

2018年度

Na 化学問題

注意

1. 試験開始の指示があるまでこの問題冊子を開いてはいけません。
2. 解答用紙はすべてHBの黒鉛筆またはHBの黒のシャープペンシルで記入することになっています。HBの黒鉛筆・消しゴムを忘れた人は監督に申し出てください。(万年筆・ボールペン・サインペンなどを使用してはいけません。)
3. この問題冊子は12ページまでとなっています。試験開始後、ただちにページ数を確認してください。なお、問題番号はI～Vとなっています。
4. 解答用紙にはすでに受験番号が記入されていますので、出席票の受験番号が、あなたの受験票の番号であるかどうかを確認し、出席票の氏名欄に氏名のみを記入してください。なお、出席票は切り離さないでください。
5. 解答は解答用紙の指定された解答欄に記入し、その他の部分には何も書いてはいけません。
6. 解答用紙を折り曲げたり、破ったり、傷つけたりしないように注意してください。
7. 計算には、この問題冊子の余白部分を使ってください。
8. この問題冊子は持ち帰ってください。

マーク・センス法についての注意

マーク・センス法とは、鉛筆でマークした部分を機械が直接よみとって採点する方法です。

1. マークは、下記の記入例のようにHBの黒鉛筆で枠の中をぬり残さず濃くぬりつぶしてください。
2. 1つのマーク欄には1つしかマークしてはいけません。
3. 訂正する場合は消しゴムでよく消し、消しきずはきれいに取り除いてください。

マーク記入例：

A	1	2	3	4	5
	○	○	●	○	○

 (3と解答する場合)

問題を解くにあたって、必要ならば次の値を用いよ。

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

原子量： $\text{H} = 1.0, \text{C} = 12.0, \text{N} = 14.0, \text{O} = 16.0$

空気の平均分子量： 28.8

I. 次の設問1～7に答えよ。解答は、それぞれに与えられたa～eから1つずつ選び、その記号を解答用紙の所定欄にマークせよ。

1. $^{13}_6\text{C}$ に関する次の数のうち、もっとも大きなものはどれか。

- a. 原子核に含まれる陽子の数
- b. 原子核に含まれる中性子の数
- c. K殻に含まれる電子の数
- d. L殻に含まれる電子の数
- e. 価電子の数

2. ハロゲンに関する次の記述のうち、正しくないものはどれか。

- a. AgF は水に溶けやすいが、 AgCl 、 AgBr 、 AgI は水に溶けにくい。
- b. HCl 、 HBr 、 HI の水溶液は強酸であるが、 HF の水溶液は弱酸である。
- c. 酸化力は $\text{F}_2 < \text{Cl}_2 < \text{Br}_2 < \text{I}_2$ の順に強くなる。
- d. 沸点は $\text{F}_2 < \text{Cl}_2 < \text{Br}_2 < \text{I}_2$ の順に高くなる。
- e. 分子量は $\text{F}_2 < \text{Cl}_2 < \text{Br}_2 < \text{I}_2$ の順に大きくなる。

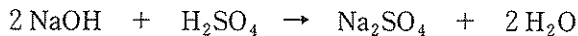
3. 分子式 $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ で表されるカルボニル化合物には、何種類の構造異性体が存在するか。

- a. 4種類
- b. 5種類
- c. 6種類
- d. 7種類
- e. 8種類

4. 熱化学方程式が $\text{N}_2(\text{気}) + 3\text{H}_2(\text{気}) = 2\text{NH}_3(\text{気}) + 92\text{ kJ}$ で表される反応が平衡にあるとき、この平衡を左辺の方向に移動させる操作は次のうちどれか。

- a. 温度を下げる。
- b. 全圧一定で Ar を加える。
- c. 反応速度を上げる触媒を加える。
- d. 反応速度を下げる触媒を加える。
- e. 容積一定で Ar を加える。

5. 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 10 mL と 0.10 mol/L の希硫酸 10 mL を混合した水溶液について、硫酸ナトリウムのモル濃度 [mol/L] として、もっとも適当な値はどれか。ただし、混合した水溶液の体積は 20 mL になったものとし、混合で起こる化学変化は次の式の反応のみとする。



- a. 0.025
- b. 0.050
- c. 0.075
- d. 0.10
- e. 0.15

6. ある 2 価の酸の、ある温度における水に対する溶解度 (溶媒 100 g に溶けうる溶質の質量 [g] の値) を S とする。この温度におけるこの酸の飽和水溶液 10 g を、0.50 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、中和に V [mL] 要した。このとき、この酸の分子量を S と V で表す式として、正しいものはどれか。

- a. $\frac{200S}{V}$
- b. $\frac{400S}{V}$
- c. $\frac{20000S}{(100+S)V}$
- d. $\frac{40000S}{(100+S)V}$
- e. $\frac{200(100-S)}{(100+S)V}$

7. 次のイ〜ニについて、正しくない記述はいくつあるか。

イ. 分子中にヒドロキシ基をもつカルボン酸である乳酸は、ヒドロキシ酸に分類され、分子内に不斉炭素原子をもつため光学異性体が存在する。

ロ. 油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱し、グリセリンと脂肪酸ナトリウムに変化させるとき、油脂 1 mol に対して必要な水酸化ナトリウムの量は 1 mol である。

ハ. テレフタル酸と 1,2-エタンジオールが付加重合したポリエチレンテレフタレートは、ペット (PET) ともよばれ、エステル結合をもっている。

ニ. パルミチン酸やステアリン酸のような高級飽和脂肪酸のグリセリンエステルを多く含む油脂は、常温で固体であるものが多い。

- a. 0個 b. 1個 c. 2個 d. 3個 e. 4個

Ⅱ. 次の文を読み、下記の設問1～5に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

3種類の結晶A～Cは、アルミニウム、亜鉛、銀、クロム、銅のいずれか1つをそれぞれ含む化合物の結晶であり、次のイ～へに記述する性質を示した。

- イ. 青色結晶Aを加熱して150℃を超えると白色粉末状に変化した。
- ロ. 青色結晶Aの水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると青白色沈殿が生じ、そこに過剰のアンモニア水を加えると沈殿が溶解し、深青色溶液となった。
- ハ. 黄色結晶Bの水溶液を酸性にすると赤橙色に変色した。
- ニ. 黄色結晶Bの水溶液を、 Ag^+ を含む水溶液に加えると、赤褐色（暗赤色）沈殿が生じた。
- ホ. 無色結晶Cの水溶液に希塩酸を加えると白色沈殿が生じた。
- ヘ. 無色結晶Cの水溶液に硫化水素を通じると黒色沈殿が生じた。

1. ロにおいて、沈殿が溶解して生じた錯イオンの化学式（イオン式）をしるせ。
2. ハにおいて、赤橙色を呈するイオンの化学式（イオン式）をしるせ。
3. ニにおいて、生じた赤褐色（暗赤色）沈殿の化学式をしるせ。
4. ホにおいて、希塩酸ではなく、水酸化ナトリウム水溶液を加えたときに起こる反応の化学反応式（イオン反応式）をしるせ。
5. ヘにおいて、黒色沈殿が生じる反応の化学反応式（イオン反応式）をしるせ。

Ⅲ. 次の文を読み、下記の設問1～3に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

水素分子 H_2 と塩素分子 Cl_2 の結合エネルギー、水素原子 H の第1イオン化エネルギー、水素原子 H と塩素原子 Cl の電子親和力、および塩化水素分子 HCl の生成熱を、以下の表に示す。

表

水素分子 H_2 の結合エネルギー	436 kJ/mol
塩素分子 Cl_2 の結合エネルギー	243 kJ/mol
水素原子 H の第1イオン化エネルギー	1312 kJ/mol
水素原子 H の電子親和力	73 kJ/mol
塩素原子 Cl の電子親和力	349 kJ/mol
塩化水素分子 HCl の生成熱	92 kJ/mol

1 mol の Cl_2 分子と 2 mol の電子から Cl^- イオンが 2 mol 生成するとき、(イ) kJ のエネルギーが < あ >。また、1 mol の H_2 分子を 1 mol の H^+ イオンと 1 mol の H^- イオンに変えるとき、(ロ) kJ のエネルギーが < い >。反応 $\text{H}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{HCl}$ が進行し、1 mol の HCl 分子が生成するとき、(ハ) kJ のエネルギーが < う >。

1. H^+ イオン 1 mol と電子 2 mol から、 H^- イオン 1 mol を生成する反応の反応熱をしるせ。

2. 文中の空所(イ)～(ハ)それぞれにあてはまる正の整数値をしるせ。

3. 文中の空所<あ>～<う>それぞれにあてはまるもっとも適当な語句を、それぞれ対応する次の a・b から 1 つずつ選び、その記号をマークせよ。

<あ> a. 必要とされる b. 放出される

<い> a. 必要とされる b. 放出される

<う> a. 必要とされる b. 放出される

IV. 次の設問 1～3 に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

1. pH = 5 の塩酸を水で 1000 倍に希釈して得られた溶液の pH としてもっとも近い値を、次の a～e から 1 つ選び、その記号をマークせよ。

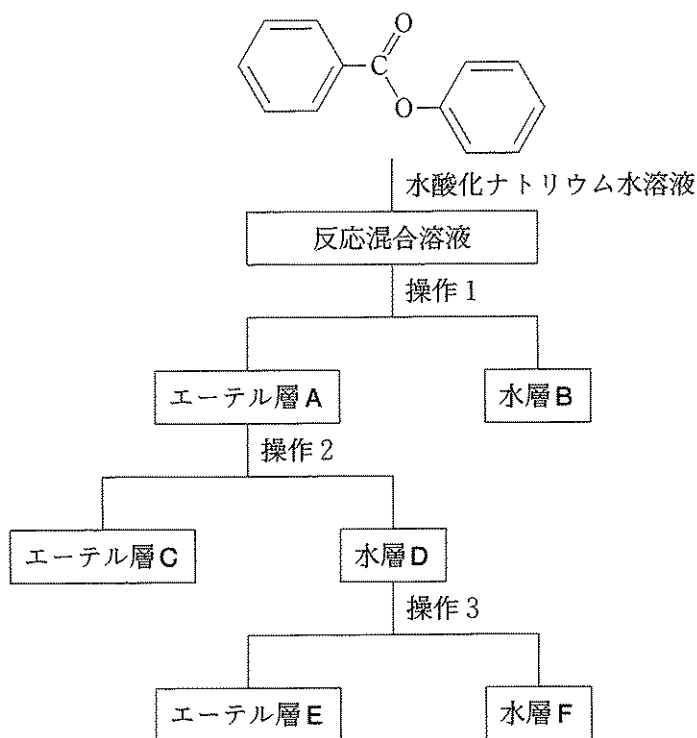
a. 5 b. 6 c. 7 d. 8 e. 9

2. 0.27 mol/L の酢酸水溶液の電離度と水素イオン濃度 [mol/L] を求め、その値を有効数字 2 桁でそれぞれしるせ。ただし、酢酸の電離定数 K_a は 2.7×10^{-5} mol/L とする。また、酢酸の電離度は 1 に比べて十分に小さいものとする。

3. 0.27 mol/L の酢酸ナトリウム水溶液の水素イオン濃度 [mol/L] を求め、その値を有効数字 2 桁でしるせ。ただし、酢酸の電離定数 K_a は 2.7×10^{-5} mol/L、水のイオン積 K_w は 1.0×10^{-14} (mol/L)² とする。また、酢酸イオンの加水分解はごくわずかであるものとする。

V. エステルの加水分解実験に関する次の文を読み、下記の設問1～4に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

下に示すエステルを1.98 gとり、水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱し、十分に加水分解した。加水分解によって得られた反応混合溶液に、図に示した操作1～3を行い、加水分解生成物として2つの芳香族化合物XとYに分離した。操作1と操作3では、必要量の塩酸を加えた後、適量のエーテルを加え、分液漏斗でよく振って静置した後、エーテル層と水層に分離した。エーテル層Cからは化合物Xが得られた。



図

1. 操作2では、試薬Zの水溶液を必要量加え、分液漏斗でよく振って静置した後、エーテル層Cと水層Dに分離した。試薬Zとしてもっとも適当なものを、次のa～eから1つ選び、その記号をマークせよ。

- a. 塩化ナトリウム b. 塩化水素 c. 水酸化ナトリウム
 d. 炭酸水素ナトリウム e. メタノール

2. 化合物Yが得られる層を、次のa～cから1つ選び、その記号をマークせよ。

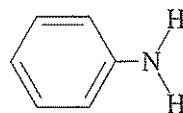
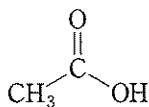
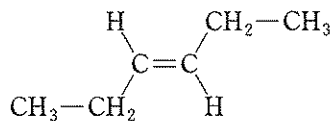
a. 水層B

b. エーテル層E

c. 水層F

3. 化合物X・Yの構造式をそれぞれしるせ。ただし、構造式は例にならってしるせ。

(例)



4. この分離操作の後に適切な処理を行い、純粋な化合物Yが0.610 g得られた。このYの質量は理論的に得られる量の何%にあたるか、その値を有効数字2桁でしるせ。

【以下余白】

