

平成 30 年 度

試 験 問 題 ②

# 学 科 試 験

(9 時 ~ 12 時)

【注 意】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中をみてはならない。
2. 試験教科、試験科目、ページ、解答用紙および選択方法は下表のとおりである。

教 科	科 目	ペー ジ	解 答 用 紙 数	選 択 方 法
数 学	数 学	1 ~ 12	2 枚	数学、英語は必須解答とする。 理科は左の3科目のうちから1科目を選択せよ。
英 語	英 語	13 ~ 16	3 枚	
理 科	化 学	17 ~ 28	2 枚	
	生 物	29 ~ 44	2 枚	
	物 理	45 ~ 54	1 枚	

3. 監督者の指示に従って、選択しない理科科目を含む全解答用紙(10枚)に受験番号と選択科目(理科のみ)を記入せよ。
  - ① 受験番号欄に受験番号を記入せよ。
  - ② 理科は選択科目記入欄に選択する1科目を○印で示せ。

上記①、②の記入がないもの、および理科2科目または理科3科目選択した場合は答案全部を無効とする。
4. 解答はすべて解答用紙の対応する場所に記入せよ。
5. 問題冊子の余白を使って、計算等を行ってもよい。
6. 試験開始後、問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせよ。
7. 解答用紙はいずれのページも切り離してはならない。
8. 解答用紙は持ち帰ってはならない。問題冊子は持ち帰ってよい。



—余 白—

(このページに問題はありません)

# 化 学

## 【注意】

1 化学の全問を通して、必要ならば次の数値を用いよ。

原子量：H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, F = 19.0, Na = 23.0,

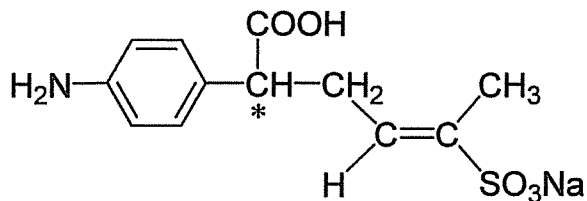
S = 32.0, Cl = 35.5, K = 39.1, Fe = 55.8

理想気体の標準状態における体積：22.4 L/mol

気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

2 特に指定のない限り、有効数字は2ケタで答えよ。

3 構造式は下の例にならって書け。



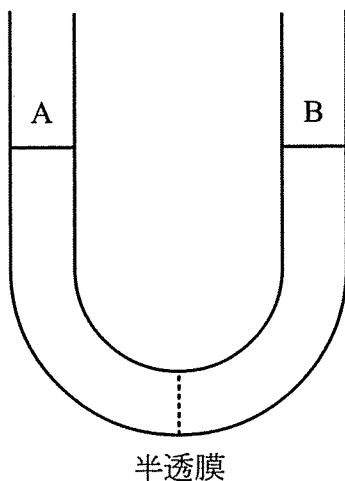
【1】 次の(ア)~(カ)の純物質がある。隣接する分子どうしで水素結合を形成しないものをすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) フッ化水素
- (イ) アセトアルデヒド
- (ウ) エタノール
- (エ) ジエチルエーテル
- (オ) 酢酸
- (カ) アンモニア

【2】 4種類の金属イオン( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{K}^{+}$ )を含む混合水溶液について、各金属イオンを分離する実験を行った。設問(1)~(4)に答えよ。

- (1) 混合水溶液を塩酸酸性とした後に硫化水素を通じると、黒色の沈殿が生じた。沈殿した物質の化学式を答えよ。
- (2) (1)で生じた沈殿を取り除いた水溶液を煮沸した後、希硝酸を加え、続いてアンモニア水を十分に加えると沈殿が生じた。沈殿した物質の化学式を答えよ。
- (3) (2)で生じた沈殿を取り除いた水溶液に対し、炭酸アンモニウム水溶液を加えると沈殿が生じた。沈殿した物質の化学式を答えよ。
- (4) (3)で沈殿を取り除いた後、分離できずに水溶液中に残る金属イオンがある。この金属イオンの名称を答えよ。また、この金属イオンの存在を確認する方法を50字以内で説明せよ。ただし、(1)~(3)で生じた沈殿がすべて取り除かれている水溶液を用いるものとする。

- 【3】 「浸透」とは、溶質の濃度が低い液体と高い液体が半透膜により隔てられている場合に、濃度を同等に保とうとして溶媒が移動する現象である。下図のような半透膜で仕切ったU字管を用いて「浸透」の観察実験を行った。設問(1)~(3)に答えよ。



- (1) Aには純水、Bには(ア)~(オ)のいずれかの水溶液を、液面が同じ高さになるように加えた。長時間放置するとAとBの液面の高さが変化した。液面の高さの差が大きい順に記号で答えよ。水溶液中の電解質は完全に電離するものとする。
- (ア)  $4.0 \times 10^{-3}$  mol/L 塩化ナトリウム水溶液
  - (イ)  $1.0 \times 10^{-3}$  mol/L 塩化ナトリウム水溶液
  - (ウ)  $4.0 \times 10^{-3}$  mol/L 塩化カルシウム水溶液
  - (エ)  $1.0 \times 10^{-3}$  mol/L 塩化カルシウム水溶液
  - (オ)  $4.0 \times 10^{-3}$  mol/L グルコース水溶液
- (2) 27℃において、Aに純水、Bに0.30%塩化ナトリウム水溶液を用いた時の浸透圧(単位: Pa)を求めよ。ただし、水溶液の密度は $1.0 \text{ g/cm}^3$ とし、塩化ナトリウムは完全に電離するものとする。
- (3) 私達の身の周りには、「浸透」で説明できる様々な事例がある。身近な例をひとつ挙げ、60字以内で簡潔に説明せよ。

【4】 以下にあげる塩を水に入れ、十分にかくはんしたときに、酸性を示すものすべてを選び、その塩を化学式で答えよ。

酢酸ナトリウム      硝酸アンモニウム      塩化ナトリウム  
炭酸カルシウム      炭酸水素ナトリウム      硫酸水素ナトリウム

【5】 以下の文章の空欄（ア）～（ウ）に当てはまる語句を答えよ。また、正極および負極で起きる、電子  $e^-$  を含むイオン反応式をそれぞれ答えよ。

リン酸型燃料電池においては、正極に（ア）を、負極に（イ）を供給し反応させて、電気エネルギーを取り出している。生成物としては（ウ）のみが生じ、クリーンで高効率なエネルギー源として、工場やビルなどで定置型電源として利用されている。

- 【6】 以下の文章を読み、空欄(ア)~(ウ)に当てはまる化合物の名称を答えよ。また、下線部(1)~(3)で起きる反応の反応式を、示性式を用いて答えよ。

エチレンは、日本では工業的には石油から得られるナフサを熱分解して製造されており、様々な化学製品の原料となっている。エチレンに水を付加させて<sup>(1)</sup>(ア)が、エチレンを重合させて(イ)が製造されている。また、エチレン<sup>(2)</sup>を塩素と反応させ、さらに塩化水素を脱離させて<sup>(3)</sup>(ウ)が製造されている。(ウ)は汎用性高分子材料の原料となっている。

- 【7】 以下の(ア)~(エ)に記載された物質について物質量を求め、大きい順に記号で答えよ。

- (ア)  $0^{\circ}\text{C}$ 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ において1.2 Lのオゾンを、完全に分解したときに生じる気体。
- (イ) 10 gの硫化鉄(II)を十分な量の希硫酸に加えたときに発生する気体。
- (ウ) 46 gのエタノールを完全燃焼させるときに必要な酸素。
- (エ)  $80^{\circ}\text{C}$ で飽和した硝酸カリウムの水溶液500 gを、 $20^{\circ}\text{C}$ に冷却したときに生じる硝酸カリウムの沈殿。ただし、硝酸カリウムの溶解度は $25^{\circ}\text{C}$ で32、 $80^{\circ}\text{C}$ で169とする。



【8】 濃度  $C$  (mol/L) の酢酸水溶液を 1.0 L 作成した.

- (1) 酢酸の電離定数  $K_a$  を,  $C$  および水溶液中の酢酸の電離度  $\alpha$  を用いて表せ.
- (2) この水溶液に対し,  $A$  mol の酢酸ナトリウムを溶解した. このとき,  $K_a$  を  $C$ ,  $A$ , および  $\alpha$  を用いて表せ. ただし, 酢酸ナトリウムを溶解したことによる水溶液の体積の変化はないものとする.
- (3) (2) において,  $A = 0.10$  mol,  $C = 0.10$  mol/L,  $K_a = 2.7 \times 10^{-5}$  mol/L のとき,  $\alpha$  の値を求めよ.

【9】 白金電極を用いて硝酸銀水溶液の電気分解を行った. 陽極, 陰極それぞれで起きる反応の反応式を, 電子  $e^-$  を含むイオン反応式で書け.

- 【10】 気体の状態方程式は理想気体について成立する式であるが，実在気体においても，温度が高いほど，かつ，圧力が低いほど，理想気体に近づき，理想気体の状態方程式を適用することができる．下線部(1)，(2)について，その理由をそれぞれ40字以内で述べよ．

- 【11】 オストワルト法でアンモニアを原料として硝酸を製造する場合，10.0 mol の硝酸を製造するためには標準状態で何 L の空気が必要か答えよ．ただし，空気中には酸素が 20 % 含まれており，反応は完全に進行するものとする．

【12】 以下の文章を読み，設問(1)~(3)に答えよ。

化合物 A は，炭素と水素のみで構成される不飽和炭化水素である。化合物 A を完全燃焼させると，二酸化炭素と水が物質質量比 1 : 1 で得られる。また，2.8 g の化合物 A にニッケル触媒を用いて水素を付加させると，飽和炭化水素である化合物 B が，2.9 g 得られる。

- (1) 化合物 A の組成式を書け。
- (2) 化合物 B の分子式を書け。
- (3) 化合物 A として考えられるすべての異性体の構造式を書け。

【13】 次の(ア)~(ウ)の化合物について，それぞれ何種類の構造異性体が考えられるか，その数を書け。

- (ア) 炭素数 6 のアルカン
- (イ) 分子式が  $C_6H_{14}O$  で表される第三級アルコール
- (ウ) トルエンの水素原子のうち 1 つが塩素原子に置換された化合物

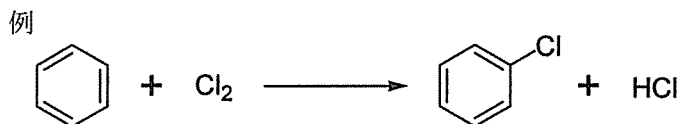
【14】 次の(ア)~(キ)の文章のうち、誤っているものをすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) ギ酸を濃硫酸とともに加熱し、生成した気体を石灰水に通すと白く濁る。
- (イ) アセチレン1分子に対して水1分子を付加して得られる化合物は、銀鏡反応を示す。
- (ウ) マレイン酸を加熱すると分子内で脱水して環状の酸無水物を生じるが、フマル酸を加熱しても分子内で脱水しない。
- (エ) シクロヘキサンのいす形構造と舟形構造は、互いに構造異性体の関係にある。
- (オ) シクロブタンとブタジエンは、互いに構造異性体の関係にある。
- (カ) エタンは、エチレンに比べ、炭素原子間の結合距離が長い。
- (キ) アセチレンよりエタンのほうが、燃焼熱は大きい。

【15】 以下の文章を読み、設問(1)~(3)に答えよ。

化合物Aは分子式 $C_7H_8O$ で表される芳香族化合物であり、過マンガン酸カリウムと反応させると分子式 $C_7H_6O_3$ で表される化合物Bが得られる。続いて化合物Bを炭酸水素ナトリウムと反応させると、化合物Cが得られる。また、化合物Cは、ナトリウムフェノキシドに二酸化炭素を高温高圧で反応させることによっても合成できる。

- (1) 化合物Aの名称を答えよ。
- (2) 化合物Bの名称を答えよ。
- (3) 下線部①の反応を、下の例のように、構造式を含む化学反応式で書け。



【16】 化合物 A の分子量は 294 であり，メチルエステル化したフェニルアラニンが，アスパラギン酸の不斉炭素原子に結合したカルボキシ基とペプチド結合した構造をもつ．化合物 A の構造式を 17 ページに記載の例にならって書け．また，不斉炭素原子に\*印をつけよ．

【17】 次の合成高分子 (a)~(e) の平均分子量がどれも  $1.00 \times 10^5$  であったとき，平均重合度が大きいものから順に，記号を使って並べよ．

- (a) ポリスチレン
- (b) クロロプレンゴム
- (c) ポリテトラフルオロエチレン
- (d) ポリアクリロニトリル
- (e) ナイロン 6

【18】 エチレングリコールとテレフタル酸を原料として、縮合重合により高分子量のポリエチレンテレフタレートが 96.0 g 得られた。この重合反応により脱離した物質の質量を計算し、有効数字 3 ケタで答えよ。

【19】 でんぷんに関連する次の設問 (1)~(3) に答えよ。

- (1) 酵素 1, 次に酵素 2 を順番に用いて, でんぷんをグルコースに加水分解したい。酵素 1, 2 の名称を答えよ。
- (2) 酵素を用いずに, でんぷんをグルコースに加水分解したい。どのような試薬を用い, どのような操作をしたらよいか。30 字以内で具体的に説明せよ。
- (3) でんぷんの加水分解反応の進行を 2 つの違う方法によって確認したい。どのような反応を使ってどのような変化から確認できるか。それぞれについて反応の名称と, 観察される変化を 20 字以内で答えよ。

— 余 白 —

(このページに問題はありません)















