



## دفترچه سؤالات به همراه پاسخ تستی مرحله اول بیست و دومین دوره المپیاد شیمی سال ۱۳۹۰

تعداد سؤالات چند گزینه‌ای	مدت آزمون (دقیقه)
۳۵	۱۸۰

استفاده از ماشین حساب غیر قابل برنامه‌ریزی مجاز است.

توضیحات مهم

### تذکرات آزمون:

- ضمن آرزوی موفقیت برای شما دانش‌پژوه گرامی، خواهشمند است قبل از پاسخ به سؤالات آزمون به موارد زیر توجه کنید:
- این آزمون شامل **۳۵ پرسش چهارگزینه‌ای** و وقت آن **۱۸۰ دقیقه** است.
- پاسخ درست به هر سؤال ۳ نمره‌ی مثبت و پاسخ غلط یک نمره‌ی منفی دارد.
- در هر سؤال از میان گزینه‌های داده‌شده دقیقاً یک گزینه پاسخ صحیح است.
- استفاده از ماشین حساب در این آزمون مجاز است.
- استفاده از جدول تناوبی عناصر در این آزمون مجاز نیست.
- همراه داشتن تلفن همراه (حتی خاموش) در طول زمان آزمون مجاز نیست.
- آزمون مرحله دوم برای دانش‌آموزان سال اول دبیرستان تنها جنبه‌ی تشویق و آمادگی برای سال آینده دارد و شرکت‌کنندگان در دوره‌ی تابستانی از بین دانش‌آموزان دوم و سوم دبیرستان انتخاب می‌شوند.
- فقط داوطلبانی می‌توانند دفترچه‌ی سؤالات را با خود ببرند که تا پایان آزمون در جلسه حضور داشته باشند.
- پاسخنامه‌ی تستی این آزمون توسط **کمیته‌ی علمی ماخ** تهیه شده است.

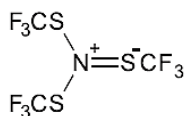
۱- کدام گونه‌ی شیمیایی در شرایط عادی به حالت مایع است؟

- (الف) برم (ب) بور تری‌فلوئورید (ج) زنون (د) سدیم

۲- در مولکول  $PF_4Cl$  با جانشین کردن  $Cl$  به وسیله‌ی  $F$  مقدار گشتاور دو قطبی (قطبیت) مولکول.....

- (الف) کاهش می‌یابد. (ب) افزایش می‌یابد. (ج) به صفر می‌رسد. (د) تغییر نمی‌کند.

۳- زاویه‌ی پیوند  $SNS$  در مولکول  $N(SCF_3)_3$  برابر  $118/8$  درجه است. آرایش هندسی زوج الکترون‌ها پیرامون چه تعداد از اتم‌ها (به جز اتم‌های  $F$ ) منحصراً به صورت چهاروجهی است؟ یکی از شکل‌های رزونانسی این مولکول به صورت زیر است:



- (الف) ۶ (ب) ۳ (ج) ۵ (د) ۷

۴- در گونه‌ی شیمیایی  $NXN^{n+}$  ( $n = 0, -1, -2$ ) به جای  $X$  کدام دسته از اتم‌های زیر را می‌توان قرار داد؟ (در این سوال فقط فرمول کلی مطرح است.)

- (الف)  $C, B, Be$  (ب)  $N, C, B$  (ج)  $O, C, Be$  (د)  $N, C, O$

۵- در  $[PMo_{12}O_{40}]^{3-}$  ( $NH_4$ )<sub>۳</sub> مجموع بارهای مثبت اتم‌ها کدام است؟ (اتم  $Mo$  به گروه کروم تعلق دارد.)

- (الف) ۸۹ (ب) ۸۰ (ج) ۷۵ (د) ۷۲

۶- فرمول شیمیایی کدام ترکیب درست است؟

- (الف) کلسیم هیپوکلریت:  $Ca(ClO_2)_2$  (ب) باریم پرمنگنات:  $Ba(MnO_4)_2$   
(ج) آمونیوم هیپوفسفیست:  $(NH_4)_2HPO_3$  (د) آلومینیم نیتريد:  $Al_2N_3$

۷- فاصله‌ی دو اتم کلر در مولکول  $BeCl_2$  برابر  $a$  و طول پیوند  $Cl-Cl$  در  $Cl_2$  برابر  $b$  است. شعاع کووالانسی اتم  $Be$  برابر است با:

- (الف)  $\frac{a}{2}$  (ب)  $\frac{a-2b}{2}$  (ج)  $\frac{a-b}{2}$  (د)  $\frac{2a-b}{2}$

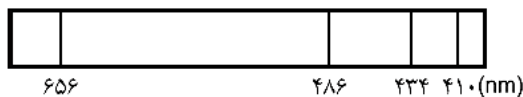
۸- نسبت تعداد آنیون به کاتیون در باریم پراکسید چند است؟

- (الف) ۰/۵ (ب) ۲ (ج) ۱/۵ (د) ۱

۹- یون  $NH_4^+$  چند الکترون بیش‌تر از نوترون دارد؟

- (الف) ۳ (ب) ۲ (ج) ۱ (د) ۴

۱۰- شکل زیر، بخش مرئی طیف نشری خطی اتم هیدروژن را نشان می دهد. کدام طول موج بر حسب نانومتر نشان دهنده انتقال الکترونی  $n = 4 \rightarrow n = 2$  است؟



۶۵۶ (د)

۴۳۴ (ج)

۴۸۶ (ب)

۴۱۰ (الف)

۱۱- در کدام گزینه انرژی شبکه‌ی بلور سدیم فلئورید NaF از هر دو ترکیب داده شده بیش تر است؟

$AlF_3, MgF_2$  (د)

$LiF, KCl$  (ج)

$Na_2O, LiF$  (ب)

$KF, NaCl$  (الف)

۱۲- کدام مقایسه نادرست است؟

(ب) انرژی نخستین یونش:  $Al > Mg > P$

(الف) نقطه‌ی جوش:  $CH_4 < SiH_4 < GeH_4$

(د) واکنش پذیری:  $I_2 > BT_2 > Cl_2 > F_2$

(ج) شعاع یونی:  $Ca^{2+} > SiH_4 > Ga^{3+}$

۱۳- هر سه ساختار چهاروجهی منتظم دارند. X، Y و Z به ترتیب از راست به چپ به کدام گروه‌های جدول تعلق دارند؟

(د) ۳، ۵، ۶

(ج) ۷، ۵، ۴

(ب) ۵، ۳، ۶

(الف) ۳، ۵، ۴

۱۴- کدام ترتیب برای زاویه‌ی پیوند گونه‌های داده شده درست است؟

(ب)  $NO_2^+ = I_3^- = N_2O$

(الف)  $BeCl_2(g) > AlCl_3 > AlCl_3$

(د)  $NH_3 = PH_3 = NF_3$

(ج)  $SO_3^{2-} > SO_2 > SO_3$

۱۵- کدام گونه مسطح نیست؟

(د) ۲۳

(ج) ۱۰۰۰

(ب) ۵۸/۵

(الف) ۱

۱۶- در ارتفاع ۱۰ کیلومتری از سطح زمین، فشار هوا ۲۱۸ میلی متر جیوه و دما ۴۵- درجه‌ی سانتی‌گراد است. در این دما و فشار، حجم مولی گازها چند لیتر است؟

(د) ۱۸/۷

(ج) ۹۳/۵

(ب) ۶۵/۲

(الف) ۷۸/۱

۱۷- کدام یک از محلول‌های زیر در دمای  $25^\circ C$  فشار بخار بیش تری دارد؟

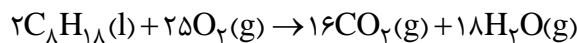
(الف) محلول ۰/۰۲ مولال NaCl در آب

(ب) محلول ۰/۰۱ مولال KCl در آب

(ج) محلول ۰/۰۲ مولال شکر در آب

(د) محلول ۰/۰۱ مولال  $MgSO_4$  شکر در آب

۱۸- چگالی بنزین ۰/۸ گرم بر میلی لیتر است و طبق واکنش زیر می سوزد:



اگر در کشور روزانه ۵۷ میلیون لیتر بنزین سوزانده شود، روزانه چند مول اکسیژن بر اساس معادله‌ی بالا مصرف می شود؟

$$(H=1, C=12, O=16)$$

(د)  $5/7 \times 10^8$

(ج)  $4 \times 10^8$

(ب)  $6 \times 10^9$

(الف)  $5 \times 10^9$

۱۹- در محلول ۱/۸۱ مولار  $H_2SO_4$  در آب، درصد جرمی سولفوریک اسید، ۱۶ درصد است. چگالی این محلول بر حسب گرم بر میلی لیتر کدام است؟

$$(H=1, O=16, S=32)$$

(د) ۱/۰۰

(ج) ۱/۱۱

(ب) ۱/۱۸

(الف) ۱/۲۹

۲۰- برای آنکه دمای ۱۰ گرم آب از ۱۰ درجه‌ی سانتی گراد به ۲۰ درجه‌ی سانتی گراد افزایش یابد، گرمایی برابر با ۴۱۸ ژول لازم است. ظرفیت گرمایی ویژه‌ی آب بر حسب  $J/g^\circ C$  کدام است؟

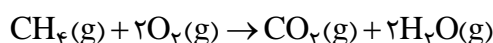
(د) ۴/۱۸

(ج) ۴۱۸

(ب) ۴۱/۸

(الف) ۱

۲۱- واکنش زیر در داخل یک سیلندر و در زیر یک پیستون روان با فشار ثابت در دمای ثابت انجام می شود و گرمایی برابر با q را آزاد می کند. کدام گزینه برای آن نادرست است؟



(د)  $q < W$

(ج)  $\Delta H > \Delta E$

(ب)  $\Delta H = \Delta E$

(الف)  $\Delta H = q$

۲۲- گرمای لازم برای تبخیر ۱ گرم از مایعات آب، الکل معمولی و کلروفرم به ترتیب برابر با ۲۲۶۰، ۸۶۰ و ۲۵۰ ژول است. کدام گزینه در مورد مقایسه‌ی نیروهای جاذبه‌ی بین مولکولی در سه مایع ذکر شده درست است؟

(الف) کلروفرم < الکل < آب (ب) کلروفرم > الکل > آب (ج) کلروفرم > الکل < آب (د) کلروفرم < الکل > آب

۲۳- از واکنش استیلن ( $C_2H_2$ ) با  $H_2$ ، اتان تشکیل می شود. آنتالپی استاندارد تشکیل استیلن و اتان به ترتیب ۲۲۷+ و ۸۵- کیلوژول بر مول است. آنتالپی استاندارد پیوند C-H و H-H به ترتیب برابر ۴۱۰ و ۴۳۵ کیلوژول بر مول در نظر گرفته می شود. با توجه به آن، پیوند سه گانه‌ی کربن - کربن به چه میزان بر حسب کیلوژول بر مول از پیوند ساده‌ی کربن - کربن قوی تر است؟

(د) ۴۲۲/۵

(ج) ۸۴۵

(ب) ۳۱۲

(الف) ۴۵۸

۲۴- برقراری شرط  $\Delta G = 0$  برای یک واکنش در دمای T و فشار ثابت P نشانه‌ی برقراری تعادل در واکنش است. حال اگر واکنش در دمای دیگری مانند  $T' (T' > T)$  و فشار P با پیشرفت خودبه خود همراه شود، کدام گزینه در مورد  $\Delta S$  واکنش درست است؟ ( $\Delta H$ ) و  $\Delta S$  را مستقل از دما در نظر بگیرید.

(د)  $\Delta S > 0$

(ج)  $\Delta S = 0$

(ب)  $\Delta S < 0$

(الف)  $\Delta S = \frac{\Delta G - \Delta H}{T}$

۲۵- HA یک اسید ضعیف است. این اسید به طور جزئی در آب به  $H^+$  و  $A^-$  یونیده می شود. وقتی ۱ مول HA در مقدار مناسبی آب حل شود، مجموع مولکول های HA یونیده نشده و یون های  $H^+$  و  $A^-$  در محلول روی هم برابر ۱/۱ مول می شود. درصد تفکیک یونی HA در شرایط داده شده کدام است؟

- الف) ۱۱٪ (ب) ۱۰٪ (ج) ۵٪ (د) ۱٪

۲۶- گرمای حاصل از سوختن ۱/۸ گرم پودر شامل اکسالیک اسید و لاکتیک اسید به نسبت جرمی ۵۰٪ در فشار ثابت برابر ۱۶ کیلوژول است (گرما آزاد شده است). هر گاه آنتالپی مولی ساختن اکسالیک اسید خالص در شرایط یکسان از دما و فشار برابر با  $255 \text{ kJ/mol}$  در نظر گرفته شود، آنگاه آنتالپی سوختن لاکتیک اسید در شرایط داده شده بر حسب کیلوژول بر مول کدام است؟ (جرم مولی هر یک از دو اسید داده شده را برابر با ۹۰ گرم در نظر بگیرید.)

- الف) ۵۱۰- (ب) ۲۶۹۰- (ج) ۱۳۴۵- (د) ۲۷۱-

۲۷- تعداد کل اتمها در ۶ لیتر از  $C_2H_6$  با چگالی  $9 \text{ g/L}$  چه قدر است؟ ( $H=1, C=12$ )

- الف)  $1.08 \times 10^{23}$  (ب)  $8.67 \times 10^{23}$  (ج)  $1.67 \times 10^{24}$  (د)  $4.67 \times 10^{23}$

۲۸- پودر تجارتي کلسیم کلرید دارای ۲۷ درصد  $CaCl_2$  و ۱۰ درصد آب است. پس از مدتی بر اثر جذب رطوبت، مقدار آب آن به ۲۰ درصد افزایش یافته است. درصد  $CaCl_2$  در محصول نهایی چه قدر است؟

- الف) ۶۹٪ (ب) ۶۲٪ (ج) ۵۸٪ (د) ۶۴٪

۲۹- ۶۴ گرم از هر کدام از گازهای  $O_2$  و  $SO_2$  در یک پیستون روان تحت شرایط STP با هم واکنش می دهند تا گاز  $SO_3$  تشکیل شود. حجم کل گازها در پیستون بعد از انجام کامل واکنش چند لیتر است؟ ( $O=16, S=32$ )

- الف) ۵۶ (ب) ۲۲/۴ (ج) ۷۷/۴ (د) ۳۳/۶

۳۰- به ۴۰ میلی لیتر محلول ۰/۱ مولار HCl، ۱۰ میلی لیتر محلول ۰/۱ مولار باریم هیدروکسید اضافه کرده و به مخلوط حاصل، ۵۰ میلی لیتر آب می افزاییم. واکنش دهنده ی اضافی کدام ماده و غلظت آن چند مولار است؟

- الف)  $Ba(OH)_2, 10^{-3}$  (ب)  $HCl, 2 \times 10^{-4}$  (ج)  $HCl, 2 \times 10^{-3}$  (د)  $Ba(OH)_2, 5 \times 10^{-3}$

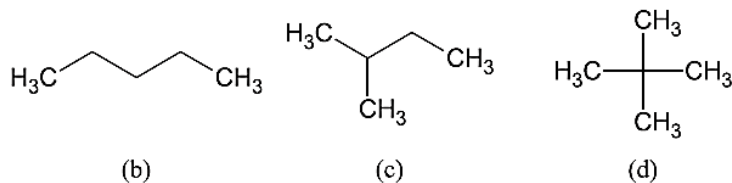
۳۱- نمونه ای از فلز X به وزن ۲/۷۳ گرم با ۹۰۰ میلی لیتر گاز  $O_2$  اکسیدی به فرمول  $X_2O_3$  می دهد. در همین شرایط چگالی اکسیژن  $1.3 \text{ g/L}$  است. وزن اتمی عنصر X کدام است؟ ( $O=16$ )

- الف) ۱۰۱ (ب) ۲۷ (ج) ۷۰ (د) ۵۶

۳۲- ایمینها دسته ای از ترکیبات آلی هستند که در ساختار آنها پیوند دوگانه ی کربن- نیتروژن وجود دارد. برای ترکیبی با فرمول بسته ی  $C_3H_7N$  چه تعداد ایزومر ساختاری به صورت ایمین می توان در نظر گرفت؟

- الف) ۳ (ب) ۵ (ج) ۴ (د) ۲

۳۳- کدام گزینه نقطه‌ی جوش ترکیبات را درست نشان می‌دهد؟



(د)  $d > c > b$

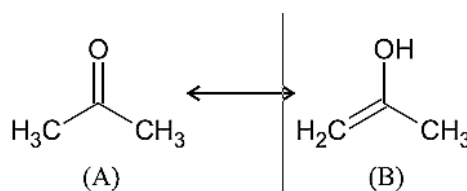
(ج)  $d > b > c$

(ب)  $b > c > d$

(الف)  $b > d > c$

۳۴- ترکیبی به دو شکل (A) و (B) وجود دارد که به هم تبدیل می‌شوند. با توجه به اطلاعات داده شده، این ترکیب بیش‌تر به کدام شکل یافت می‌شود؟

پیوند	انرژی kJ/mol	پیوند	انرژی kJ/mol
C-C	۳۴۷	C=O	۷۴۵
C-O	۳۵۸	C-H	۴۱۳



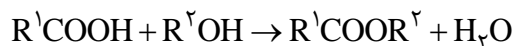
(ب) B

(الف) به صورت مساوی از هر دو شکل

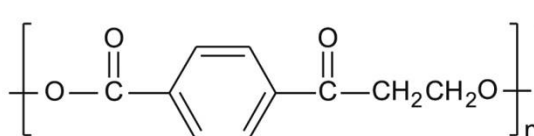
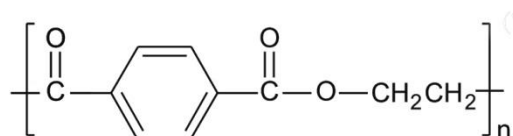
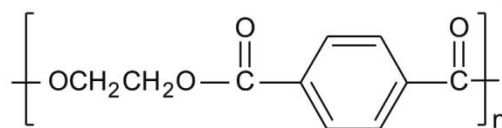
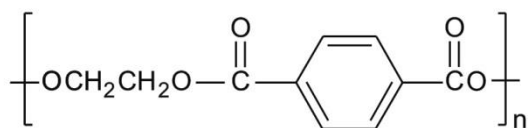
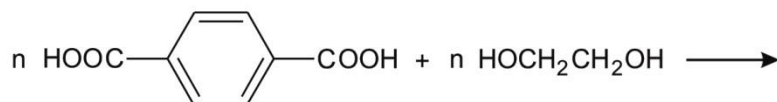
(د) با معلومات داده شده قابل پیش بینی نیست.

(ج) A

۳۵- استرها را می‌توان از واکنش کربوکسیلیک اسیدها و الکل‌ها تحت شرایط مناسب تهیه کرد:



اگر تعداد زیادی از مولکول‌های الکل و کربوکسیلیک اسید به طریق فوق به هم وصل شوند، یک پلی‌استر که دسته‌ای از پلیمرها می‌باشد به دست می‌آید. کدام گزینه ساختار پلی‌استر حاصل از واکنش زیر را درست نشان می‌دهد؟



## کلید سوالات

۱  ه  د  ج  ب  الف  
 ۲  ه  د  ج  ب  الف  
 ۳  ه  د  ج  ب  الف  
 ۴  ه  د  ج  ب  الف  
 ۵  ه  د  ج  ب  الف  
 ۶  ه  د  ج  ب  الف  
 ۷  ه  د  ج  ب  الف  
 ۸  ه  د  ج  ب  الف  
 ۹  ه  د  ج  ب  الف  
 ۱۰  ه  د  ج  ب  الف  
 ۱۱  ه  د  ج  ب  الف  
 ۱۲  ه  د  ج  ب  الف  
 ۱۳  ه  د  ج  ب  الف  
 ۱۴  ه  د  ج  ب  الف  
 ۱۵  ه  د  ج  ب  الف  
 ۱۶  ه  د  ج  ب  الف  
 ۱۷  ه  د  ج  ب  الف  
 ۱۸  ه  د  ج  ب  الف  
 ۱۹  ه  د  ج  ب  الف  
 ۲۰  ه  د  ج  ب  الف

۲۱  ه  د  ج  ب  الف  
 ۲۲  ه  د  ج  ب  الف  
 ۲۳  ه  د  ج  ب  الف  
 ۲۴  ه  د  ج  ب  الف  
 ۲۵  ه  د  ج  ب  الف  
 ۲۶  ه  د  ج  ب  الف  
 ۲۷  ه  د  ج  ب  الف  
 ۲۸  ه  د  ج  ب  الف  
 ۲۹  ه  د  ج  ب  الف  
 ۳۰  ه  د  ج  ب  الف  
 ۳۱  ه  د  ج  ب  الف  
 ۳۲  ه  د  ج  ب  الف  
 ۳۳  ه  د  ج  ب  الف  
 ۳۴  ه  د  ج  ب  الف  
 ۳۵  ه  د  ج  ب  الف  
 ۳۶  ه  د  ج  ب  الف  
 ۳۷  ه  د  ج  ب  الف  
 ۳۸  ه  د  ج  ب  الف  
 ۳۹  ه  د  ج  ب  الف  
 ۴۰  ه  د  ج  ب  الف

۴۱  ه  د  ج  ب  الف  
 ۴۲  ه  د  ج  ب  الف  
 ۴۳  ه  د  ج  ب  الف  
 ۴۴  ه  د  ج  ب  الف  
 ۴۵  ه  د  ج  ب  الف  
 ۴۶  ه  د  ج  ب  الف  
 ۴۷  ه  د  ج  ب  الف  
 ۴۸  ه  د  ج  ب  الف  
 ۴۹  ه  د  ج  ب  الف  
 ۵۰  ه  د  ج  ب  الف  
 ۵۱  ه  د  ج  ب  الف  
 ۵۲  ه  د  ج  ب  الف  
 ۵۳  ه  د  ج  ب  الف  
 ۵۴  ه  د  ج  ب  الف  
 ۵۵  ه  د  ج  ب  الف  
 ۵۶  ه  د  ج  ب  الف  
 ۵۷  ه  د  ج  ب  الف  
 ۵۸  ه  د  ج  ب  الف  
 ۵۹  ه  د  ج  ب  الف  
 ۶۰  ه  د  ج  ب  الف