

# 令和3年度専攻科入学者選抜学力検査問題

## 専門科目 (応用化学コース)

### (注意)

- 1 学力検査問題は指示があるまで開かないでください。問題のページ数は下に示すとおりです。検査開始の合図のあと確認してください。
- 2 問題は2科目です。2科目とも解答してください。  
なお、解答用紙はそれぞれの科目ごとに1枚の解答用紙を使用してください。
- 3 解答用紙には、それぞれ受験番号、氏名を記入してください。
- 4 答えはすべて解答用紙の枠内に記入してください。解答を書くスペースが足りない場合は、裏面を使ってもかまいません。裏面を使う場合も裏面の枠内に記入してください。
- 5 各問題をよく読んで解答してください。
- 6 1 分析化学・物理化学 の問題は、電卓使用可です。なお、貸与する電卓以外は使用できません。
- 7 1 分析化学・物理化学 では、解答は答えだけでなく、それを導き出す過程もわかるように記入してください。
- 8 問題及び公表用解答の無断転載を禁じます。

問題番号	科目名	ページ
<span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">1</span>	分析化学・物理化学	1-1～1-4
<span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">2</span>	無機化学・有機化学	2-1～2-3

茨城工業高等専門学校

# 1 分析化学・物理化学

1. 次の各問いに答えなさい。

問1 次のそれぞれの化学反応について、化学反応式を示しなさい。

- (1) 硫酸は、水溶液中で水素イオンと硫酸イオンに解離する。
- (2) 銀イオンは、2当量のアンモニアと反応してアンミン錯体を与える。
- (3) ビ素イオン (V) は、硫化水素と反応して硫化ビ素 (V) として沈殿する。
- (4) 水酸化鉄 (III) の沈殿に塩酸を加えると、沈殿は溶解する。
- (5) シュウ酸はカルシウムイオンと反応し、難溶性の沈殿を形成する。

問2 ある色素Pを $0.100 \text{ mol L}^{-1}$ の濃度で含む水溶液がある。この水溶液から色素を有機相に抽出したところ、10.0%の色素Pが抽出された。有機相と水相の体積が同じであるとき、この色素Pの分配係数 $K_D$ を計算しなさい。

問3 硫酸ナトリウム十水和物32.2 gと水100.0 gを混合して $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 水溶液を調製した。次の各問いに答えなさい。ただし、原子量は次の値を用いなさい。

H = 1.00, O = 16.0, Na = 23.0, S = 32.0

- (1) この溶液における $\text{Na}_2\text{SO}_4$ の質量モル濃度を計算しなさい。
- (2) この溶液の1 atmにおける凝固点を調べたところ、 $-1.58^\circ\text{C}$ であった。1 atmにおける純水の凝固点をちょうど $0^\circ\text{C}$ としたとき、水のモル凝固点降下定数 $K_f$  ( $\text{K mol}^{-1} \text{kg}$ ) を計算しなさい。

2. 放射性元素は、一般に特定の確率に従って原子が順次壊変していくことが知られており、その壊変速度は次のように記述できる。

$$-\frac{dN}{dt} = \lambda N \quad (N: \text{原子数}, t: \text{時間}, \lambda: \text{壊変定数})$$

ある放射性元素の壊変について、次の各問いに答えなさい。

- 問1 ある放射性元素の原子数 $N$ を、時間の関数として示しなさい。ただし、 $t = 0$ における原子数を $N_0$ とする。
- 問2 放射性元素が壊変し、もとの数の半分となるまでにかかる時間を半減期という。ある放射性元素の半減期が30.1年であるとき、この放射性元素の壊変定数 $\lambda$  ( $y^{-1}$ )を計算しなさい。ただし、単位 $y$ は年を意味するものとする。また、 $\ln 2 = 0.693$ を用いなさい。

3. 水酸化ナトリウム標準溶液 ( $0.1 \text{ mol L}^{-1}$ ,  $f = 1.005$ ) を用いた中和滴定により、酢酸水溶液中の酢酸濃度を定量したい。酢酸水溶液を  $10.00 \text{ mL}$  はかりとり、指示薬としてフェノールフタレイン (PP) を加えたうえで水酸化ナトリウム標準溶液を滴下し、終点を得られるまでの滴定量  $16.32 \text{ mL}$  を記録した。以上の実験について、次の各問いに答えなさい。

問 1 この酢酸水溶液の酢酸濃度を計算しなさい。

問 2 この中和反応の当量点の pH は塩基性を示す。その理由を述べなさい。

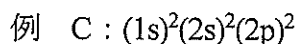
問 3 PP は酸型で無色、塩基型で赤紫色の呈色を示し、その  $pK_a$  は  $9.40$  である。PP が、酸型の PP の  $10$  分の  $1$  の濃度となるまで塩基型に解離したとき、目視可能な溶液の発色が得られるとする。この中和滴定において PP を用いることで得られる終点の pH を、有効数字  $3$  桁で計算しなさい。

## 2 無機化学・有機化学

1. 次の各問いに答えなさい。

(1) 炭素の同素体を3つ答えなさい。

(2) 原子番号17および29の元素について、元素記号とその電子配置（基底状態）を例にならって記しなさい。



(3) 次の反応について、化学反応式を示しなさい。

① 硫酸銅(II)水溶液に亜鉛を加える。

② アルミニウムに塩酸を加える。

2. 次の各問いに答えなさい。

(1) 第一イオン化エネルギーとは何か、答えなさい。

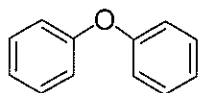
(2) NeとNaにおいて、第一イオン化エネルギーが大きい方を答えなさい。また、その理由を説明しなさい。

3. 八面体型錯体  $[\text{CoCl}_2(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}$  について、次の各問いに答えなさい。

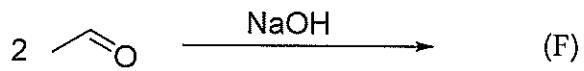
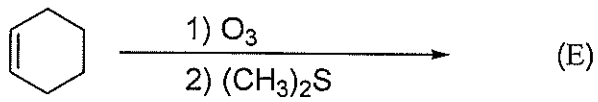
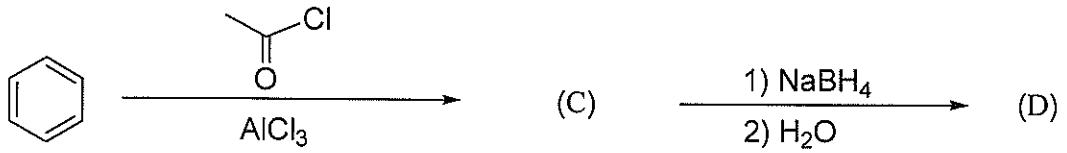
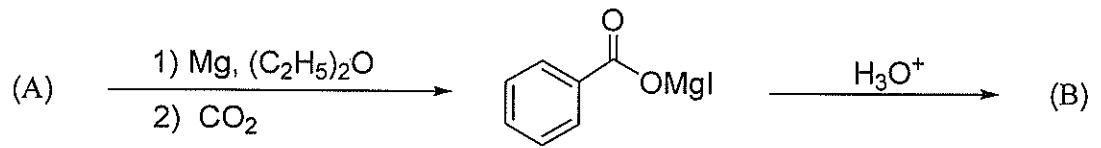
(1) コバルトイオンの電荷を答えなさい。

(2) 錯イオンの異性体を図示しなさい。

4. 次に示したジフェニルエーテルの合成に、Williamsonエーテル合成反応は不適である。その理由を説明しなさい。



5. 次の反応式中の (A) から (F) の構造式を答えなさい。



6. 化合物A ( $C_8H_8O$ ) について、さまざまな試験やスペクトル測定を行い、下記の結果を得た。

(ア) ヨードホルム反応は陰性であった。

(イ) 化合物 A にフェーリング溶液を作用させ加熱すると、赤色沈殿が生じた。

(ウ) 紫外吸収スペクトル (UV) を測定すると、260 nm 付近に大きな吸収が確認された。

(エ) 核磁気共鳴スペクトル ( $^1H$  NMR) を測定すると、7~8 ppm に AB パターンからなる積分値 4 (4H) のピークが観測された。

(オ) 赤外吸収スペクトル (IR) を測定すると、 $1700\text{ cm}^{-1}$  付近に大きな吸収が観測されたが、 $3200\sim 3500\text{ cm}^{-1}$  付近には大きな吸収は観測されなかった。

これを踏まえて、次の各問いに答えなさい。

(1) (ア) の試験からどのようなことが確認できるか答えなさい。

(2) (イ) の試験からどのようなことが確認できるか答えなさい。

(3) (ウ) と (エ) の結果から、どのようなことが分かるか答えなさい。

(4) (オ) の結果から、どのようなことが分かるか答えなさい。

(5) 化合物 A の構造式を示しなさい。