

令和6年度(2024年度) B方式入学試験問題

化 学 (5問・70分)

1. 解答はすべて解答用紙に書くこと。
2. 解答用紙は、第1面がマーク解答欄、第2面は記述解答欄である。
3. 各問題は以下の形式で解答すること。
問題1～3, 5マーク形式
問題4記述形式
4. 問題用紙は持ち帰ること。

[注意]

必要なときは、次の数値を用いなさい。

原子量：H = 1.0, C = 12, O = 16, Na = 23, Cl = 35.5

標準状態における理想気体のモル体積：22.4 L/mol

問題 1 次の〔I〕と〔II〕に答えなさい。

〔I〕 次の文章を読み、問1～3に答えなさい。

原子は中心にある原子核とその周りに存在するいくつかの電子で構成されている。原子核はいくつかの陽子と中性子からなる。原子核の直径は $10^{-16} \sim 10^{-14}$ mで、原子の直径は約(あ)である。

原子番号で原子を分類したときの原子の種類を元素という。元素によっては、原子番号は同じでも中性子の数が異なるため、(い)の異なる原子が複数存在するものがある。これらの原子同士を互いに(う)であるという。(う)の中には放射線を放出して、他の原子に変わるものがある。放射線には、 α 線や β 線、 γ 線がある。放射線は、滅菌や医療などに利用されているが、細胞を破壊したり遺伝子を傷つけて変化させるなど、人体に悪影響を及ぼす力を持つため、厳重な管理のもとで扱う必要がある。

問1 文章中の(あ)～(う)に当てはまる適切なものを以下から選び、番号をマークしなさい。

- | | | | |
|----------------|----------------|---------------|---------------|
| ① 10^{-12} m | ② 10^{-10} m | ③ 10^{-8} m | ④ 10^{-6} m |
| ⑤ 原子価 | ⑥ 質量数 | ⑦ 配位数 | ⑧ 同位体 |
| ⑨ 同素体 | ⑩ 同族体 | | |

問2 ^{40}K と表される原子に含まれる陽子、中性子、電子の数をそれぞれ、解答例を参考にマークしなさい。

解答例 陽子の数を5と答えたいとき、陽子の解答欄の10の位は⑩、1の位は⑤をマークする。

陽子の数を15と答えたいとき、陽子の解答欄の10の位は①、1の位は⑤をマークする。

問3 α 線や β 線、 γ 線のうち、本体が(A)電子であるもの、(B)電磁波であるもの、(C) ^4He の原子核であるものはどれか。それぞれ1つ選び、番号をマークしなさい。

- | | | |
|--------------|-------------|--------------|
| ① α 線 | ② β 線 | ③ γ 線 |
|--------------|-------------|--------------|

〔II〕 気体の溶解度に関する次の問4と5に答えなさい。ただし、 0°C で圧力(分圧)が 1.013×10^5 Paのときに水1.0 Lに溶ける気体A、気体Bの物質量はそれぞれ 1.06×10^{-3} mol、 2.48×10^{-3} molであり、気体Aと気体Bは反応しないものとする。また、水の蒸気圧は無視できるものとする。

問4 次の文章の **アイウ** に当てはまる数字を、解答例を参考にマークしなさい。

0°C 、 2.026×10^5 Paのもとで液体の水20.0 Lに気体Aを接触させておいたとき、その水に溶け込む気体Aの体積は、 0°C 、 2.026×10^5 Paの状態では **アイウ** mLである。

解答例 **カキク** を135と答えたいとき、カに①、キに③、クに⑤をマークし、24と答えたいとき、カに⑩、キに②、クに④をマークする。

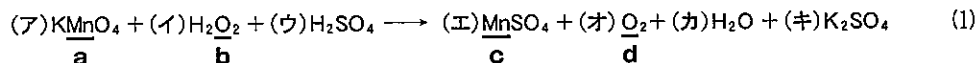
問5 次の文章の **エ**、**オ** に当てはまる数字を、解答例を参考にマークしなさい。

0°C 、 2.026×10^5 Paのもとで、液体の水1.0 Lに気体Aと気体Bの混合気体を接触させておいたとき、その水に溶け込む気体Bの体積は、その水に溶け込む気体Aの体積の **エ**、**オ** 倍である。ただし、混合気体中の気体Aと気体Bの体積比は1:3であり、混合気体の一部が水に溶解しても気体Aと気体Bの体積比は変化しないものとする。

解答例 **ケ**、**コ** を1.3と答えたいとき、ケに①、コに③をマークし、0.2と答えたいとき、ケに⑩、コに②をマークする。

問題 2 次の文章を読み、問 1～6 に答えなさい。

過酸化水素を含むオキシドールは傷の消毒、洗浄を目的とした殺菌消毒剤である。過酸化水素の濃度は硫酸で酸性にした過マンガン酸カリウム水溶液を用いた酸化還元滴定によって求めることができる。(式 1)



問 1 以下の(あ)と(い)に当てはまる語句を選び、番号をマークしなさい。

酸化されるとは原子が電子を(あ)ことをいい、還元されるとは原子が電子を(い)ことをいう。

- ① 受け取る ② 失う ③ 壊変する ④ 減衰する ⑤ 昇華する

問 2 式(1)の(ア)～(キ)に当てはまる適切な係数を、解答例を参考にマークしなさい。

解答例 係数を 1 と答えたいとき、①をマークする。

係数を 4 と答えたいとき、④をマークする。

問 3 式(1)の下線 a～d の原子の酸化数を、解答例を参考にマークしなさい。

解答例 原子の酸化数を +5 と答えたいとき、④と⑤をマークする。

原子の酸化数を 0 と答えたいとき、①をマークする。

原子の酸化数を -5 と答えたいとき、①と⑤をマークする。

問 4 式(1)において酸化剤としてはたらく化合物を以下から選び、番号をマークしなさい。

- ① 過マンガン酸カリウム ② 過酸化水素 ③ 硫酸

問 5 式(1)において還元剤としてはたらく化合物を以下から選び、番号をマークしなさい。

- ① 過マンガン酸カリウム ② 過酸化水素 ③ 硫酸

問 6 次の文の \boxed{A} ～ \boxed{D} に当てはまる数字を、解答例を参考にマークしなさい。

オキシドールを水で 10 倍に希釈し、その水溶液を 10.0 mL とり、希硫酸で酸性とし、0.0200 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ、18.0 mL 加えたときに水溶液が薄い赤紫色になった。このオキシドールに含まれている過酸化水素のモル濃度は、 $\boxed{A} \cdot \boxed{BC} \times 10^{-\boxed{D}}$ mol/L である。ただし、この反応では過マンガン酸カリウムとオキシドール中の過酸化水素のみが反応するものとする。

解答例 $\boxed{K} \cdot \boxed{LM} \times 10^{-\boxed{N}}$ を 1.08×10^{-3} と答えたいとき、Kに①、Lに②、Mに③、Nに④をマークする。

問題 3 以下は一部の元素のみ表記した第1周期から第4周期までの周期表である。ただし、ア～オはそれぞれ相当する元素記号のかわりに示している。問1～6に答えなさい。

族 \ 周期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be											ア		N	O	F	Ne
3	Na												イ		S		Ar	
4	K	ウ						エ	Co	Ni	Cu					Se	オ	Kr

問 1 ア～オはそれぞれどの元素に相当するか。それぞれ1つずつ選び、番号をマークしなさい。

- ① B ② Br ③ C ④ Ca ⑤ Cl
 ⑥ Fe ⑦ Mg ⑧ P ⑨ Si ⑩ Zn

問 2 原子の価電子が7個で1価の陰イオンになりやすく、ハロゲンとも呼ばれる元素を以下のなかから1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① Cl ② Cu ③ H ④ He ⑤ K ⑥ Ni

問 3 第3周期に属し、かつ酸化物が水と反応して生じる物質が塩基性を示すものを選び、番号をマークしなさい。

- ① 元素 イ ② Ar ③ Na ④ S

問 4 以下の塩素のオキシ酸のなかで最も弱い酸性を示すものを選び、番号をマークしなさい。

- ① HClO₄ ② HClO₃ ③ HClO₂ ④ HClO

問 5 18族に属する元素は反応性が低く、単体が単原子分子であるため沸点が低い。以下のなかで最も沸点が低いものを選び、番号をマークしなさい。

- ① Ar ② He ③ Kr ④ Ne

問 6 以下のうち、単体が最もイオン化傾向の小さいものを選び、番号をマークしなさい。

- ① 元素 ウ ② 元素 エ ③ Cu ④ K ⑤ Ni ⑥ Zn

問題 4 ベンゼンの誘導体であるフェノールとアニリンに関する以下の文章を読み、問 1～3 に答えなさい。

ベンゼンの水素原子 1 つをヒドロキシ基で置換した化合物をフェノールという。

フェノールは図 1 に示したクメン法によって製造される。まず、酸触媒の存在下、ベンゼンにプロペン（ $\text{H}_2\text{C}=\text{CHCH}_3$ ）を反応させるとクメン 1 が得られる。つづいて、触媒を用いてクメン 1 を酸素によって酸化すると 2 となる。この 2 を酸によって分解すると、アセトンとともにフェノールが生じる。

フェノールは弱酸性を有するため、強塩基である水酸化ナトリウム（ NaOH ）の水溶液を加えると、3 を与える。

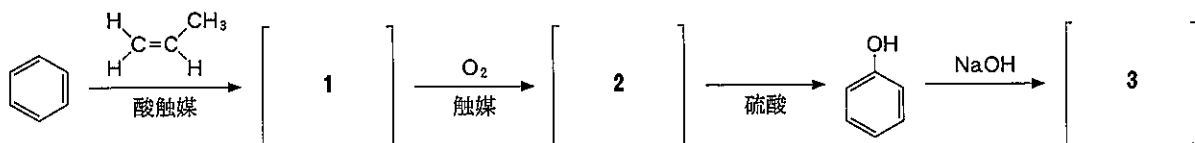


図 1

一方、ベンゼンの水素原子 1 つをアミノ基で置換した化合物をアニリンという。

アニリンは図 2 に示したように、ベンゼンから合成できる。まず、ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物を作用させ 4 としたのち、この 4 を濃塩酸の存在下でスズで還元することによって塩酸塩 5 が得られる。これを強塩基で処理すると、弱塩基であるアニリンが遊離する。

また、アニリンを希塩酸に溶かし、氷冷下で亜硝酸ナトリウム水溶液を加えると、6 を生じる。

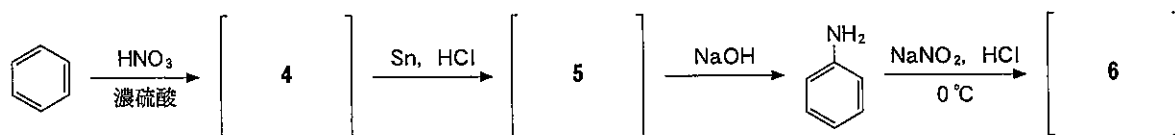


図 2

フェノールと水酸化ナトリウムを反応させて得た 3 と、図 2 の反応で得た 6 とを、氷冷下、水溶液中で反応させると橙赤色の 7 を生じる（図 3）。このような反応をジアゾカップリングという。アゾ化合物は美しい黄色や橙色、赤色を示すものが多く、アゾ染料として広く用いられている。

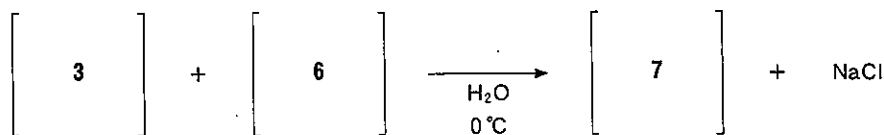
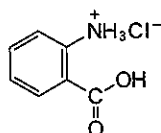


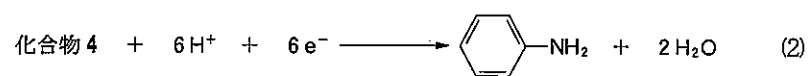
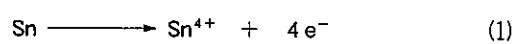
図 3

問 1 上記反応式中のベンゼン環をもつ化合物 1～7 の構造式を、構造式の例にならって書きなさい。



構造式の例

問 2 還元剤・酸化剤の電子の授受を表すイオン反応式(1)と(2)を参考にして、化合物 4 からアニリンを生じる反応の化学反応式を書きなさい。



問 3 下線部①として示したように、このジアゾカップリング反応は低温で行う必要がある。この反応を 5℃ 以上で行った場合には 6 が加水分解する。この加水分解反応の化学反応式を書きなさい。

問題 5 問 1 ~ 3 に答えなさい。

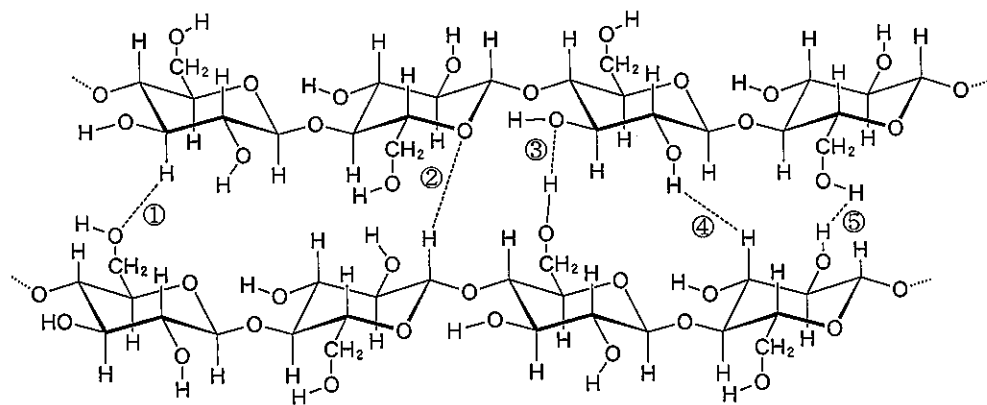
問 1 次の文章を読み、(1)と(2)に答えなさい。

植物の細胞壁の主な成分であるセルロースは、多数の(あ)グルコースが1位と(い)のヒドロキシ基で(う)した高分子化合物である。セルロースの分子は隣り合うグルコース単位が交互に向きを変えながらグリコシド結合をしているため、分子全体として(え)構造をしている。このため分子が並びやすく分子間で水素結合を形成しやすい。

(1) (あ)~(え)に当てはまる適切な語句を選び、番号をマークしなさい。

- ① α - ② β - ③ 1 位 ④ 4 位 ⑤ 6 位
 ⑥ 脱水縮合 ⑦ 付加重合 ⑧ 直線状 ⑨ 枝分れ ⑩ らせん状

(2) 下線部⑦について、図の破線①~⑤のうち、水素結合を正しく示しているものを選び、番号をマークしなさい。



図

問 2 次の文章を読み、(1)と(2)に答えなさい。

セルロースに硫酸存在下、無水酢酸を作用させるとヒドロキシ基がすべてアセチル化され高分子 A が生成した。

セルロースの分子式は(C H O)_n で表され、高分子 A の分子式は(C H O)_n で表される。

(1) , , , , , に当てはまる数字を、解答例を参考にマークしなさい。

解答例 を 10 と答えたいとき、まに①、みに⑩をマークし、2 と答えたいとき、まに①、みに②をマークする。

(2) 16.2 g のセルロースから高分子 A を得るときに消費する無水酢酸は何 g か。以下の数値から選び、番号をマークしなさい。ただし、反応は完全に進行し、生成する酢酸は反応に関与しないものとする。

- ① 18.0 ② 28.8 ③ 30.6 ④ 36.0 ⑤ 57.6

問 3 (1)と(2)に答えなさい。

(1) セルロース 16.2 g を希硫酸中で長時間加熱すると完全に加水分解が進行し、グルコースが生成した。生成したグルコースの質量(g)を以下の数値から選び、番号をマークしなさい。

- ① 8.1 ② 18 ③ 21 ④ 27 ⑤ 32

(2) 塩化ナトリウム 9.0 g を水に溶解させ全量を 1000 mL にした食塩水がある。この溶液と浸透圧が等しいグルコース水溶液を作りたい。(1)で得られたグルコースをすべて使う場合、グルコース水溶液の全量は何 mL にすればよいか。以下のうち、最も近い数値を選び、番号をマークしなさい。ただし、塩化ナトリウムは完全に電離しているものとする。

- ① 163 ② 325 ③ 650 ④ 1580 ⑤ 3240 ⑥ 3600