

2020年度

# 一般後期入学試験

## 理科

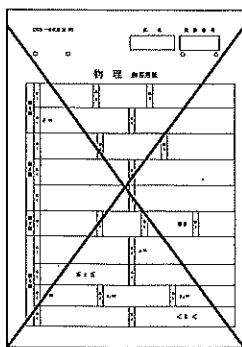
科目選択について			問題ページ
右記①～③のうち 2つを選択	①	物理	1～5
	②	化学	7～12
	③	生物	13～23

注意：答えはすべてそれぞれの解答用紙に記入しなさい。

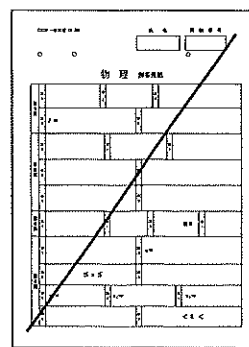
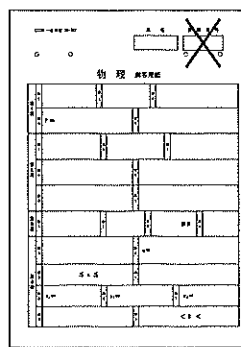
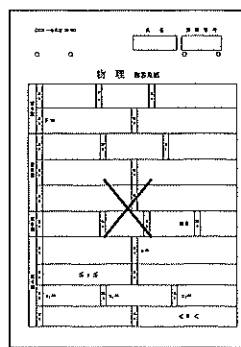
### 非選択科目の解答用紙への記入について（注意事項）

- ・試験開始 30 分後に、非選択科目の解答用紙を回収します。
- ・非選択科目の解答用紙にも氏名、受験番号を記入し、解答用紙全体に隅から隅まで大きく『X(バツ)』を記入して下さい。

良い書き方



良くない書き方



## 化 学 (その1)

必要ならば, H=1.0, C=12.0, N=14.0, O=16.0, Na=23.0, Cl=35.5, I=127 を用いよ。

第1問 次の文章を読み, 以下の問い(問1~5)に答えよ。

炭酸ナトリウムはガラスの原料などに多量に使用され, 工業的には次のようにしてつくられる。

- 操作1 塩化ナトリウムの飽和水溶液にアンモニアを十分に吸収させた後, 二酸化炭素を吹き込むと, 炭酸水素ナトリウムが沈殿する。
- 操作2 操作1で生じた炭酸水素ナトリウムを分離して加熱すると, 炭酸ナトリウムを得る。
- 操作3 操作2で生じた二酸化炭素は回収して操作1の反応に利用するが, 不足分は石灰石を熱分解してつくる。
- 操作4 操作3の石灰石の熱分解で生じた酸化カルシウムは水と反応させて水酸化カルシウムとする。
- 操作5 操作4で生じた水酸化カルシウムと操作1の反応で生成した塩化アンモニウムを反応させるとアンモニアを生じる。このアンモニアを操作1の反応に利用する。

この製法は, アンモニアソーダ法あるいはこの製法の工業化に成功した化学者の名前にちなんで(ア)法とよばれる。

炭酸ナトリウムは白色の固体で水によく溶け, その水溶液は塩の(イ)によって塩基性を示す。炭酸ナトリウムを水溶液から再結晶させると, 無色透明な炭酸ナトリウム十水和物の結晶になる。この結晶は空气中に放置すると, 水和水の一部を失って白色粉末状の一水和物になる。このように, 結晶が水和水を失う現象を(ウ)という。

問1 操作1の反応を化学反応式で書け。

問2 操作1~操作5の反応をまとめて一つの化学反応式で書け。

問3 (ア)~(ウ)にあてはまる語句を答えよ。

問4 操作1に必要な a 二酸化炭素と b アンモニアのうち, 操作2と操作5の反応でまかなうことができるのはそれぞれ必要量の何%か。下線部 a と b のそれぞれについて, 整数で答えよ。ただし, 各反応はすべて完全に進行し, 操作2と操作5の反応で生じた二酸化炭素とアンモニアはすべて回収されるものとする。

問5 現在は操作4と操作5の反応によるアンモニアの回収は行われず, 操作1で生じた塩化アンモニウムは肥料に使われることがある。水和水を含まない炭酸ナトリウムを 1.0 kg つくったときに得られる塩化アンモニウムは何 kg か。有効数字 2 桁で答えよ。

# 化 学 (その2)

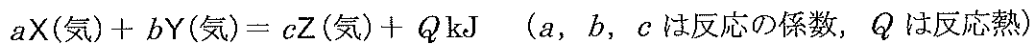
第2問 以下の問い(問1, 問2)に答えよ。

問1 過マンガン酸カリウム  $\text{KMnO}_4$  は一般に硫酸で酸性にした水溶液中で酸化剤として用いられ, このとき  $\text{MnO}_4^-$  は  $\text{Mn}^{2+}$  まで還元される。また,  $\text{KMnO}_4$  は中性や塩基性の水溶液中でも酸化剤としてはたらくが, このときは  $\text{MnO}_4^-$  は  $\text{MnO}_2$  までしか還元されない。

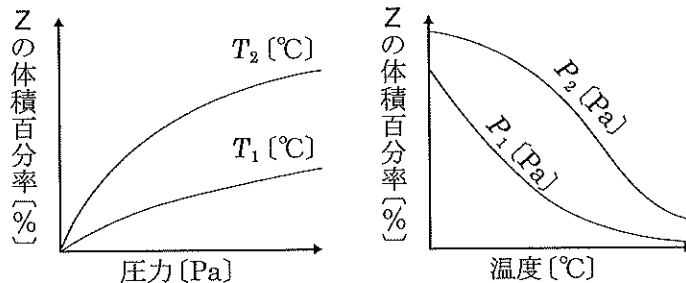
(1)  $\text{KMnO}_4$  を酸性の水溶液中で酸化剤として用いるときに, 硫酸のかわりに a 硝酸や b 塩酸で酸性にするのは適当ではない。下線部 a と b のそれぞれについて, その理由を「…が…から」のかたちで15字以内で答えよ。

(2)  $\text{KMnO}_4$  が塩基性の水溶液中で過酸化水素を酸化する化学反応式を書け。

問2 密閉容器中で, 次の熱化学方程式で表される気体分子 X, Y, Z の可逆反応が平衡にある。



この反応が平衡になったときの圧力 [Pa] と Z の体積百分率 [%] の関係, 温度 [°C] と Z の体積百分率 [%] の関係を下図に示す。なお,  $P_1$  [Pa],  $T_1$  [°C] で平衡に達するまでの時間は  $t_1$  [min] とし,  $P_2$  [Pa],  $T_2$  [°C] で平衡に達するまでの時間は  $t_2$  [min] とする。



$T_1$  と  $T_2$ ,  $P_1$  と  $P_2$  および  $t_1$  と  $t_2$  の大小関係について, ①, ②, ③ … のうちから正しいものを一つだけ選び, 番号で答えよ。

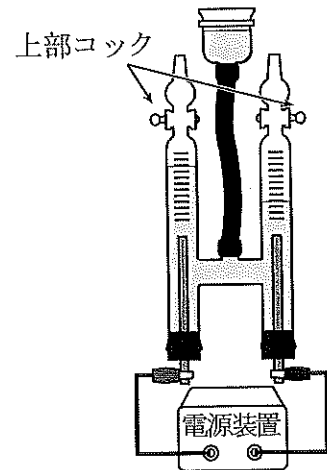
- |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| ① $T_1 < T_2, P_1 < P_2, t_1 < t_2$ | ⑦ $T_1 > T_2, P_1 < P_2, t_1 < t_2$ |
| ② $T_1 < T_2, P_1 < P_2, t_1 = t_2$ | ⑧ $T_1 > T_2, P_1 < P_2, t_1 = t_2$ |
| ③ $T_1 < T_2, P_1 < P_2, t_1 > t_2$ | ⑨ $T_1 > T_2, P_1 < P_2, t_1 > t_2$ |
| ④ $T_1 < T_2, P_1 > P_2, t_1 < t_2$ | ⑩ $T_1 > T_2, P_1 > P_2, t_1 < t_2$ |
| ⑤ $T_1 < T_2, P_1 > P_2, t_1 = t_2$ | ⑪ $T_1 > T_2, P_1 > P_2, t_1 = t_2$ |
| ⑥ $T_1 < T_2, P_1 > P_2, t_1 > t_2$ | ⑫ $T_1 > T_2, P_1 > P_2, t_1 > t_2$ |

# 化 学 (その3)

第3問 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

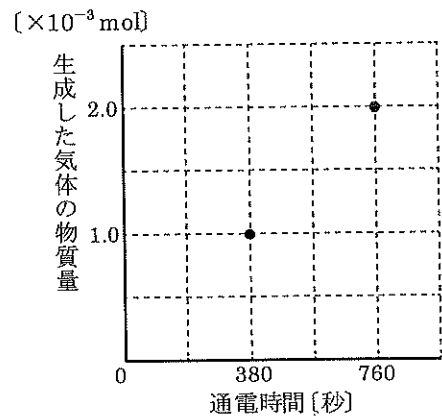
各電極から生成した気体の体積を分けて測定できる特色をもつホフマン型電解装置を電源装置と接続し、各電極に白金板を、電解液に硫酸酸性の0.50 mol/L 硫酸銅(II)水溶液を用い1.0 A で通電した。陽極および陰極で気体が発生する場合にはそれらの a 気体の体積を測定し、物質質量 [mol] に換算してグラフに点で表した。

ホフマン型電解装置



問1 通電時に陰極でおこる反応について、 $e^-$ を含めたイオン反応式を答えよ。

問2 右のグラフはある通電時間に陽極で発生した気体の物質質量を示した実験結果である。この実験結果から導き出される電子  $e^-$  1 mol がもつ電気量の値 [C/mol] はいくらと計算されるか。有効数字2桁で答えよ。



問3 電解液を0.50 mol/L 水酸化ナトリウム溶液に入れかえ、同様の電流を通じた場合に生じる気体の生成量の変化を解答欄のグラフ中に陽極での気体を実線で、陰極での気体を破線で、グラフの目盛の値と含めて答えよ。

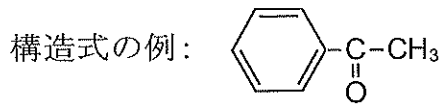
問4 電解液は硫酸銅のまま、銅に一部ニッケルや白金も含む粗銅板を電極として使用して通電すると、粗銅板に含まれるニッケルと白金はそれぞれどうなるかを、以下の①、②、③・・・の中から一つだけ選び、番号で答えよ。

- ① 陽極から電解液中にイオンとなり溶け出て、陰極に銅より優先的に析出する。
- ② 陰極から電解液中にイオンとなり溶け出て、陽極に銅より優先的に析出する。
- ③ 陽極から電解液中にイオンとなり溶け出るが析出しない。
- ④ 陰極から電解液中にイオンとなり溶け出るが析出しない。
- ⑤ 陽極から溶け出さずに陽極の下に泥状に堆積する。
- ⑥ 陰極から溶け出さずに陰極の下に泥状に堆積する。

問5 下線 a の操作で気体の体積を測定する前に、一度電源装置をつけて通電し、その後、発生した気体を上部コックからすべて抜き取る作業を行うべきである。これはこの操作を行わないと (ア) が (イ) という不都合がおり、測定が正確に行えないからである。(ア)、(イ) にあてはまる語句を答えよ。

# 化 学 (その4)

第4問 次の文章1, 2を読み, 以下の問い(問1~6)に答えよ。



文章1 エステル結合を有する有機化合物A~Fがある。分子式は, A:  $C_3H_6O_2$ , B:  $C_3H_6O_2$ , C:  $C_4H_8O_3$ , D:  $C_8H_8O_3$ , E:  $C_4H_9NO_2$ , F:  $C_{57}H_{98}O_6$ である。化合物Aを酸で加水分解して得られるカルボン酸は還元性を示す。化合物Bを酸で加水分解すると, 還元性を示さない沸点  $118^\circ C$ のカルボン酸と沸点  $65^\circ C$ のアルコールが得られる。化合物CとEは不斉炭素原子をもち, また, これらを酸で加水分解して得られたカルボン酸も不斉炭素原子をもち。化合物Cに金属ナトリウムを加えると水素が発生する。化合物Dに塩化鉄(III)水溶液を加えると赤紫色になる。化合物Dを酸で加水分解すると融点  $159^\circ C$ のカルボン酸と沸点  $65^\circ C$ のアルコールが得られる。

問1 化合物A, B, C, Eの構造式を例にならって書け。

問2 化合物Bの沸点は次の①~⑤のうちのどれにもっとも近い。番号で答えよ。

- ①  $20^\circ C$       ②  $57^\circ C$       ③  $118^\circ C$       ④  $156^\circ C$       ⑤  $300^\circ C$

問3 化合物Dは異性体をもつが, その中で消炎鎮痛剤(湿布薬)として用いられるものの構造式を例にならって書け。

問4 化合物Eを酸で加水分解した化合物について, 適切な検出法の名称を答えよ。

文章2 化合物Fに金属ナトリウムを加えても水素を発生しないが, 水酸化ナトリウム水溶液で加水分解するとセッケンとグリセリンが生成する。セッケンは主に(ア)作用により衣服の油成分の汚れを落とすことができるが, 動物性繊維の洗浄には適さないことがある。この理由は, この繊維の主成分である(イ)がセッケン水溶液の(ウ)性のために, (エ)することによる。

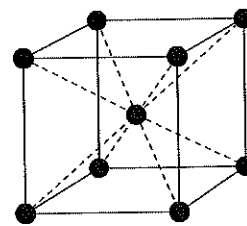
問5  $10.0 g$ の化合物Fにヨウ素が何g付加するか。有効数字3桁で答えよ。ただし, 化合物Fは単一の直鎖状モノカルボン酸のエステルから構成されているとする。

問6 上記の文章中の空欄(ア)~(エ)にあてはまる語句を答えよ。

## 化 学 (その5)

第5問 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

鉄は常温では右の図に示すような単位格子からなる結晶から構成されると考えられる。



鉄の単位格子

問1 この単位格子の名称を答えよ。

問2 鉄の配位数を答えよ。

問3 鉄の結晶の充填率[%]を答えよ。円周率 $=\pi$ を用い、平方根は近似せずにそのまま平方根を用いよ。解答は分数で答えよ。なるべく約分すること。

問4 この単位格子の一边の長さが $3.0 \times 10^{-8} \text{cm}$ であったとき、この結晶構造の鉄片 $1.0 \text{cm}^3$ あたりに含まれる鉄原子の数[個]を有効数字2桁で答えよ。

問5 鉄の結晶の密度が $8.0 \text{g/cm}^3$ であったとき、計算される鉄1原子の質量[g]を有効数字2桁で答えよ。

第6問 アミノ基 $-\text{NH}_2$ とカルボキシ基 $-\text{COOH}$ が同一の炭素原子に結合しているものが $\alpha$ -アミノ酸である。生体タンパク質の構成成分である $\alpha$ -アミノ酸は、その側鎖構造R-の違いにより約20種類ある。 $\alpha$ -アミノ酸5個からなる直鎖状のペントペプチドWを用いて、実験1～9を行った。実験に関する記述を読んで、以下の問い(問1～7)に答えよ。

実験1 2種類の酵素(酵素1と酵素2)を用意してペントペプチドWを酵素処理した。酵素1でペントペプチドWを処理するとテトラペプチドXとアミノ酸Aが得られた。

実験2 酵素2で、ペントペプチドWを処理するとトリペプチドYとジペプチドZが、テトラペプチドXを処理するとトリペプチドYとアミノ酸Bが得られた。

実験3 ペントペプチドWに水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した後、酢酸鉛(II)水溶液を加えると黒色沈殿が生じたが、テトラペプチドXに対して同じ操作を行っても黒色沈殿が生じなかった。

実験4 テトラペプチドXもしくはジペプチドZに濃硝酸を加えて加熱すると黄色に変化し、冷却後さらにアンモニア水を加えると橙黄色に変化した。一方、トリペプチドYに対して同じ操作を行ったが色調の変化は観察されなかった。

実験5 トリペプチドYを塩酸中で加熱して、完全にアミノ酸まで加水分解することで、アミノ酸C、アミノ酸D、アミノ酸Eが得られた。

実験6 アミノ酸C、D、Eを含む水溶液をpH6に調整して、電気泳動すると、陰極に移動するアミノ酸、陽極に移動するアミノ酸、移動しないアミノ酸が検出された。

# 化 学 (その6)

実験7 アミノ酸 C, D, E を含む水溶液の pH を 2 に調整して、陽イオン交換樹脂に吸着させた後、pH を段階的に上昇させることにより、アミノ酸 C, アミノ酸 D, アミノ酸 E の 3 つを分離して溶出させることができた。

実験8 分子量を測定した結果、アミノ酸 C とアミノ酸 D の分子量はそれぞれ 89 と 146 であった。

実験9 アミノ酸 C およびアミノ酸 D をそれぞれ 1.00 g 用いて元素分析を行うと、下記の結果が得られた。

アミノ酸 C	C : 0.404 g, H : 0.079 g, N : 0.157 g, O : 0.360 g
アミノ酸 D	C : 0.493 g, H : 0.096 g, N : 0.192 g, O : 0.219 g

問1 アミノ酸 A として予想されるアミノ酸は何か。その名称を答えよ。

問2 実験4の反応を何というか。また、この反応で検出されるペプチドの特徴は何か。

問3 この実験結果から、想定されるペプチド W の配列はいくつあるか。

問4 アミノ酸 D に含まれる炭素と窒素はそれぞれ何個か。

問5 実験6において、アミノ酸 C とアミノ酸 D は、陰極側、中性付近、陽極側のどの位置で観察されたか。①, ②, ③・・・の中から一つだけ選び、番号で答えよ。

- ① アミノ酸 C—陽極側      アミノ酸 D—中性付近
- ② アミノ酸 C—陽極側      アミノ酸 D—陰極側
- ③ アミノ酸 C—中性付近    アミノ酸 D—陽極側
- ④ アミノ酸 C—中性付近    アミノ酸 D—陰極側
- ⑤ アミノ酸 C—陰極側      アミノ酸 D—中性付近
- ⑥ アミノ酸 C—陰極側      アミノ酸 D—陽極側

問6 実験7において、アミノ酸 C, D, E は陽イオン交換樹脂からどの順番で溶出されるか。その順番を示した①, ②, ③・・・の中から一つだけ選び、番号で答えよ。

- ① C→D→E
- ② C→E→D
- ③ D→C→E
- ④ D→E→C
- ⑤ E→C→D
- ⑥ E→D→C

問7 アミノ酸 C の pH6 の水溶液中における構造式を例にならって書け。

