

2023年度 〈公募制推薦〉

適性検査Ⅱ 100点満点

【問題冊子】（1～8ページ）

（注 意）

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かないこと。
2. 試験開始後、問題冊子のページ数(1～8ページ)を確認すること。
3. 各ページの余白を下書きに使用してもよい。
4. 試験時間 11：30～12：30
5. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。

下書き用

【I】 次の記述を読み、問1～4の答を解答冊子の解答欄に記せ。ただし、原子量はH=1.0, C=12.0, O=16.0, Br=79.9, I=127.0とする。(33点)

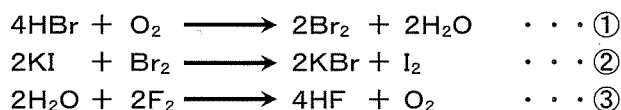
フッ素、塩素、臭素、ヨウ素は元素の周期表の17族に属するハロゲンとよばれる元素である。ハロゲン原子は〔ア〕個の価電子をもち〔イ〕価の陰イオンになりやすく、他の物質から電子を奪う性質をもつ。このことから、(a) ハロゲンの単体は酸化力を有する。

ハロゲンのうち、(b) 塩素の単体は水に溶けてその一部が水と反応し、オキソ酸を含む2種類の酸を生じる。一方、ヨウ素の単体はヨウ化カリウム水溶液に溶け、(c) ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液となる。ヨウ素の単体の固体は〔ウ〕結晶であり、また、加熱すると液体を経ずに気体になる。この状態変化は〔エ〕とよばれる。

問1 〔ア〕および〔イ〕に入る整数値を記せ。また、〔ウ〕に入る最も適当な解答欄の語句を○で囲み、〔エ〕に入る最も適当な語句を記せ。

問2 下線部(a)に関連して、次の問に答えよ。

(i) 次の反応式①～③より、酸素O₂を含めて、フッ素F₂、臭素Br₂、ヨウ素I₂の酸化力の強さを推定し、強い順にその化学式を記せ。



(ii) ハロゲンの単体の酸化力の強さと、ハロゲン原子の半径の大きさにはどのような関係があるか。簡潔に記せ。

問3 下線部(b)に関連して、次の問に答えよ。

(i) 塩素の単体と水との反応で生じる2種類の酸は何か。オキソ酸ともう1つの酸に分け、化学式をそれぞれ記せ。

(ii) 塩素のオキソ酸は4種類存在し、塩素原子の酸化数はすべて異なる。塩素原子の酸化数が大きくなるにつれ、オキソ酸の酸としての性質はどのように変化するか。該当する解答欄の語句を○で囲め。

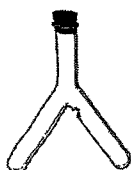
問4 下線部(c)に関連して、次の問に答えよ。

- (i) ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液にヘキサンを加えて振り混ぜ静置すると、溶液は水層とヘキサン層の二層に分かれる。このとき、ヨウ素は単体としてヘキサン層に移行し、ヘキサン層は紫色に呈色する。このヘキサン層を水層から分けて取り出すことでヨウ素の単体を抽出することができる。この抽出作業でよく用いられるガラス器具として最も適当なものを次の (A) ~ (D) より1つ選び、記号で記せ。また、その器具の名称を記せ。

(A)



(B)



(C)



(D)

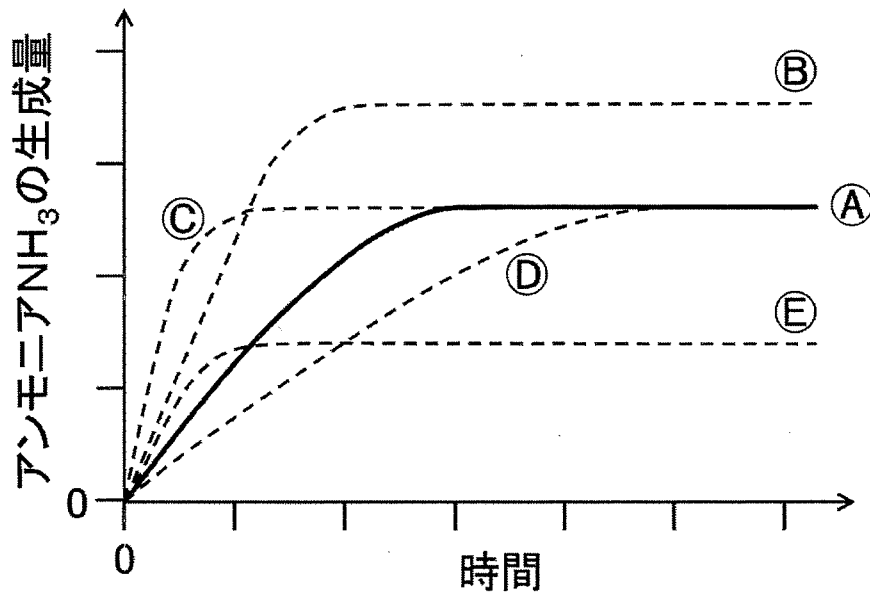


- (ii) 密度が 0.66 g/mL のヘキサン 750 mL を用いて (i) の抽出作業を行い、ヘキサン層を全量回収したところ、その質量は 533.1 g であった。このヘキサン溶液から取り出されるヨウ素の単体 I_2 を用いて、 0.2 mol/L のヨウ素エタノール溶液を 250 mL 調製するとき、ヘキサン溶液は最低何 g 必要か。答は四捨五入して整数値で記せ。ただし、すべての操作の過程でヘキサンの損失は無いものとし、ヘキサン溶液にはヘキサンとヨウ素の単体のみが含まれるものとする。また、抽出されたヨウ素は単体として全量回収でき、エタノールに全量溶解するものとする。

【Ⅱ】 次の記述を読み、問 1～4 の答を解答冊子の解答欄に記せ。ただし、原子量は $H=1.0$ 、 $C=12.0$ 、 $N=14.0$ 、 $O=16.0$ 、気体定数 R は $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ 、 0°C は 273 K とする。

(33 点)

アンモニア NH_3 は常温において、無色で [ア] の気体であり、水によく溶け、(a) その水溶液は [イ] 性を示す。(b) NH_3 は、 Fe_3O_4 を主成分とした触媒を用いて窒素 N_2 と水素 H_2 を反応させることで工業的に合成される。この反応は可逆反応であり、その正反応は発熱反応である。この製法では、ルシャトリエの原理より、[ウ] かつ [エ] であるほど、より多くの NH_3 を得ることができる。可逆反応において、正反応の反応速度 (アンモニアの生成速度) を v_1 、逆反応の反応速度 (アンモニアの分解速度) を v_2 としたとき、反応開始から反応時間が経過するにしたがって v_1 は減少し、 v_2 は増加する。反応が十分に進むと、 v_1 と v_2 は等しくなるが、これを [オ] 状態という。(c) 下のグラフの実線 (A) は、体積一定の容器内で N_2 と H_2 を 1:3 の体積比で混合し、温度を一定に保ちながら反応させたときの経過時間に対する NH_3 の生成量の変化を示している。



問1 [ア] ~ [オ]に入る最も適当な解答欄の語句を○で囲め。

問2 下線部(a)に関連して、 25°C での 0.20 mol/L の NH_3 水溶液の電離度 α が 1 に比べて著しく小さく、 $1 - \alpha \approx 1$ とみなせるとき、この水溶液の pH はいくらか。答は四捨五入して小数第 1 位まで記せ。ただし、 25°C における水のイオン積および NH_3 の電離定数は、それぞれ $1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ および $2.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ とし、 $\log_{10}2 = 0.30$ 、 $\log_{10}5 = 0.70$ とする。

問3 下線部(b)について、次の間に答えよ。

- (i) この工業的製法を何というか。その名称を記せ。
- (ii) この反応において、 1 mol の N_2 がすべて反応するときの熱化学方程式を記せ。ただし、 NH_3 の生成熱は 46 kJ/mol とする。

問4 下線部(c)に関連して、次の間に答えよ。

- (i) 実線Aの反応条件から次の①~④のように条件を変更した場合に得られる結果として、最も適当なグラフはそれぞれどれか。実線Aまたは点線B~Eより1つずつ選び、記号を記せ。ただし、グラフの横軸と縦軸は等間隔目盛りとする。

- ① 温度一定で、より小さい体積の容器で反応させる。
- ② 体積一定で、より高い温度で反応させる。
- ③ 温度・体積一定で、 Fe_3O_4 を主成分とした触媒の存在下で反応させる。
- ④ 温度・体積一定で、アルゴンを加えて反応させる。

- (ii) 14000 mol の N_2 と 42000 mol の H_2 を容積 8300 L の容器に入れて混合し、温度を 527°C に保持した状態で反応させた。 NH_3 の生成量が一定になったとき、全圧は $4.0 \times 10^7 \text{ Pa}$ であった。このときの N_2 および NH_3 の物質量はそれぞれ何 mol か。答は四捨五入して整数値で記せ。

【Ⅲ】 次の記述を読み、問 1～7 の答を解答冊子の解答欄に記せ。ただし、原子量は $H=1.0$, $C=12.0$, $O=16.0$ とする。有機化合物の構造式は解答冊子の解答欄の上に示す例にならって記せ。また、標準状態における気体 1 mol の体積は 22.4 L とする。 (34 点)

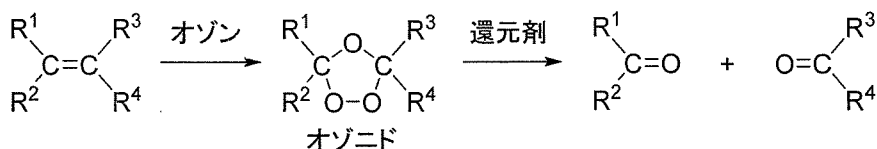
最も基本的な有機化合物は、炭素 C と水素 H からなる炭化水素である。炭素原子が鎖状に結合しているものを鎖式炭化水素といい、炭素原子間の結合がすべて単結合である鎖式飽和炭化水素を総称して [ア] という。[ア] の一般式は C_nH_{2n+2} で表され、(a) 直鎖状の同族体では n の値が大きくなるほど、その沸点は高くなる。 枝分かれ状の [ア] は、 n の値が同じ直鎖状の [ア] と比較して、その沸点は [イ]。最も簡単な [ア] は $n=1$ のメタンであり、実験室では (b) 酢酸ナトリウムに強塩基を加えて加熱すると得られる。

分子中の炭素原子間に二重結合を 1 つもつ鎖式不飽和炭化水素を [ウ] と総称する。一般式は C_nH_{2n} ($n \geq 2$) で表される。最も簡単な [ウ] は $n=2$ のエチレンであり、実験室では (c) 加熱した濃硫酸 (160～170°C) にエタノールを加えると得られる。 $n \geq 4$ の [ウ] には異性体が存在し、特に、二重結合を形成している炭素原子に直結する置換基の空間配置が異なる立体異性体をシス-トランス異性体という。

分子式が C_5H_{10} で表される [ウ] は、立体異性体も含めて、全部で ①～⑥ の 6 種類が存在する。これらの化合物について、以下の 4 つの情報 ①～④ が明らかとなっている。

- 情報① ①②③は枝分かれない構造であり、④⑤⑥は枝分かれのある構造である。
- 情報② ②③は互いに立体異性体の関係にあり、②がシス形、③がトランス形である。
- 情報③ ①④は構造中にビニル基 ($-CH=CH_2$) を有している。
- 情報④ ⑤に対してオゾン分解を行うと、生成物としてアセトンと化合物 ⑦ が得られる。

情報④における (d) オゾン分解 は、下に示すような一連の反応で表される。炭素-炭素二重結合を有する化合物を低温でオゾン O_3 と反応させると、オゾニドとよばれる不安定な化合物が生成する。このオゾニドを還元剤で処理すると、カルボニル化合物であるアルデヒドまたはケトンが得られる。ただし、 R^1, R^2, R^3, R^4 は、 H または炭化水素基を表す。



問1 [ア] および [ウ] に入る最も適当な語句を記せ。また, [イ] に入る最も適当な解答欄の語句を○で囲め。

問2 下線部(a)について, その理由として最も適当な説明を次の (A) ~ (D) より1つ選び, 記号を記せ。

(A) 分子量が大きいほど, 分子間での水素結合が強くなるから。

(B) 分子量が大きいほど, 質量が大きくなるから。

(C) 分子量が大きいほど, 密度が大きくなるから。

(D) 分子量が大きいほど, 分子間力が大きくなるから。

問3 下線部(b)に関連して, 次の問に答えよ。

(i) 強塩基として水酸化ナトリウムを用いたとき, 酢酸ナトリウムからメタンが生成する化学反応の反応式を記せ。

(ii) この実験における最も適当なメタンの捕集方法の名称を記せ。また, この捕集方法を選択する理由を簡潔に記せ。

問4 下線部(c)に関連して, 69.0 g のエタノールを反応させたとき, 生成するエチレンは標準状態で最大何 L か。答は四捨五入して整数値で記せ。

問5 ㊸および㊹の構造式を記せ。

問6 ㊺の構造式を記せ。

問7 下線部(d)に関連して, 分子式が C_6H_{12} であり二重結合を有する化合物㊻に対してオゾン分解を行うと, 1種類のケトンのみが得られた。㊻の構造式を記せ。

下書き用

