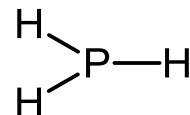
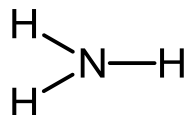
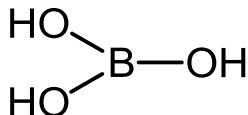
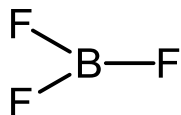
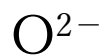


1. 原子の性質に関する以下の問いに答えよ (3 点×3=9 点)

- (1) Li, Na, K をカチ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) Be, C, F 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) O, F, Ne 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 7 点)

- (1) ルイス酸とは何かを簡単に説明せよ (4 点)
- (2) 以下に示した 8 つのイオンや分子のうち, ルイス酸として働くものを全て記せ. なお, 図中の分子の形状 (平面なのかそうで無いか, 等) に関しては, あえて正確ではないように記している場合もある (3 点)



3. Li および Mg のイオン化に関する以下の問いに答えよ (計 8 点)

- (1) Li と Mg の電子配置を記せ. 例: 例えば He なら  $(1s)^2$  と書けば良い. (2 つとも出来て 2 点)
- (2) Li と Mg それぞれの最外殻の電子から見た有効核電荷を, スレーター規則を用いて計算せよ. なお, 遮蔽の係数は同じ主量子数なら 0.35, 1 つ内側なら 0.85, 2 つ以上内側なら 1 とする. (2 つとも出来て 2 点)
- (3) ある電子の主量子数が  $n$ , その電子から見た有効核電荷が  $Z_{\text{eff}}$  の時, その電子を引き抜いてイオン化するのに必要なエネルギー  $E = E_0 \times (Z_{\text{eff}}/n)^2$  で近似できるものとする. この関係式を使って, Li と Mg どちらが +1 価のカチオンになりやすいかを計算せよ. (計算も記す事. 4 点)

4. 結合の強さに関する以下の問いに答えよ。(7点)

- (1) 過酸化水素 (H-O-O-H) の O-O 単結合はかなり切れやすい。この理由を説明せよ。(4点)
- (2) 同じ理由で切れやすくなっている単結合を2つ挙げよ。(2つ挙げられて3点)

5. 酸素分子に関する以下の問いに答えよ。(4点×2=8点)

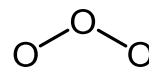
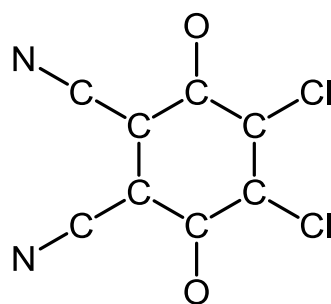
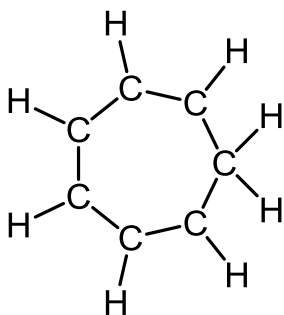
O<sub>2</sub>, そこから電子を一つ引き抜いた O<sub>2</sub><sup>+</sup>, および逆に電子を一つ追加した O<sub>2</sub><sup>-</sup>の3つの分子に関し、

- (1) それぞれの結合の次数がいくつなのか(何重結合なのか)を答えよ(全て出来て4点)
- (2) それぞれの分子は電子何個分のスピン(磁性)をもつかを答えよ(全て出来て4点)

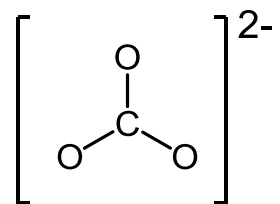
6. 炭素の酸化物は O=C=O という二重結合をもつ分子になるのに対し、ケイ素の酸化物は Si から単結合が4本伸びた網目状の構造(3次元的に繋がった構造)をとりやすい。このような違いが生まれる理由を説明せよ(6点)。

7. 以下に4種の化合物の骨格構造を示した。これらに多重結合や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。共鳴構造がいくつか書ける場合には、そのうちの一つを書けば良い。なお、形式電荷(酸化数ではないので間違えないように!)を持つような場合には、それも書き込むこと。なお、炭酸イオン以外の分子に関しては、分子は全体として中性(イオンではない状態)であるとする。

(3点×4=12点)

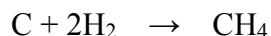


(オゾン)



(炭酸イオン)

8. ダイヤモンドと水素が反応してメタンとなる以下のような反応を考える。この時、下の問いに答えよ。(計 10 点)




(1) 1 mol の炭素原子からなるダイヤモンドのもつ結合エネルギーを計算せよ。なお、ダイヤモンドにおける C-C 単結合の結合エネルギーは 334 kJ/mol とする。(4 点)

(2) 1 mol の炭素原子からなるダイヤモンドと 2 mol の水素分子が反応し、メタン 1 mol が生成した場合の反応熱はいくらになるかを計算せよ(正負の符号も正しく記す事! 発熱反応の場合を正とする)。なお、H-H 単結合の結合エネルギーは 436 kJ/mol. C-H 単結合の結合エネルギーは 412 kJ/mol とする。(6 点)

※実際には気化に必要なエネルギーなども関係するのだが、ここでは単純に結合エネルギーだけで反応熱が決まるものとする。

9. 第二周期の原子からなる等核二原子分子の分子軌道に関する以下の問いに答えよ。ただし、分子軌道を作るもととなる軌道としては 2s 軌道および 2p 軌道のみを考えれば良く、2s 軌道と 2p 軌道の間では結合を生じない(つまり、2s 軌道同士や、2p 軌道同士の間でだけ軌道が混ざって分子軌道ができる)と簡略化して考えて良い。(計 18 点)

(1) これら等核二原子分子軌道のエネルギー準位図(軌道を  のような横線で書き、エネルギーの低い軌道ほど下になるように描いた図)を書き、反結合性軌道に印を付けよ(印はわかりやすければ何でも良い)。(4 点)

(2) 同様のエネルギー準位図に、窒素分子 N<sub>2</sub> の電子配置を書き込むとともに、HOMO (最高被占軌道、電子が詰まっている軌道のうち、最もエネルギーが高いもの)のおよび LUMO (最低空軌道、電子が入っていない軌道のうち、一番エネルギーが低いもの)の軌道の形を位相(プラスとマイナス)もわかるように書け。なお、HOMO は 2 つあるが、同じ形状で向きが違うだけなのでそのうち一つを書けば良い。(電子配置: 2 点, HOMO と LUMO: 各 3 点)

(3) このエネルギー準位図を使って、Ne<sub>2</sub> という分子が安定に存在できない事を説明せよ。(6 点)