

無機化学 1 2025 年度期末試験 (1 枚目 31 点, 2 枚目 30 点, 3 枚目 29 点, 計 90 点)

1. 貴ガスの化合物の一つ, XeF_2 について, 以下の問いに答えよ. (計 9 点)

- (1) この分子のルイス構造を描け. 非共有電子対は省略せず全て記載すること. なお, ルイス構造が間違っていた場合, (2) は自動的に不正解として扱われる (3 点)
- (2) この分子がどのような形状なのか, VSEPR に基づき推測せよ. 単に形状を答えるだけでなく, 「どのような考え方でその構造だと推測できたのか」がわかるよう, しっかりと説明すること. (6 点)

2. 原子番号 19 番の K について, 次の (1) ~ (3) に答えよ. (計 12 点)

- (1) 電氣的に中性な K 原子の電子配置を書き, 最外殻の主量子数も答えよ. 例えば Li であれば, 「 $(1s)^2(2s)^1$, 最外殻の主量子数〇〇」のように答えればよい. 電子配置を書くときには内殻電子も省略しないこと! (3 点)
 - (2) K の最外殻電子に対する有効核電荷をスレーターの規則により計算せよ. (3 点)
 - (3) ある電子を引き抜くのに必要なエネルギー E が, その電子に対する有効核電荷 Z_{eff} , その電子の主量子数を n を用いて $E = E_0 \times (Z_{\text{eff}} \div n)^2$ で近似できるものとする (E_0 はある正の定数). このとき,
 - ・「K」を「 K^+ 」にするのに必要なエネルギー E_1
 - ・「 K^+ 」を「 K^{2+} 」にするのに必要なエネルギー E_2を, それぞれ E_0 を用いて表せ. (各 3 点)
- ※有効核電荷の値は, スレーターの規則で計算される値を用いる事.

3. 貴ガス元素に関する以下の問いに答えよ. (各 5 点, 計 10 点)

- (1) 同周期の他の元素と比べ, 貴ガス元素は陽イオンになりにくい. このような特徴をもたらしている原因は何か.
- (2) 同周期の他の元素と比べ, 貴ガス元素は陰イオンになりにくい. このような特徴をもたらしている原因は何か.

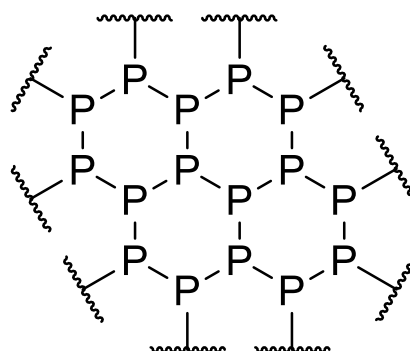
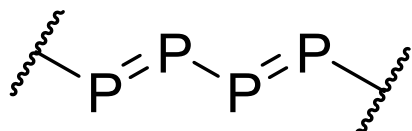
4. 日本の土壌は火山灰などに由来する酸性土壌が多く、このような土地では土中に含まれるリン酸イオンや肥料として与えられたリン酸イオンを植物が利用しにくいことが知られている。酸性土壌ではなぜ植物がリン酸イオンを利用しにくくなるのか、その理由を説明せよ。(8点)

5. ^{14}C 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 10 点)

(1) ある物体に含まれる ^{14}C の初期値を N_0 とするとき、「 x 年後」の ^{14}C の量はどのような式で表すことができるか？(4 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 21.5% 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と考えられるか？有効数字 3 桁で答えよ。(6 点)

6. リン原子 2 mol (1 mol ではないので間違わないように！) が、鎖状構造(下図左)となった場合と、2 次元シート構造(下図右)になった場合のどちらが安定かを考えよう。(計 12 点)



(1) 2 mol の P 原子が左の鎖状構造になったとする。このとき、P-P 単結合と P=P 二重結合はそれぞれ何 mol 本ずつ存在する？(3 点)

(2) 2 mol の P 原子が右のシート構造となった場合、P-P 単結合は何本あるか。(3 点)

(3) 2 mol の P 原子が左の鎖状構造となった場合と右のシート構造となった場合を比べると、どちらの構造のほうかどれだけエネルギーが低いか解答せよ(単位にも気を付けること！)。ただし物質のエネルギーは結合エネルギーだけで決まると近似し、結合エネルギーは P-P : 209 kJ/mol, P=P : 351 kJ/mol とする。(6 点)

7. 次に示すのは、第 16 族元素の水素化物のおおよその沸点を、周期表の上側の化合物から順に並べたものである。これに関し、以下の問いに答えよ。(各 3 点, 計 9 点)

H_2O (水) : $100\text{ }^\circ\text{C}$ H_2S : $-60\text{ }^\circ\text{C}$ H_2Se : $-42\text{ }^\circ\text{C}$ H_2Te : $-2\text{ }^\circ\text{C}$

- (1) 一般的には周期表の下元素を含むほど沸点が高い傾向があるのだが、周期表で一番上に位置する水だけ例外的に沸点が極端に高い。これは何の効果によるものか？
- (2) この効果が水の場合だけ強く働き、他の 3 つの分子ではほとんど効かない理由を説明せよ。
- (3) 水と同じく(1)で述べた効果により沸点が高くなっている物質はいくつか存在する。そのような物質の例を水以外に 2 つ挙げよ。

8. 元素の反応性に関する以下の問いに答えよ (各 4 点, 計 8 点)。

- (1) アルカリ土類金属である Mg , Ca , Sr , Ba の単体を、水との反応性が激しい順 (より激しい方が左側) に並べ、そのような順序になる原因を説明せよ。
- (2) ハロゲン元素の単体である F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 を、金属アルミニウムとの反応性が激しい順 (より激しい方が左側) に並べ、そのような順序になる原因を説明せよ。

9. 半導体素子用の Si ウェハには、非常に高い純度が求められる。 Si ウェハはなぜ高純度である必要があるのか (不純物が混ざっているとどんな問題があるのか) を簡単に説明せよ。(5 点)

10. He_2 という分子は存在できない (結合しても安定ではない) のに対し、 He_2^+ という分子は安定 (= He と He^+ がバラバラに存在するよりも分子になったほうが低エネルギー) である。これを、分子軌道法に基づき説明せよ。(7 点)