

# 化 学

[問 1] 設問(1)～(3)に答えよ。(2)、(3)は答えを有効数字2桁で書き、計算の過程も記せ。

## 設 問

(1) 下記の [試薬]、[実験器具]、[乾燥剤] のいずれかを用いて、アンモニアを発生させる実験を行った。ア、イ に当てはまる試薬を化学式で (順不同)、ウ、オ、カ に当てはまる実験器具と エ に当てはまる乾燥剤を記号で書け。

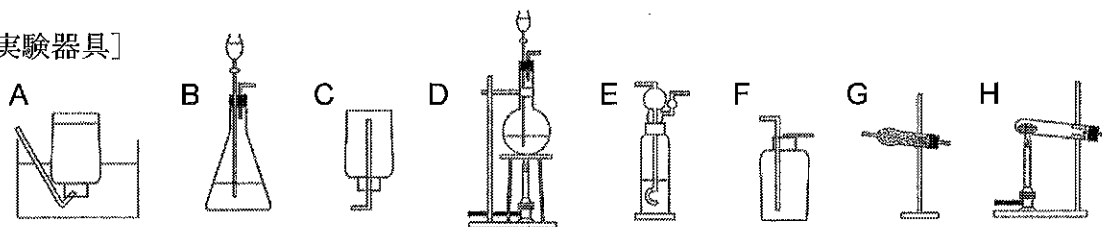
### 実験

試薬 ア、イ と実験器具 ウ を用いて操作を行うと、アンモニアの気体が発生した。この気体を乾燥剤 エ を入れた実験器具 オ を用いて乾燥させた。乾燥させた気体は実験器具 カ を用いて捕集した。

### [試薬]

亜鉛、塩化アンモニウム、過酸化水素水、酸化マンガン(IV)、水酸化カルシウム、銅、濃塩酸、濃硝酸、濃硫酸、白金

### [実験器具]



### [乾燥剤]

a. 塩化カルシウム      b. ソーダ石灰      c. 濃硫酸      d. 十酸化四リン

(2)  $\text{H}_2\text{O}$  (気) の生成熱は  $242 \text{ kJ/mol}$ 、 $\text{H-H}$ 、 $\text{O-O}$  の結合エネルギーはそれぞれ  $436 \text{ kJ/mol}$ 、 $498 \text{ kJ/mol}$  である。水分子中の  $\text{O-H}$  の結合エネルギーは何  $\text{kJ/mol}$  か。

(3)  $3.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$  酢酸水溶液について、以下の (i)、(ii) に答えよ。ただし、酢酸の電離定数は  $2.7 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$  とし、酢酸の電離度は 1 に比べて非常に小さいものとする。

(i) この水溶液における酢酸の電離度を求めよ。

(ii) この水溶液の pH を求めよ。

[問2] 次の文章 [I], [II] を読み, 設問に答えよ。ただし, 原子量は  $N = 14$ ,  $O = 16$ ,  $F = 19$ ,  $Cl = 35$ ,  $K = 39$ ,  $Br = 80$ ,  $I = 127$ ,  $Pb = 207$  とする。

[I] 鉛は周期表の14族に属する元素であり, ①固体の単位格子には, 4個の原子が含まれている。鉛は両性金属であり, 硝酸や強塩基の水溶液には溶けるが, ②希硫酸にはほとんど溶けない。

0.1 mol/L硝酸鉛(II)水溶液, 0.1 mol/L硝酸銅(II)水溶液, 0.1 mol/L硝酸銀(I)水溶液をそれぞれ1 mLずつ同じ試験管に入れた。この試験管に少量のアンモニア水を加えたところ沈殿が生成した。さらにアンモニア水を過剰に加えたところ, 沈殿の一部が溶解した。これをろ過して沈殿Aとろ液Bを得た。沈殿Aに硝酸を加えて溶解させた後, クロム酸カリウム水溶液を加えると黄色沈殿Cが生成した。ろ液Bに硝酸を加えて中和した後に, 希塩酸を加えると沈殿が生じた。これをろ過して沈殿Dとろ液Eを得た。ろ液Eに水酸化ナトリウム水溶液を加えると沈殿が生成したが, ③この溶液を加熱すると沈殿の色が変化した。

#### 設 問

(1) 下線部①の構造として適当なものを次のア～ウから選び, 記号で書け。

ア. 体心立方格子      イ. 面心立方格子      ウ. 六方最密構造

(2) 下線部②について, 鉛が希硫酸にほとんど溶けない理由を簡潔に書け。

(3) 沈殿 A, C, D の化学式を書け。

(4) 下線部③の変化を化学反応式で書け。

〔II〕硝酸鉛(II)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  とハロゲン化カリウム  $\text{KX}$  を水溶液中で混合すると、ハロゲン化鉛(II)  $\text{PbX}_2$  の沈殿が生成する。 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  と  $\text{KX}$  の質量の和が  $10.0 \text{ g}$  となるようにしながら  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  の質量を変化させて両者を混合すると、得られた  $\text{PbX}_2$  の質量は表に示す値となった。このとき、生成した  $\text{PbX}_2$  はすべて沈殿したものとする。

表. 用いた  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  の質量と得られた  $\text{PbX}_2$  の質量

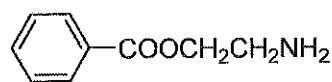
実験	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ の質量 [g]	$\text{PbX}_2$ の質量 [g]
1	1.0	1.4
2	2.0	2.8
3	3.0	4.2
4	6.0	5.6
5	8.0	2.8

#### 設 問

- (1) 一連の実験で、 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  の質量を  $0 \sim 10.0 \text{ g}$  まで変化させたときに得られる  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  の質量と  $\text{PbX}_2$  の質量の関係を表すグラフを描け。
- (2)  $\text{X}$  として適当なハロゲン元素の元素記号を書け。また、答えを導く過程も記すこと。

[問3] 下記の**実験1**～**実験7**を順次行った。設問(1)～(5)に答えよ。ただし、原子量は H=1.0, C=12, N=14, O=16 とする。構造式は [例] にならって記せ。

[例]



**実験1** エステル A, B, およびアミド C をそれぞれ同じ物質量ずつ含む混合物がある。これに水酸化ナトリウム水溶液を入れて加熱し、完全に加水分解した。この反応溶液には化合物 D と、化合物 E, F, G のナトリウム塩が、それぞれ 1:3:1:2 の物質量比で含まれていた。

**実験2** この反応溶液にジエチルエーテルを加えて振り混ぜ、有機層アと水層あを分離した。有機層アから溶媒を除去したところ、D が得られた。

**実験3** 水層あに二酸化炭素を十分に吹き込み、ジエチルエーテルを加えて振り混ぜ、有機層イと水層いを分離した。有機層イから溶媒を除去したところ、E が得られた。

**実験4** 水層いに希塩酸を加えて酸性とし、ジエチルエーテルを加えて振り混ぜ、有機層ウと水層うを分離した。有機層ウから溶媒を除去したところ、F と G の混合物が得られた。

**実験5** D の希塩酸水溶液を冷却し、亜硝酸ナトリウム水溶液を加えた。これに、E を水酸化ナトリウム水溶液に溶かしたものを加えると、*p*-ヒドロキシアゾベンゼン (*p*-フェニルアゾフェノール) の橙赤色の沈殿が生成した。

**実験6** F を加熱すると分子内脱水反応が起こり、分子式  $C_8H_4O_3$  の化合物 H が得られた。H はナフタレンを  $V_2O_5$  で酸化しても得ることができた。

**実験7** 8.5 mg の G を完全燃焼させると、4.50 mg の水と 22.0 mg の二酸化炭素が得られた。また、1.7 g の G に十分な量の炭酸水素ナトリウム水溶液を加えたところ、G は完全に反応し、標準状態 (0 °C,  $1.013 \times 10^5$  Pa) で 280 mL の二酸化炭素が発生した。

設 問

- (1) 実験 2～実験 4 で有機層と水層を分離するために一般的に用いられる実験器具の名称を答えよ。
- (2) 実験 5 の反応を一般的に何というか。その反応名を答えよ。
- (3) G は水素，炭素，酸素からなる化合物である。G の組成式と分子式を求めよ。それぞれを求める過程も記すこと。
- (4) G はベンゼン環をもち，ベンゼン環上の一つの水素原子を臭素原子で置換すると，3 種類の構造異性体を得られる。G の構造式を記せ。
- (5) A は G のエステルである。A～F，および H の構造式をそれぞれ記せ。

# 問題訂正

## 理科（化学）問題用紙

- ・「化1」ページ〔問1〕設問（2）

### 訂正内容

（誤）「O-Oの結合エネルギー」

（正）「O=Oの結合エネルギー」