

プランク定数  $h=6.63 \times 10^{-34}\text{Js}$ , 光速  $c=3.00 \times 10^8\text{ms}^{-1}$ , 電子の質量  $m=9.11 \times 10^{-31}\text{Kg}$ , 電子の電荷  $e=1.60 \times 10^{-19}\text{C}$  として、以下の問に答えなさい。

問1. 以下の問いに答えなさい。

- (1)  $V$  ボルトで加速されたとき電子の得るエネルギーは、 $1/2 mv^2 = eV$  である。  
 $10^5$  ボルトの電圧で加速された電子顕微鏡の電子の速度  $v$  はいくらか。また、この電子に伴うドブロイ波の波長を求めなさい。
- (2) 秒速  $50\text{ m/s}$  で運動している質量  $50\text{g}$  のゴルフボールに伴うドブロイ波の波長はいくらか。

問2. 以下の(1)から(3)には、原子番号1から10までの原子および等核2原子分子について原子記号を用いて答えなさい。また(4)から(6)の問いにも答えなさい。

- (1) 常磁性を示し、正イオンになることで結合が強くなる等核2原子分子を1つ。
- (2) 安定に存在しない等核2原子分子を3つ。
- (3) 結合エネルギーの最も大きな等核2原子分子とその電子配置を、次の例に従って書きなさい。 $\text{Li}_2:(\sigma_g 1s)^2(\sigma_u 1s^*)^2(\sigma_g 2s)^2$
- (4)  $\text{NaCl}$  分子は強いイオン結合性を持ち、その平衡核間距離  $2.36\text{ \AA}$  における双極子モーメントは  $9.00\text{D}$  である。このとき、このイオン結合を単純に  $\text{Na}^+ \text{Cl}^-$  の分極電荷によるものとして、双極子モーメントの値から  $q$  を求めなさい。ただし、 $\pm e$  の単位電荷が  $1\text{ \AA}$  離れているときの双極子モーメントを  $4.80\text{D}$  とする。
- (5)  $\text{NaCl}$  の結合距離を無限大にすると、解離生成物として、 $\text{Na}+\text{Cl}$  と  $\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$  が考えられる。どちらが安定か、またそのエネルギー差を  $\text{kJ/mol}$  で答えなさい。ただし、 $\text{Na}$  のイオン化エネルギー、 $\text{Cl}$  の電子親和力をそれぞれ、 $5.14, 3.61\text{eV}$  とする。
- (6)  $\text{CCl}_4, \text{CO}_2, \text{BF}_3$  の双極子モーメントはどれもゼロである。それぞれ中心原子の混成の種類を述べなさい。

問3. 半径  $r$  の円周上を一次元的に運動する質量  $m$  の電子を考える。このとき、電子のエネルギー準位  $E_n$  は、 $E_n = n^2 h^2 / 8\pi^2 m r^2$  であり、この量子数  $n$  は全ての整数値 ( $n=0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$ ) を取ることが知られている。以下の設問に答えなさい。

- (1) ベンゼン分子の6つの  $\pi$  電子の運動を上モデルで近似するとき、基底状態で  $\pi$  電子に占められている軌道の量子数をすべて答えなさい。
- (2) 基底状態にあるベンゼン分子の光吸収は  $\pi$  電子の遷移による。最もエネルギーの低い吸収エネルギーの大きさを、半径  $r$  を用いて表わしなさい。
- (3) 上の(2)で求めた吸収は、紫外領域の  $260\text{ nm}$  付近に観測される。このことからベンゼン分子の円環の半径  $r$  を  $\text{\AA}$  単位で求めなさい。
- (4) ベンゼン、アセチレン、ポリエチレン、ポリアセチレン、グラファイトそれぞれの炭素の混成の種類を述べなさい。