



باسمه تعالی  
وزارت آموزش و پرورش  
مرکز ملی پرورش استعداد‌های درخشان و دانش پژوهان جوان  
معاونت دانش پژوهان جوان  
مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیت‌هاست. «امام خمینی (ره)»

## دفترچه سؤالات بیست و دومین المپیاد شیمی کشور

# کد دفترچه سوال ۱

### مرحله اول

۹۰/۱۲/۴

تعداد سوال	زمان آزمون
۳۵	۱۰۰ دقیقه

#### تذکرات:

- ضمن آرزوی موفقیت برای شما داوطلب گرامی، خواهشمند است به موارد زیر دقیقاً توجه کنید.
- پاسخ درست به هر سوال ۳ نمره مثبت و پاسخ غلط ۱ نمره منفی دارد.
- همراه داشتن تلفن همراه مجاز نیست. در صورت داشتن تلفن همراه، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید تا آن را تحویل بگیرد. در غیر این صورت حتی اگر از آن استفاده نکنید تقلب محسوب خواهد شد. همراه داشتن ماشین حساب مجاز است.
- برگه پاسخ‌نامه را دستگاه تصحیح می‌کند، پس آن را تا نکنید و تمیز نگه دارید.
- آزمون مرحله دوم برای دانش‌آموزان سال اول دبیرستان تنها جنبه تشویقی و آمادگی برای سال آینده دارد و شرکت‌کنندگان در دوره تابستانی از بین دانش‌آموزان پایه دوم و سوم دبیرستان انتخاب می‌شوند.
- پس از پایان آزمون می‌توانید دفترچه سؤالات را همراه خود ببرید.

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

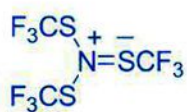
- (۱) برم (۲) بورتری فلوئورید (۳) زنون (۴) سدیم

۲- در مولکول  $PF_4Cl$  با جانشین کردن  $Cl$  به وسیله  $F$  مقدار گشتاور دوقطبی (قطبیت) مولکول ...

- (۱) کاهش می یابد (۲) افزایش می یابد (۳) به صفر می رسد (۴) تغییر نمی کند

۳- زاویه پیوند  $SNS$  در مولکول  $N(SCF_3)_3$  برابر  $118/8$  درجه است. آرایش هندسی زوج الکترون ها پیرامون چه تعداد از اتم ها

(بجز اتم های  $F$ ) منحصر به صورت چهاروجهی است؟ یکی از شکل های رزونانسی این مولکول به صورت زیر است:



- (۱) ۶ (۲) ۳ (۳) ۵ (۴) ۷

۴- در گونه شیمیایی  $N \times N^n$  ( $n = 0, -1, -2$ ) به جای  $X$  کدام دسته از اتم های زیر را می توان قرار داد. در این سوال فقط فرمول کلی مطرح است.

- (۱)  $C, B, Be$  (۲)  $N, C, B$  (۳)  $O, C, Be$  (۴)  $N, C, O$

۵- در  $(NH_4)_3[PMo_{12}O_{40}]$  مجموع بارهای مثبت اتم ها کدام است؟ اتم  $Mo$  به گروه کروم تعلق دارد.

- (۱) ۸۹ (۲) ۸۰ (۳) ۷۵ (۴) ۷۲

۶- فرمول شیمیایی کدام ترکیب درست است؟

- (۱) کلسیم هیپوکلریت ،  $Ca(ClO_2)_2$  (۲) باریم پرمنگنات ،  $Ba(MnO_4)_2$   
(۳) آمونیم هیپوفسفات ،  $(NH_4)_2HPO_3$  (۴) آلومینیم نترید ،  $Al_2N_3$

۷- فاصله 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 :

- (۱)  $\frac{a}{2}$  (۲)  $\frac{a-2b}{2}$  (۳)  $\frac{a-b}{2}$  (۴)  $\frac{2a-b}{2}$

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

- (۱) ۰/۵ (۲) ۲ (۳) ۱/۵ (۴) ۱



۹- یون  $NH_4^+$  چند الکترون بیشتر از نوترون دارد؟ ( $^1_1H$ ،  $^{14}_7N$ )

۴ (۴)

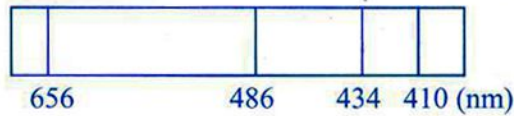
۱ (۳)

۲ (۲)

۳ (۱)

۱۰- شکل زیر، بخش مرئی طیف نشری خطی اتم هیدروژن را نشان می دهد. کدام طول موج بر حسب نانومتر نشان دهنده ی

انتقال الکترونی  $n=2 \rightarrow n=4$  است؟



۶۵۶ (۴)

۴۳۴ (۳)

۴۸۶ (۲)

۴۱۰ (۱)

۱۱- در کدام گزینه انرژی شبکه بلور سدیم فلوئورید NaF از هر دو ترکیب داده شده بیشتر است؟

$Na_2O$ ، LiF (۲)

KF، NaCl (۱)

$AlF_3$ ،  $MgF_2$  (۴)

LiF، KCl (۳)

۱۲- کدام مقایسه نادرست است؟

$CH_4 < SiH_4 < GeH_4$

(۱) نقطه جوش

$^{15}P > ^{12}Mg > ^{13}Al$

(۲) انرژی نخستین یونش

$^{31}Ga^{3+} > ^{16}S^{2-} > ^{20}Ca^{2+}$

(۳) شعاع یونی

$F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$

(۴) واکنش پذیری

۱۳-  $ZH_4$ ،  $YH_4^+$ ،  $XH_4^-$  هر سه ساختار چهاروجهی منظم دارند. X، Y و Z به ترتیب از راست به چپ به کدام گروه های

جدول تعلق دارند؟

۶، ۵، ۳ (۴)

۴، ۵، ۷ (۳)

۶، ۳، ۵ (۲)

۴، ۵، ۳ (۱)

۱۴- کدام ترتیب برای زاویه پیوند گونه های داده شده درست است؟

$NO_2^+ = I_3^- = N_2O$  (۲)

$BeCl_2(g) > AlCl_4^- > AlCl_3$  (۱)

$NH_3 = PH_3 = NF_3$  (۴)

$SO_3^{2-} > SO_2 > SO_3$  (۳)

۱۵- در محلول  $10^{-3}$  مولار NaCl در آب، غلظت یون  $Na^+$  چند ppm است؟ ( $Cl = ۳۵/۵$ ،  $Na = ۲۳$ )

۲۳ (۴)

۱۰۰۰ (۳)

۵۸/۵ (۲)

۱ (۱)

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

- (۱) ۷۸/۱ (۲) ۶۵/۲ (۳) ۹۳/۵ (۴) ۱۸/۷

۱۷- کدام یک از محلول های زیر در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد فشار بخار بیشتری دارد؟

- (۱) محلول ۰/۰۲ مولال NaCl در آب (۲) محلول ۰/۰۱ مولال KCl در آب  
(۳) محلول ۰/۰۲ مولال شکر در آب (۴) محلول ۰/۰۱ مولال MgSO<sub>4</sub> 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 واکنش بالا مصرف می شود؟ (H=۱، C=۱۲، O=۱۶)

- (۱)  $5 \times 10^9$  (۲)  $6 \times 10^9$  (۳)  $4 \times 10^8$  (۴)  $5/7 \times 10^8$

۱۹- در محلول ۱/۸۱ مولار H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> در آب، درصد جرمی سولفوریک اسید ۱۶ درصد است. چگالی این محلول بر حسب گرم بر میلی لیتر کدام است؟ (H=۱، S=۳۲، O=۱۶)

- (۱) ۱/۲۹ (۲) ۱/۱۸ (۳) ۱/۱۱ (۴) ۱/۰۰

۲۰- برای آنکه دمای ۱۰ گرم آب از ۱۰ درجه سانتی گراد به ۲۰ درجه سانتی گراد افزایش یابد، گرمایی برابر با ۴۱۸ ژول لازم است. ظرفیت گرمایی ویژه آب بر حسب J/g°C کدام است؟

- (۱) ۱ (۲) ۴۱/۸ (۳) ۴۱۸ (۴) ۴/۱۸

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؟



- (۱)  $\Delta H = q$  (۲)  $\Delta H = \Delta E$  (۳)  $\Delta H > \Delta E$  (۴)  $q < W$

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

- (۱) کلروفرم < الکل < آب  
 (۲) کلروفرم > الکل > آب  
 (۳) کلروفرم > الکل < آب  
 (۴) 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  $+227$  و  $-85$  کیلوژول بر مول است. آنتالپی استاندارد پیوند C-H و H-H به ترتیب ۴۱۰ و ۴۳۵ کیلوژول بر مول در نظر گرفته می شود. با توجه به آن پیوند سه گانه کربن-کربن به چه میزان بر حسب کیلوژول بر مول از پیوند ساده کربن-کربن قوی تر است.

- (۱) ۴۵۸ (۲) ۳۱۲ (۳) ۸۴۵ (۴) ۴۲۲/۵

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

- (۱)  $\Delta S = \frac{\Delta G - \Delta H}{T}$  (۲)  $\Delta S < 0$  (۳)  $\Delta S = 0$  (۴)  $\Delta S > 0$

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 رویهم برابر با ۱/۱ مول می شود. درصد تفکیک یونی HA در شرایط داده شده کدام است؟

- (۱) ۱۱٪ (۲) ۱۰٪ (۳) ۵٪ (۴) ۱٪

۲۶- گرمای حاصل از سوختن ۱/۸ گرم پودر شامل اکسالیک اسید و لاکتیک اسید به نسبت جرمی ۵۰٪ در فشار ثابت برابر با ۱۶ کیلوژول است (گرما آزاد شده است). هرگاه آنتالپی مولی سوختن اکسالیک اسید خالص در شرایط یکسان از دما و فشار برابر با  $255 \text{ kJmol}^{-1}$  در نظر گرفته شود آنگاه آنتالپی مولی سوختن لاکتیک اسید در شرایط داده شده بر حسب کیلوژول بر مول کدام است؟ (جرم مولی از هریک از دو اسید داده شده را برابر با ۹۰ گرم در نظر بگیرید)

- (۱) -۵۱۰ (۲) -۲۶۹۰ (۳) -۱۳۴۵ (۴) -۲۷۱

۲۷- تعداد کل اتم ها در ۶ لیتر از  $C_2H_6$  با چگالی  $0.9 \text{ gL}^{-1}$  چقدر است؟ ( $C = 12, H = 1$ )

- (۱)  $1.08 \times 10^{23}$  (۲)  $8.67 \times 10^{23}$  (۳)  $1.67 \times 10^{24}$  (۴)  $4.67 \times 10^{23}$



۲۸- پودر تجارتي کلسيم کلريد داراي ۷۲ درصد  $\text{CaCl}_2$  و ۱۰ درصد آب است. پس از مدتي بر اثر جذب رطوبت مقدار آب آن به ۲۰ درصد افزايش يافته است. درصد  $\text{CaCl}_2$  در محصول نهايي چقدر است؟

- (۱) ۶۹ (۲) ۶۲ (۳) ۵۸ (۴) ۶۴

۲۹- ۶۴ گرم از هرکدام از گازهاي  $\text{O}_2$  و  $\text{SO}_2$  در يك پيستون روان تحت شرايط STP با هم واکنش مي دهند تا گاز  $\text{SO}_3$  تشكيل شود. حجم کل گازها در پيستون بعد از انجام کامل واکنش چند ليتر است؟ ( $\text{S}=۳۲$ ،  $\text{O}=۱۶$ )

- (۱) ۵۶ (۲) ۲۲/۴ (۳) ۷۷/۴ (۴) ۳۳/۶

۳۰- به ۴۰ ميلي ليتر  $\text{HCl}$ ، ۰/۰۱ مولار، ۱۰ ميلي ليتر باريم هيدروکسيد ۰/۰۱ مولار اضافه کرده و به مخلوط حاصل ۵۰ ميلي ليتر آب مي افزايم. واکنش دهنده اضافي کدام است و غلظت آن چند مولار است؟

- (۱)  $\text{Ba(OH)}_2$ ،  $۱۰^{-۳}$  (۲)  $\text{HCl}$ ،  $۲ \times ۱۰^{-۲}$  (۳)  $\text{HCl}$ ،  $۲ \times ۱۰^{-۳}$  (۴)  $\text{Ba(OH)}_2$ ،  $۵ \times ۱۰^{-۳}$

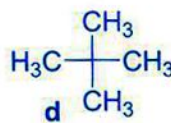
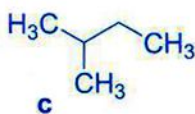
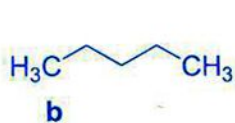
۳۱- نمونه اي از فلز X به وزن ۲/۷۳ گرم با ۹۰۰ ميلي ليتر گاز  $\text{O}_2$  اکسидي به فرمول  $\text{X}_2\text{O}_3$  مي دهد. در همين شرايط چگالي اکسيژن  $۱/۳ \text{ gL}^{-1}$  است. وزن اتمي عنصر X کدام است؟ ( $\text{O}=۱۶$ )

- (۱) ۱۰۱ (۲) ۲۷ (۳) ۷۰ (۴) ۵۶

۳۲- ايمين ها دسته اي از ترکيبات آلي هستند که در ساختار آنها پيوند دوگانه کربن نيتروژن وجود دارد. براي ترکيبي با فرمول بسته  $\text{C}_3\text{H}_7\text{N}$  چه تعداد ايزومر ساختاري به صورت ايمين مي توان در نظر گرفت؟

- (۱) ۳ (۲) ۵ (۳) ۴ (۴) ۲

۳۳- کدام گزینه ترتيب نقطه جوش ترکيبات زير را درست نشان مي دهد؟



- (۴)  $d > c > b$

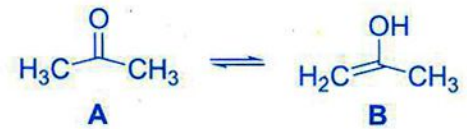
- (۳)  $d > b > c$

- (۲)  $b > c > d$

- (۱)  $b > d > c$

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

پیوند	انرژی $\text{kJmol}^{-1}$	پیوند	انرژی $\text{kJmol}^{-1}$
C-C	۳۴۷	C=O	۷۴۵
C-O	۳۵۸	C-H	۴۱۳
C=C	۶۱۴	O-H	۴۶۷



(۱) به صورت مساوی از هر دو شکل (۲) B (۳) A (۴) با معلومات داده شده قابل پیش بینی نیست.

۳۵- استرها را می توان از واکنش اسید های کربوکسیلیک و الکل ها تحت شرایط مناسب تهیه کرد:



اگر تعداد زیادی از مولکول های الکل و کربوکسیلیک اسید به طریق فوق به هم متصل شوند، یک پلی استر که دسته ای از پلیمرها می باشد به دست می آید. کدام گزینه ساختار پلی استر حاصل از واکنش زیر را درست نشان می دهد؟

