

平成 21 年度  
広島大学理学部  
第 3 年次編入学試験

化 学 科

筆記試験 化学

平成 20 年 6 月 13 日(金)

自 9 時 00 分

至 11 時 00 分

答案作成上の注意

- 1 この問題冊子の総ページは 8 ページです。
- 2 解答用紙は 3 枚です。
- 3 受験番号は、解答用紙の所定の場所に、必ず記入しなさい。
- 4 解答は、問題ごとに解答用紙の所定の場所に記入しなさい。
- 5 配布した解答用紙は、持ち出してはいけません。

このページは白紙である。

このページは白紙である。

[ I ] 次の文を読み、問1～問6に答えよ。

ブタジエン $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ の $\pi$ 電子は、炭素鎖を箱とみなした「一次元の箱の中の粒子」と考えることができる。図1で示した一次元の箱型ポテンシャルの中の粒子に対するシュレーディンガー方程式は、以下の式(1)で表される。

$$\left\{ -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} + V(x) \right\} \Psi(x) = E\Psi(x) \quad (1)$$

$$V(x) = \begin{cases} \infty & (x < 0, a < x) \\ 0 & (0 \leq x \leq a) \end{cases}$$

ここで、 $m$ は粒子の質量、 $V(x)$ はポテンシャルエネルギーの演算子、 $E$ は粒子の全エネルギー、 $x$ は一次元の座標、 $\Psi(x)$ は粒子の波動関数であり、 $\hbar = h/(2\pi)$  ( $h$ はプランク定数)である。

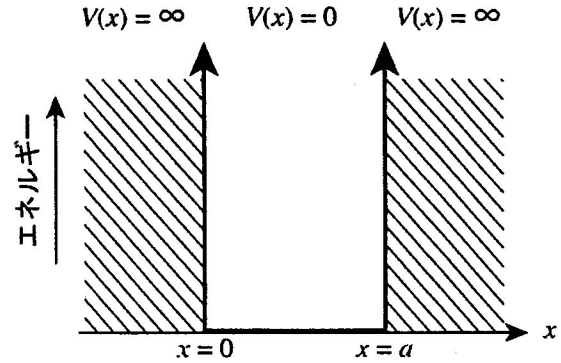


図1 一次元の箱型ポテンシャル  
(箱の片側の壁の位置を $x = 0$ とし、もう一方を $x = a$ とする。)

問1 波動関数 $\Psi(x)$ を

$$\Psi(x) = A\cos(kx) + B\sin(kx) \quad (2)$$

とすると、 $0 \leq x \leq a$ での粒子の全エネルギーが

$$E = \frac{\hbar^2 k^2}{2m} \quad (3)$$

となることを示せ。ただし、 $A$ 、 $B$ 、 $k$ は定数である。

問2 波動関数の規格化条件と、 $x = 0$ および $x = a$ における境界条件を満足する波動関数が

$$\Psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin\left(\frac{n\pi x}{a}\right) \quad (n = 1, 2, 3, \dots) \quad (4)$$

で与えられることを示せ。

問3 粒子の波動関数が式(4)で表されるとき、粒子の全エネルギーが

$$E_n = \frac{n^2 \hbar^2}{8ma^2} \quad (n = 1, 2, 3, \dots) \quad (5)$$

で与えられることを示せ。

問4 解答用紙中に示した  $n=1$  の波動関数  $\Psi_1(x)$  を参考にして、 $n=2$  および  $n=3$  に対応する波動関数  $\Psi_n(x)$  を解答用紙中の図に示せ。

問5 プタジエンの電子基底状態から最低電子励起状態への電子遷移は、電子が  $n=2$  の準位から  $n=3$  の準位へと励起されることに対応する。なぜこのような対応関係があるか、その理由を記せ。

問6 プタジエンについて  $a=480\text{ pm}$  と仮定し、問5で述べた電子遷移の光吸収波長(nm)を有効数字2桁で求めよ。解答欄には計算過程も示すこと。なお、必要ならば以下の値を使用せよ。

真空中の光の速さ	$3.0 \times 10^8\text{ m s}^{-1}$
プランク定数	$6.6 \times 10^{-34}\text{ J s}$
電子の質量	$9.1 \times 10^{-31}\text{ kg}$

[ II ] 次の問1および問2に答えよ。

問1 次の(1)~(4)の問いに答えよ。

- (1) 宇宙全体で物質量が最も多い元素および2番目に多い元素を、それぞれ元素記号を用いて記せ。
- (2) 原子核が核融合して原子番号の大きな元素ができるとき、エネルギー( $\gamma$ )が放出される。炭素原子(質量数12)と $\alpha$ 粒子が融合して酸素原子(質量数16)になる核反応を式で記せ。ただし、 $\alpha$ 粒子を ${}^4_2\alpha$ で表せ。
- (3) 次の原子およびイオンの最安定電子配置を例にならって示せ。  
(a) N (b) Ca (c)  $\text{Mn}^{2+}$  (d)  $\text{Cu}^+$  (例) Li:  $[\text{He}](2s)^1$
- (4) 半径 $r$ の球状粒子からなる最密充填固体の八面体間隙に入りうる球状粒子の最大半径を、 $r$ を用いて表せ。

問2 次の文を読み、(1)~(4)の問いに答えよ。

分子軌道は、構成する原子の原子軌道を組み合わせることができる。下図は水素原子の1s軌道により形成された $\text{H}_2$ の分子軌道と最安定電子配置を示している。

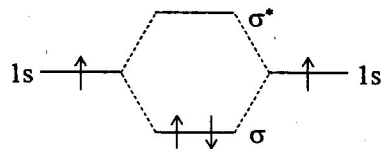
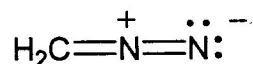


図  $\text{H}_2$ の分子軌道と最安定電子配置

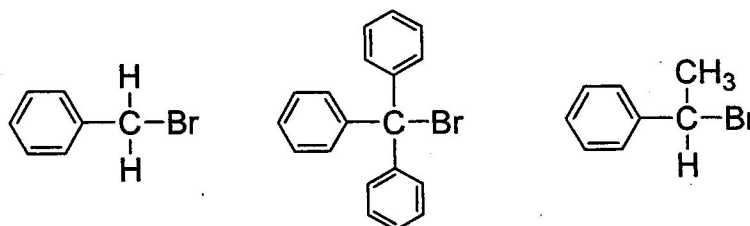
- (1) 窒素分子 $\text{N}_2$ の分子軌道と最安定電子配置を上図にならって記せ。
- (2) 酸素分子 $\text{O}_2$ の分子軌道と最安定電子配置を上図にならって記せ。
- (3) 酸素分子が常磁性を示すことを、(2)で示した電子配置を用いて説明せよ。
- (4) 窒素分子と酸素分子では、どちらの結合エネルギーが大きいか。(1)と(2)で示した電子配置にもとづいて説明せよ。

〔Ⅲ〕以下の問1～問4に答えよ。

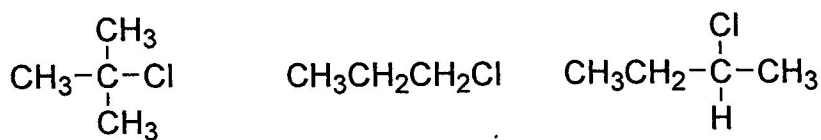
問1 ジアゾメタンの共鳴構造式として、下図以外に寄与の大きいものを二つ記せ。



問2 次の化合物を、 $\text{S}_{\text{N}}1$ 反応に対する反応性が高い順に左から並べよ。



問3 次の化合物を、 $\text{S}_{\text{N}}2$ 反応に対する反応性が高い順に左から並べよ。



問4 次の化合物AおよびBについて(1)～(6)の問いに答えよ。



- (1) 化合物AのIUPAC名を英語で記せ。
- (2) 化合物Aの2種類のいす形立体配座を記せ。
- (3) 化合物Aを塩基と反応させるとアルケンCが生成した。アルケンCの構造式とIUPAC名(英語)を記せ。
- (4) 化合物Bの2種類のいす形立体配座を二つ記せ。
- (5) 化合物Bを塩基と反応させるとアルケンCとは異なるアルケンDが生成した。アルケンDの構造式とIUPAC名(英語)を記せ。
- (6) 化合物Bと塩基との反応で、アルケンCではなくアルケンDが生じる理由を記せ。必要ならば図を用いて解答してもよい。

このページは白紙である。