

令和 3 年度

理工学群化学類
私費外国人留学生入試

小 論 文
試 験 問 題

注意事項

- ① 問題 I～III は別々の解答用紙に日本語で解答すること。
- ② 試験時間は 90 分です。

必要があれば、次の値を使うこと。

原子量 H: 1.00, C: 12.0, O: 16.0, F: 19.0, Na: 23.0,

Cl: 35.5, Br: 80.0, Ag: 108, I: 127

$\log_{10} 2 = 0.301$, $\log_{10} 3 = 0.477$, $\log_{10} 7 = 0.845$

アボガドロ定数: $6.00 \times 10^{23} / \text{mol}$

問題 I 次の(1)~(4)に答えよ。

(1) 次の i)~ii)に答えよ。

i) HBr と HI について沸点の高い方を記し、その理由を簡潔に説明せよ。

ii) HF と HCl について沸点の高い方を記し、その理由を簡潔に説明せよ。

(2) 純粋な水を -20°C で放置し、完全に固体にしたのちに、その水が沸騰し全て気体になるまで、時間あたり一定量の熱エネルギーを加え続けた。水の温度変化について、加熱を始めてからの時間を横軸、水の温度を縦軸とするグラフを描き、簡潔に説明せよ。なお、熱エネルギーは、固体あるいは液体の水のみに標準大気圧下で加えられたとする。また、水の温度とは、固体あるいは液体の水の温度とする。

(3) 反応速度を大きくする方法を3つあげ、それぞれについて反応速度が大きくなる理由を簡潔に説明せよ。

(4) 25°C において、 $\text{pH} = 2.50$ の酢酸水溶液を純水で10倍に薄めた時の pH を、小数第1位まで求めよ。ただしこのとき、酢酸の電離度 α は1に比べてかなり小さく、 $1 - \alpha$ は1とみなしてよい。

問題Ⅱ 次の(1)～(2)に答えよ。

(1) 次の文章を読んで、i)～iii)に答えよ。

構造式が互いに異なる化合物 A, B, C, D は、分子式 $C_4H_8O_2$ で示されるエステルである。化合物 A を加水分解すると、炭素数が等しいアルコール E とカルボン酸 F が得られた。化合物 B および化合物 C を加水分解して得られたカルボン酸は同一であった。またこの反応で、化合物 C から得られたアルコール G はヨードホルム反応を示したが、化合物 B から得られたアルコール H は示さなかった。

i) 化合物 A, B, C, D を加水分解して得られるカルボン酸のうち、フェーリング液と反応して赤色沈殿を生じるカルボン酸を構造式で示せ。また、このカルボン酸は化合物 A～D のどのエステルから生じるか。その全てを選び記号 A～D で答えよ。

ii) 化合物 E および化合物 F の名称を記せ。

iii) 化合物 G および化合物 H を構造式で示せ。

(2) 次の文章を読んで、i)～iii)に答えよ。

タンパク質は希酸と加熱したり、タンパク質分解酵素を作用させたりすると、加水分解され、構成成分の ア などの混合物となる。またタンパク質の水溶液は、熱、酸、塩基、有機溶媒などの作用で、凝固したり沈殿したりする。これをタンパク質の イ という。タンパク質の呈色反応の一つであるビウレット反応とは、タンパク質水溶液に薄い水酸化ナトリウム水溶液と薄い ウ 水溶液を少量加えることで、赤紫色を呈するかをみる反応のことである。

i) ア ～ イ に入る適切な語句を答えよ。

ii) ウ に当てはまる化合物を化学式で答えよ。

iii) ビウレット反応以外の、タンパク質の呈色反応にはどのようなものがあるか、一つあげて説明せよ。

問題 III 次の(1)～(2)に答えよ。

(1) 湖水中のヨウ化物イオンを定量する実験方法を以下に示す。i)～iv)に答えよ。

[操作 1] 湖水 10.0 L を硫酸で酸性にし、過酸化水素水を加えてヨウ化物イオンをヨウ素にした。

[操作 2] 四塩化炭素を加えてヨウ素を抽出し、四塩化炭素層を分離した。

[操作 3] 四塩化炭素層に亜硫酸ナトリウム水溶液を加えてヨウ素をヨウ化物イオンとして抽出し、水層を分離した。

[操作 4] 水層に硝酸銀水溶液を加え、ヨウ化銀を沈殿として得た。乾燥後の沈殿は、 9.40×10^{-4} g であった。

i) 操作 1 でおこる、過酸化水素とヨウ化物イオンそれぞれの酸化還元反応を、電子 e^- を含むイオン反応式で表せ。

ii) 操作 2 について、ヨウ素が四塩化炭素に溶けやすい理由を簡潔に説明せよ。

iii) 操作 4 で得られたヨウ化銀の質量から、湖水中のヨウ化物イオン濃度 [mol/L] を有効数字 2 桁^{けた}で求めよ。ただし、この実験では湖水中に含まれるヨウ化物イオンの 80.0% がヨウ化銀の沈殿として得られたとする。

iv) 湖水 10.0 L 中には、ヨウ素の放射性同位体 ^{129}I が 1.20×10^8 個含まれていた。3140 万年後におけるこの湖水 1.00 L 中の ^{129}I の物質質量 [mol] を、有効数字 2 桁で求めよ。ただし、 ^{129}I の半減期は 1570 万年とする。

(2) 次の①～⑦の文章について、正しい記述には○を、誤った記述には×を記せ。

- ① 水、エタノール、*o*-クレゾールのいずれもナトリウムと反応して、水素を発生する。
- ② 過マンガン酸カリウムを 1-ブタノールに加えても、2-メチル-2-プロパノールに加えても、反応して黒色沈殿を生じる。
- ③ バーナーの外炎で十分に熱し、黒色になった銅線に、塩化ビニルをつけて炎に入れても、ポリエチレンをつけて炎に入れても、青緑色の炎色反応が観察される。
- ④ アセトアルデヒドをつくるために、エタノールと混合する二クロム酸カリウムは、触媒としてはたらくため、反応前後で変化しない。

- ⑤ 水酸化鉄(Ⅲ)のコロイドも、デンプンのコロイドも、疎水コロイドであり、少量の電解質で沈殿する。
- ⑥ ニッケルが濃硝酸に溶けないのは、ち密な酸化被膜を金属表面に生じるためである。
- ⑦ 硫酸水溶液の電気分解では、陽極で水が分解されて酸素が発生する。