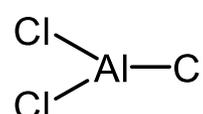
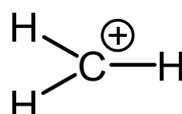
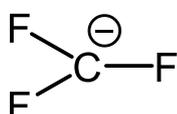
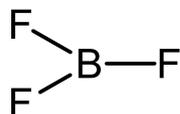
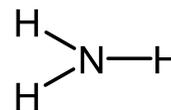


1. 原子の性質に関する以下の問いに答えよ (各 3 点×3, 計 9 点)

- (1) Li, Na, K, Rb, Cs を水との反応が激しい順に並べ, そのようになる理由を説明せよ.
- (2) Na, Al, Cl を電気陰性度の大きい順に並べ, そのような順序になる理由を説明せよ.
- (3) S, Cl, Ar をアニオンになりやすい順に並べ, そのような順序になる理由を説明せよ.

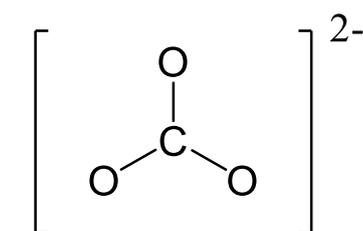
2. ルイス酸に関する以下の問いに答えよ (計 9 点)

- (1) ルイス酸とはどんなものなのかを簡単に説明せよ (3 点)
- (2) 以下に示した 8 つのイオンや分子を, (a) どちらかと言えばルイス酸性の強いもの, (b) どちらかと言えばルイス塩基性の強いもの, の二種類に分類せよ. ただし, 以下に示してある構造は実際の分子の立体的な構造とは無関係であり, また非共有電子対も非表示としてある.  
(全て合っていて 6 点)

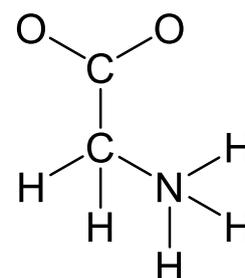
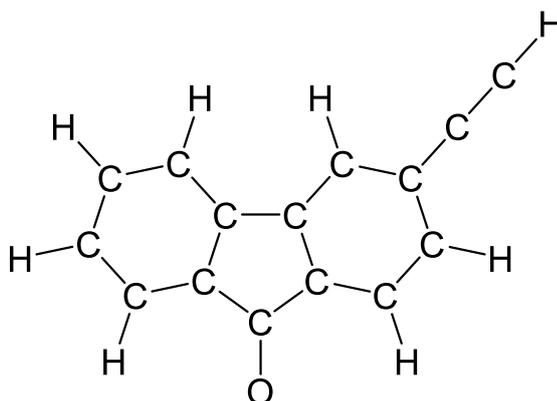


3. 以下の 3 つの分子骨格にそれぞれ適切な多重結合および非共有電子対を追加し, 8 電子則を満たすルイス構造を完成させよ. なお, 炭酸イオン以外は電的に中性の分子である. 回答においては, 非共有電子対は省略せずに全て記し, 形式電荷をもつ原子については $\oplus$ や $\ominus$ を書き入れること. (3 点×3=9 点)

※通常の有機物を表す構造式と同様に, 回答では炭素原子を表す「C」の文字は省略しても良い.



(炭酸イオン, -2 価)



4. フッ素 ( $F_2$ ) や塩素 ( $Cl_2$ ) が水素 ( $H_2$ ) と反応しハロゲン化水素 ( $HX$ ,  $X = F$  or  $Cl$ ) となる反応に関し、以下の問いに答えよ。なお各分子の結合エネルギーは次の値とする。(2点 $\times$ 4=8点)

$F-F : 158 \text{ kJ/mol}$ ,  $Cl-Cl : 242 \text{ kJ/mol}$ ,  $H-H : 436 \text{ kJ/mol}$ ,  $H-F : 565 \text{ kJ/mol}$ ,  $H-Cl : 431 \text{ kJ/mol}$

(1)  $F_2$  の結合エネルギーは  $Cl_2$  の結合エネルギーよりもかなり小さい。この理由を述べよ (2点)

(2) 「 $F_2$  と同じ理由で結合エネルギーが小さくなっている結合」を含む分子を一つ挙げよ (2点)

※分子全体の構造を書くか、分子の名称を書くか、どちらか一方があればよい。

(3) 「1 mol の  $H_2$  と 1 mol の  $F_2$  が存在している状態」と、「それらが反応し、全てが  $HF$  となった状態」では、どちらがどれだけエネルギーが低いかを計算し、答えよ (2点)

(4) 同様に、「1 mol の  $H_2$  と 1 mol の  $Cl_2$  が存在している状態」と、「それらが反応し、全てが  $HCl$  となった状態」では、どちらがどれだけエネルギーが低いかを計算し、答えよ (2点)

5. 放射性炭素年代測定に関する以下の問いに答えよ。 $^{14}C$  の半減期は 5730 年とする。(計 8 点)

(1) ある物体に含まれる  $^{14}C$  の量を「1」とするとき、 $N$  年後の  $^{14}C$  の量はこういった式で表すことができるか? (3点)

(2) 遺跡から発掘された残飯中の  $^{14}C$  の量を調べたところ、もともと入っていたと考えられる  $^{14}C$  の 21%にまで減少していることがわかった。この遺跡は約何年前のものだと考えられるか? 有効数字 2 桁で答えよ。(5点)

6.  $Be_2$  という分子が存在できない (もしくは、存在したとしても結合が非常に弱い) 事を、分子軌道法を用いて説明せよ。(5点)

7. アルカリ金属のハロゲン化物の溶解度に関する以下の問いに答えよ。(計7点)

(1)  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Rb}^+$ ,  $\text{Cs}^+$ の5つのイオンを半径が大きい順に並べ、そのような順になる理由を簡単に説明せよ(3点)

(2) 同様に、 $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ の4つのイオンを半径が大きい順に並べよ(1点)

(3)  $\text{F}^-$ との塩  $\text{LiF}$ ,  $\text{NaF}$ ,  $\text{KF}$ ,  $\text{RbF}$ ,  $\text{CsF}$ のうち、最も水に溶けやすいものはどれか?(3点)

8. 以下の問いに答えよ(3点 $\times$ 2=6点)

(1) 次の2つのどちらか一方を選び、どのようなものなのかを説明せよ。(3点)

※どちらを選んだのか記すこと

(a) 自然界における生物学的な窒素固定

(b) 化学工業による窒素固定法

(2) リンは肥料として非常に有用であるが、その理由としては以下の2つが挙げられる。

・自然界では(生物にとって)リンは手に入りにくい元素である

・生物が生きていく上で、リンが必要不可欠である

これに関し、次の2つのどちらか一方を選び、説明せよ。(3点)

※どちらを選んだのか記すこと

(a) なぜ生物がリンを手に入れるのは難しいのか?

(b) 生物はリンを細胞内のどのような所で使用しているか?

9. ヘリウム(He)は非常に顕著な量子性(量子力学的な奇妙な振る舞い)を示す元素である。Heが量子性を示しやすい理由を簡単に述べよ(6点)

10. 硫黄原子が1 mol あった場合、鎖状に繋がった硫黄( $\cdots\text{-S-S-S-S-}\cdots$ )となった場合と、二原子分子状の硫黄( $\text{S}=\text{S}$ )となった場合とでは、どちらがどれだけ安定なのかを計算せよ。ただし安定性は結合エネルギーのみで決まるとし、 $\text{S-S}$ 単結合の結合エネルギーは260 kJ/mol、 $\text{S}=\text{S}$ 二重結合の結合エネルギーは352 kJ/molとする。(5点)