتیب چه اثری بر عدد اکتان و سرعت سوختن مولکول‌های راست زنجیر بنزین دارد؟  
 الف) افزایش، کاهش (ب) افزایش، افزایش (ج) کاهش، افزایش (د) کاهش، کاهش

۵۸) یک الکل سیر شده در شرایط مناسب به آلدهیدی با همان تعداد اتم کربن تبدیل و ۳/۳۳ درصد از وزن آن کم می‌شود. این آلدهید کدام است؟

الف)  $C_7H_6O$  (ب)  $CH_2O$  (ج)  $C_6H_8O$  (د)  $C_7H_6O$

۵۹) کدام مولکول از همه قطبی‌تر است؟

الف)  $CH_2CH_2CH_2CHO$  (ب)  $CH_2CH_2COCH_2$   
 ج)  $CH_2CH_2COOH$  (د)  $CH_2CH_2OCH_2CH_2$

۶۰) افزودن سوخت‌های اکسیژن‌دار به بنزین هیدروکربنی معمولی به ترتیب اعداد اکتان را ..... و تولید گازهای آلاینده را ..... می‌دهد.

الف) کاهش، کاهش (ب) افزایش، افزایش (ج) کاهش، افزایش (د) افزایش، کاهش