

化 学

(注意) 解答はすべて解答用紙にマークすること。

なお、気体はすべて標準状態として存在するものとする。

必要があれば、以下の数値を用いて計算せよ。

原子量：H = 1, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, Al = 27, S = 32, Cl = 35.5, Ca = 40,

Cu = 63.5, Ag = 108

気体定数： 8.31×10^3 (Pa·L)/(K·mol), 気体の標準状態：0℃, 1.01×10^5 Pa (1.00 atm),

ファラデー定数： 9.65×10^4 C/mol, アボガドロ定数： 6.02×10^{23} /mol

1 以下の各問いに答えよ。〔解答は 1 - ア ~ ケ〕

(1) 物質の性質を調べるためには、混合物から調べたい物質を取り出す必要がある。一般に、混合物から目的の純物質を取り出す操作を ア といい、取り出した物質から不純物を取り除き、より純度の高い物質を得るための操作を イ という。

ア に相当する方法として、固体が混ざっている液体から、ろ紙などを用いて固体を取り出す操作を ウ という。また海水から純水を得るために、混合物である溶液を加熱して煮沸させ、生じた蒸気を冷却してもとの溶液から液体を取り出す操作を エ という。さらに、(a)二種類の溶媒への溶けやすさの違いを利用して、物質を分けて取り出す操作を オ という。

イ に相当する方法として、固体が直接気体になる変化および気体が直接再び固体になる変化を利用して純物質を取り出す操作を カ という。また一定量の溶媒に溶けている物質の量が温度によって異なることを利用して、固体物質に含まれる少量の不純物を排除して純物質を取り出す操作を キ という。

(A) 空欄 ア ~ キ にあてはまる最も適切な語句を、以下の解答群からそれぞれ選べ。

〔解答は 1 - ア ~ キ〕

- ① 蒸留 ② クロマトグラフィー ③ 昇華法 ④ 分離 ⑤ 抽出
⑥ 再結晶 ⑦ 分留 ⑧ ろ過 ⑨ 精製 ⑩ 溶解

(B) 下線部 (a) の操作を行う際に使用する器具として、最も適切なものはどれか。

〔解答は 1 - ク〕

- ① メスフラスコ ② 丸底フラスコ ③ コニカルビーカー
④ 分液ろうと ⑤ 集気瓶 ⑥ 三角ろうと

(2) 砂が混入した食塩とエタノールと水の混合物があり、食塩は溶液の状態にある。砂と食塩を固体として、エタノールと水を液体としてそれぞれを分離したい。以下の解答群の操作方法の手順の中で、適切なものを選べ。

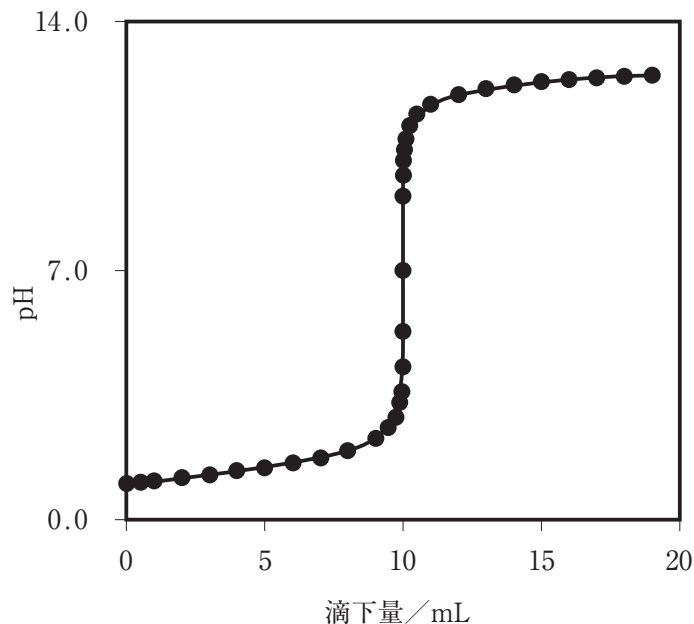
[解答は ① - ④]

- ① 蒸留 → クロマトグラフィー → 再結晶
- ② 蒸留 → 昇華 → 抽出
- ③ 再結晶 → 昇華 → クロマトグラフィー
- ④ 再結晶 → 蒸留 → 蒸発乾固
- ⑤ ろ過 → 蒸留 → 蒸発乾固
- ⑥ ろ過 → クロマトグラフィー → 昇華

<次ページへ続く>

2 以下の各問いに答えよ。〔解答は 2 - ア ~ コ〕

- (1) 図は、ある酸性溶液 10.0 mL に、ある濃度の水酸化ナトリウム水溶液を室温で滴下した場合の中和滴定曲線である。横軸に水酸化ナトリウム水溶液の滴下量、縦軸に pH の値 (pH メーターで測定) を示す。この滴定で、滴下前の溶液の pH は 1.0 であり、滴下量 10.0 mL のとき中和点となった。これについて、以下の各問いに答えよ。〔解答は 2 - ア ~ ウ〕



- (A) この中和滴定曲線は、次のいずれの滴定実験によるものか。以下の解答群から選べ。

〔解答は 2 - ア〕

- 〔解答群〕
- ① 0.01 mol/L の酢酸水溶液 10.0 mL に、0.01 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を滴下。
 - ② 0.01 mol/L の硫酸水溶液 10.0 mL に、0.01 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を滴下。
 - ③ 0.01 mol/L の塩酸水溶液 10.0 mL に、0.01 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を滴下。
 - ④ 0.1 mol/L の酢酸水溶液 10.0 mL に、0.1 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を滴下。
 - ⑤ 0.1 mol/L の硫酸水溶液 10.0 mL に、0.1 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を滴下。
 - ⑥ 0.1 mol/L の塩酸水溶液 10.0 mL に、0.1 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を滴下。
 - ⑦ 0.01 mol/L の酢酸水溶液 10.0 mL に、0.1 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を滴下。
 - ⑧ 0.01 mol/L の硫酸水溶液 10.0 mL に、0.1 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を滴下。
 - ⑨ 0.01 mol/L の塩酸水溶液 10.0 mL に、0.1 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を滴下。

- (B) この中和滴定の実験で最も必要な器具を、以下の解答群から選べ。

〔解答は 2 - イ〕

- 〔解答群〕
- ① メスピペット ② ホールピペット ③ 試験管
 - ④ ビュレット ⑤ メスシリンダー ⑥ ろうと

(C) この中和滴定の中和点を、pHメーターを用いず指示薬を用いて求めるとき、次のうち適切なものはどれか。以下の解答群から選べ。なお、メチルオレンジ、プロモチモールブルー、フェノールフタレインの各指示薬のpH変色域は、それぞれ3.1～4.4、6.0～7.6、8.0～9.8である。

〔解答は 2 - ウ 〕

- 〔解答群〕
- ① メチルオレンジ、プロモチモールブルー、フェノールフタレインのいずれも使用できる。
 - ② メチルオレンジとフェノールフタレインは使用できるが、プロモチモールブルーは使用できない。
 - ③ プロモチモールブルーとフェノールフタレインは使用できるが、メチルオレンジは使用できない。
 - ④ メチルオレンジとプロモチモールブルーは使用できるが、フェノールフタレインは使用できない。
 - ⑤ プロモチモールブルーは使用できるが、メチルオレンジとフェノールフタレインは使用できない。
 - ⑥ フェノールフタレインは使用できるが、メチルオレンジとプロモチモールブルーは使用できない。
 - ⑦ メチルオレンジは使用できるが、プロモチモールブルーとフェノールフタレインは使用できない。
 - ⑧ メチルオレンジ、プロモチモールブルー、フェノールフタレインのいずれも使用できない。

(2) ある気体が27℃、 1.500×10^5 Paで1.000 Lを占めている。その密度を測定すると、2.650 g/Lであった。これについて、以下の各問いに答えよ。〔解答は 2 - エ ~ コ 〕

(A) この気体は次の物質のうちのどれか。以下の解答群から選べ。〔解答は 2 - エ 〕

- 〔解答群〕
- | | | | |
|---------|--------|---------|---------|
| ① 水素 | ② メタン | ③ 酸素 | ④ 一酸化炭素 |
| ⑤ 二酸化炭素 | ⑥ 塩化水素 | ⑦ アンモニア | |

(B) この気体分子の物質量は . mol である。 ~ にあてはまる小数第三位までの数値をマークせよ。〔解答は 2 - オ ~ ク 〕

(C) この気体分子の構造はどれか。以下の解答群から選べ。〔解答は 2 - ケ 〕

- 〔解答群〕
- | | | | |
|-------|--------|--------|---------|
| ① 直線形 | ② 折れ線形 | ③ 三角錐形 | ④ 正四面体形 |
|-------|--------|--------|---------|

(D) この気体の性質や用途を、以下の解答群から選べ。〔解答は 2 - コ 〕

- 〔解答群〕
- | | |
|-------------------|----------------|
| ① 無色無臭。燃焼して水を生じる。 | ② 都市ガスの主成分である。 |
| ③ 乾燥空気中に最も多く含まれる。 | ④ 硝酸の原料である。 |
| ⑤ ポリエチレンの原料である。 | ⑥ 光合成に用いられる。 |

3 以下は様々な金属に関する記述である。〔解答は 3 - ア ~ カ 〕

- ア : + 2 価あるいは + 4 価の状態 で酸化物を形成し、2 次電池に多用される。
- イ : 金属としては軽量で、+ 3 価の状態 で酸化物を形成しやすい。
- ウ : + 1 価あるいは + 2 価の状態 で酸化物を形成しやすい。
- エ : + 2 価あるいは + 3 価の状態 で酸化物を形成しやすい。
- オ : 化学反応性が低くほとんど酸化されないため、装飾品などに利用される。
- カ : 銅との合金 (白銅) が硬貨に使用される金属である。

ア ~ カ の記述にあてはまる金属を、以下の解答群から選べ。

〔解答は 3 - ア ~ カ 〕

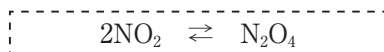
- 〔解答群〕 ① 鉄 ② 白金 ③ 鉛 ④ スズ
 ⑤ クロム ⑥ ニッケル ⑦ 銅 ⑧ アルミニウム

4 以下の各問いに答えよ。〔解答は 4 - ア ~ オ 〕

(1) 塩化ナトリウム水溶液を炭素電極を使って電気分解したときに生成する物質を、以下の解答群から選べ。〔解答は 4 - ア 〕

- 〔解答群〕 ① 陽極：水素，陰極：酸素 ② 陽極：塩素，陰極：ナトリウム
③ 陽極：酸素，陰極：ナトリウム ④ 陽極：塩素，陰極：水素
⑤ 陽極：水素，陰極：塩素

(2) 閉じた容器の中で次に示す反応を行ったところ、 NO_2 は N_2O_4 へと発熱反応して、以下の平衡状態に達した。



操作

- (A) 反応容器の体積を増やす。
(B) 反応温度を下げる。
(C) 全体の圧力を増やす。
(D) N_2O_4 の物質質量を増やす。

上記の(A)から(D)に示した各操作を平衡状態から行くと、平衡が右に移動するものはいくつあるか。あてはまる数値をマークせよ。〔解答は 4 - イ 〕

(3) ベンゼンの特徴として正しくないものを、以下の解答群から選べ。〔解答は 4 - ウ 〕

- 〔解答群〕 ① 80℃の高い沸点を示す。
② 付加反応を受けやすく、置換反応を受けにくい。
③ 水に溶けず、油滴となって分離する。
④ 有臭の液体で、有機物をよく溶かすため溶媒として用いられる。
⑤ 空気中では、ススを発生させながら燃焼する。

(4) エステルの特徴として正しくないものを、以下の解答群から選べ。〔解答は 4 - エ 〕

- 〔解答群〕 ① 加水分解すると、アルコールとカルボン酸に分解する。
② けん化反応により、アルコールとカルボン酸の塩を生成する。
③ エステルの一種として、脂肪酸がある。
④ 芳香を有し、天然物中にも豊富に存在する。
⑤ アルコールとカルボン酸の縮合反応によって得られる。

(5) 尿素の特徴として正しくないものを、以下の解答群から選べ。〔解答は 4 - オ 〕

- 〔解答群〕 ① 無色の固体で、水やアルコールに溶ける。
② 肥料として用いられるほか、ホルムアルデヒドとの縮合により樹脂を生成する。
③ 二酸化炭素とアンモニアを高温高圧下で反応させて生成する。
④ 酸により加水分解され、二酸化炭素とアンモニアが生成する。
⑤ 強い腐食性があり、人体に有害な化合物である。