

# 2026年度〈一般選抜前期〉

化学 200 点満点

【問題冊子】（1～12 ページ）

## （注 意）

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かないこと。
2. 試験開始後、問題冊子のページ数（1～12 ページ）を確認すること。
3. 各ページの余白を下書きに使用してもよい。
4. 試験時間 12：40～14：10
5. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。

下書き用

【I】次の記述を読み、問1～6の答を解答冊子の解答欄に記せ。

(50点)

元素の周期表で11族に属する銅Cuは生活の身近なところに存在している。家庭で楽しめる花火で発せられる色は、(a) 火薬に加えられている金属によって決まり、銅は炎色反応により〔ア〕色を発する炎色剤である。また、わが国の硬貨のうち、(b) 1円硬貨以外の硬貨には銅が含まれ、いずれもが複数の金属を溶かし混ぜあわせてつくられた〔イ〕である。〔イ〕は、もとの金属とは異なる性質をもつ材料となることから、その用途は多様である。50円硬貨や100円硬貨に銅とともに含まれる〔ウ〕はレアメタルであり、ニクロムやステンレス鋼にもクロムCrとともに含まれる。

銅は、電気伝導性や熱伝導性が大きいことから電線などの電気材料や鍋などの調理器具に用いられる一方、(c) 食品中のタンパク質量を求める食品成分試験では加熱分解反応の触媒として利用される。特有の赤色光沢をもつ銅の単体は、工業的には〔エ〕により得られる。銅の〔エ〕は、天然から産出された(d) 銅鉱石からつくった粗銅を陽極、純銅を陰極、硫酸酸性の硫酸銅(Ⅱ)水溶液を電解液とした低電圧(約0.3 V)での電気分解を利用して、純度99.99%以上の高純度の銅を得る手法のことである。

問1 〔ア〕に入る最も適当な色を次の(A)～(L)より1つ選び、記号を記せ。

- |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| (A) 紫  | (B) 深赤 | (C) 赤紫 | (D) 赤  |
| (E) 橙赤 | (F) 黄  | (G) 黄緑 | (H) 青緑 |
| (I) 深青 | (J) 淡青 | (K) 白  | (L) 無  |

問2 〔イ〕および〔エ〕に入る最も適当な語句、〔ウ〕に入る金属の元素記号を記せ。

問3 下線部(a)について、炎色反応によって色を発する金属ではないものを次の(A)～(D)より1つ選び、記号を記せ。

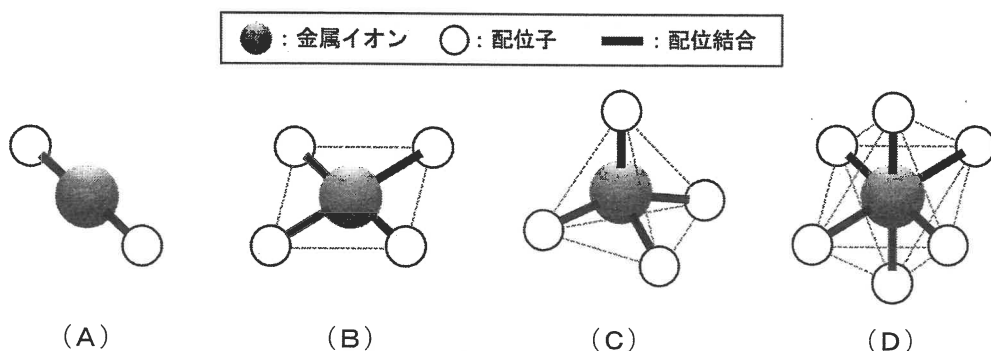
- |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| (A) Al | (B) Ba | (C) Ca | (D) Sr |
|--------|--------|--------|--------|

問4 下線部(b)に関連して、次の問に答えよ。

- (i) 10円硬貨の主な成分は銅と金属Ⓐである。14族に属する金属Ⓐを塩酸に溶かした水溶液からは、二水和物として金属Ⓐの塩化物の結晶が得られ、この塩化物には還元作用がある。この塩化物が還元剤としてはたらいだ後に生じる金属Ⓐのイオンを化学式で記せ。
- (ii) 5円硬貨の主な成分は銅と金属Ⓑである。金属Ⓑのイオンが含まれる弱塩基性の水溶液に硫化水素を通じると硫化物の白色沈殿が生じる。金属Ⓑの元素記号を記せ。

問5 下線部(c)について、食品中の大部分の窒素原子はタンパク質に含まれることから、総窒素量を求めることでタンパク質量を推定できる。実験的には、硫酸銅(Ⅱ)五水和物 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ を含む硫酸中で食品を加熱分解後、(e) 水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性とし、加熱しながら水蒸気を導入する蒸留法によって化合物◎を水溶液として捕集、滴定することで総窒素量が求まる。次の問に答えよ。

- (i) 窒素系化学肥料である尿素の合成原料として利用される化合物◎を電子式で記せ。
- (ii) 化合物◎が銅(Ⅱ)イオンに配位した錯イオンの名称を記せ。名称の中で、配位数を表す部分に下線を引き、その配位数を記せ。また、その錯イオンが溶解している水溶液の色として最も適当なものを問1の選択肢(A)～(L)より1つ選び、記号を記せ。
- (iii) (ii) の錯イオンの立体構造を次の(A)～(D)より1つ選び、記号を記せ。



- (iv) 下線部(e)の操作を行った結果、蒸留容器内には硫酸銅(Ⅱ)五水和物に由来する黑色沈殿が生じる。この沈殿物が生成する2段階の反応について、1段階目をイオン反応式、2段階目を化学反応式で記せ。

問6 下線部(d)について、次の問に答えよ。

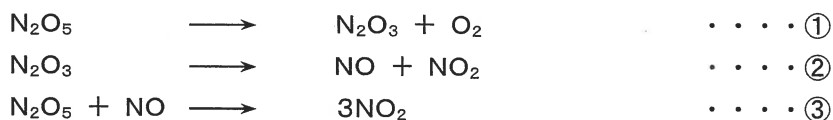
- (i) 粗銅に含まれる不純物が鉄Fe、銀Ag、金Auであるとき、これらの不純物は電気分解後にそれぞれどのように存在するか。理由とともに簡潔に記せ。
- (ii) 陽極でおこる銅の反応を $e^-$ を用いたイオン反応式で記せ。また、この反応が酸化か還元のどちらであるか、解答欄の語句を○で囲め。

【Ⅱ】 次の記述を読み、問 1 ～ 6 の答を解答冊子の解答欄に記せ。

(50 点)

化学反応には、瞬間的に終わる速い反応から、何年もかかる遅い反応まで様々なものがある。また、同じ化学反応でも、(a) 反応物濃度、温度、圧力などの条件によって反応の速さは変化する。化学反応の速さは、単位時間あたりの反応物のモル濃度の〔ア〕量、または生成物のモル濃度の〔イ〕量で表され、これを反応速度という。

五酸化二窒素 $\text{N}_2\text{O}_5$ の分解反応について、反応速度を求める実験を行った。(b) 気体の $\text{N}_2\text{O}_5$ は加熱条件で分解して、二酸化窒素 $\text{NO}_2$ が生じる。この反応は、 $\text{N}_2\text{O}_5$ から $\text{NO}_2$ が直接生じるのではなく、実際には以下の化学反応式①～③の 3 つの段階を経て進行している。



ある温度でこの反応を行い、1000 秒ごとに $\text{N}_2\text{O}_5$ の濃度を測定すると、表 1 の結果が得られた。

＜表 1＞

| 時間 $t$ [秒]                                         | 0    | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 |
|----------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| $[\text{N}_2\text{O}_5]$ [ $\times 10^{-3}$ mol/L] | 12.0 | 7.20 | 4.30 | 2.56 | 1.53 | 0.93 |

表 1 の時間  $t$  [秒] から  $t + \Delta t$  における $\text{N}_2\text{O}_5$ の平均の反応速度  $v$  [mol/(L・秒)] は、次式④により求められる。

$$v = \frac{t \text{ から } t + \Delta t \text{ における } \text{N}_2\text{O}_5 \text{ のモル濃度の変化量}}{\Delta t} \dots\dots ④$$

(c)  $\text{N}_2\text{O}_5$ の平均の反応速度  $v$  が $\text{N}_2\text{O}_5$ の平均の濃度  $[\text{N}_2\text{O}_5]$  の何乗に比例するのかを知ること

で、反応速度式を導くことができる。  
反応速度式では、 $v$  と反応物濃度の関係について、反応速度定数  $k$  を用いて表す。この  $k$  は、活性化エネルギー  $E_a$  [J/mol]、絶対温度  $T$  [K]、気体定数  $R$  [J/(K・mol)] によって、次式⑤で表すこともできる。

$$k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}} \text{ (} e \text{ は自然対数の底, } A \text{ は頻度因子とよばれる定数)} \dots\dots ⑤$$

式⑤をアレニウスの式といい、温度を高くすると  $k$  が〔ウ〕くなり、 $E_a$  が大きい反応は  $k$  が〔エ〕いことを示している。さらに、式⑤に対し両辺の自然対数をとると、次式⑥のように変形できる。

$$\log_e k = -\frac{E_a}{RT} + \log_e A \dots\dots ⑥$$

(d) 式⑥を利用すると、異なる2つの温度で実験を行い、それぞれの $k$ を求めることで $E_a$ の値を求めることができる。また、化学反応によっては、適切な(e) 触媒を添加することで $E_a$ を変化させることができる。

問1 [ア]～[エ]に入る最も適当な語句を○で囲め。

問2 下線部(a)に関連して、化学反応が起こるためには、反応する粒子どうしの衝突が必要になる。2種類の粒子AとBが1:1で衝突する場合を考えたとき、一定温度では、Aの濃度が4倍、Bの濃度が3倍になると、単位時間、単位体積あたりのAとBの衝突回数の総和はもとの何倍になるか。答は四捨五入して整数値で記せ。

問3 下線部(b)について、式①～③の反応を1つの反応式で記せ。

問4 下線部(c)について、次の問に答えよ。

- (i) 表1をもとに、各時間間隔における平均の反応速度 $v$ と $N_2O_5$ の平均の濃度 $[N_2O_5]$ を算出した下記の表2を作成したい。[あ]、[お]、[か]、[こ]に入る数値を四捨五入して小数第1位まで記せ。

<表2>

| 時間 $t$ [秒]                    | 0～1000               | 1000～2000            | 2000～3000            | 3000～4000            | 4000～5000            |
|-------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 平均の反応速度<br>$v$ [mol/(L・秒)]    | [あ] $\times 10^{-6}$ | [い] $\times 10^{-6}$ | [う] $\times 10^{-6}$ | [え] $\times 10^{-6}$ | [お] $\times 10^{-6}$ |
| 平均の濃度<br>[ $N_2O_5$ ] [mol/L] | [か] $\times 10^{-3}$ | [き] $\times 10^{-3}$ | [く] $\times 10^{-3}$ | [け] $\times 10^{-3}$ | [こ] $\times 10^{-3}$ |

- (ii) 表2をもとに、 $N_2O_5$ の平均の反応速度 $v$ は、 $N_2O_5$ の平均の濃度 $[N_2O_5]$ および反応速度定数 $k$ を用いて次に示す反応速度式⑦で表すことができる。[さ]に入る式を記せ。

$$v = [\text{さ}] \cdots \cdots \text{⑦}$$

- (iii) 表2をもとに、式⑦の $k$ の値は、 $[L] \times 10^{-4}$ と求めることができる。[L]に入る数値を四捨五入して整数値で記せ。

次のページに続く

- (iv) 反応速度定数  $k$  の単位として、最も適当なものはどれか。次の (A) ～ (H) から 1 つ選び、記号を記せ。

- |                               |                                             |
|-------------------------------|---------------------------------------------|
| (A) (濃度)                      | (B) (濃度) <sup>-1</sup>                      |
| (C) (時間)                      | (D) (時間) <sup>-1</sup>                      |
| (E) (濃度) × (時間)               | (F) (濃度) <sup>-1</sup> × (時間)               |
| (G) (濃度) × (時間) <sup>-1</sup> | (H) (濃度) <sup>-1</sup> × (時間) <sup>-1</sup> |

- 問 5 下線部(d)について、ある化学反応の異なる温度における反応速度定数  $k$  をそれぞれ求め、 $k$  の自然対数をとった値を表 3 に示す。この実験結果より、この反応における活性化エネルギー  $E_a$  は気体定数  $R$  を用いて、 $[\text{す}] \times R \times 10^3 \text{ J/mol}$  と表すことができる。 $[\text{す}]$  に入る数値を四捨五入して小数第 1 位まで記せ。ただし、 $R$  の単位は  $\text{J}/(\text{K} \cdot \text{mol})$  とする。

<表 3>

| 温度 $T$ [K] | $k$                   | $\log_e k$ |
|------------|-----------------------|------------|
| 300        | $1.35 \times 10^{-4}$ | -8.91      |
| 330        | $3.67 \times 10^{-4}$ | -7.91      |

- 問 6 下線部(e)に関連して、以下の問に答えよ。

- (i) 酸化マンガン(IV)  $\text{MnO}_2$  は触媒としてはたらくことで、過酸化水素  $\text{H}_2\text{O}_2$  の分解反応は速く進行する。反応温度や反応物の初濃度を同じにし、粉末状の  $\text{MnO}_2$  を加えて  $\text{H}_2\text{O}_2$  の分解反応を行う場合に、次の (A) ～ (E) の記述について、正しいものには○を、誤りを含むものには×を記せ。

- (A) 活性化エネルギーは小さくなる。
- (B) 反応エンタルピーは小さくなる。
- (C) 酸化マンガン(IV)を触媒として用いると、反応の前後でマンガン原子の酸化数が変化する。
- (D) 粉末より粒子が大きい酸化マンガン(IV)を触媒として用いると、反応はより速く進行する。
- (E) 酸化マンガン(IV)の粉末は不均一触媒としてはたらく。

- (ii) 生体内でおこる化学反応の触媒としてはたらくタンパク質を酵素という。ヒトの胃液に含まれるペプシンを分離し、水溶液中で酵素としてはたらかせる際の最も適当な条件を 2 つ記せ。

下書き用

【Ⅲ】 次の記述を読み、問 1 ～ 5 の答を解答冊子の解答欄に記せ。ただし、原子量は  $H=1.0$ ,  $C=12.0$ ,  $N=14.0$ ,  $O=16.0$  とする。有機化合物の構造式は解答冊子の解答欄の上に示す例にならって記せ。(50 点)

ベンゼンの水素原子 1 つを〔ア〕基で置換した化合物をフェノールといい、一般に、ベンゼン環に〔ア〕基が直接結合した構造を含む化合物をフェノール類という。フェノールは常温では無色の結晶で潮解性があり、水に溶けて〔イ〕性を示す。フェノール類の検出には、〔ウ〕水溶液が用いられ、青や紫など特有の呈色反応を示す。また、フェノール類を (a) 臭素水や (b) 硝酸と反応させると、ベンゼン環の置換反応がおこる。(c) フェノールは工業的にはクメン法で製造され、医薬品や染料、樹脂の原料や殺菌消毒剤に用いられる。

問 1 〔ア〕および〔ウ〕に入る最も適当な語句を記せ。また、〔イ〕に該当する解答欄の語句を○で囲め。

問 2 融解したフェノールにナトリウムの単体を加えたときにおこる化学反応の反応式を記せ。

問 3 下線部(a)に関連して、次の問に答えよ。

(i) フェノールを臭素水と反応させると分子式  $C_6H_3Br_3O$  で表される化合物①が得られた。化合物①の構造式を記せ。

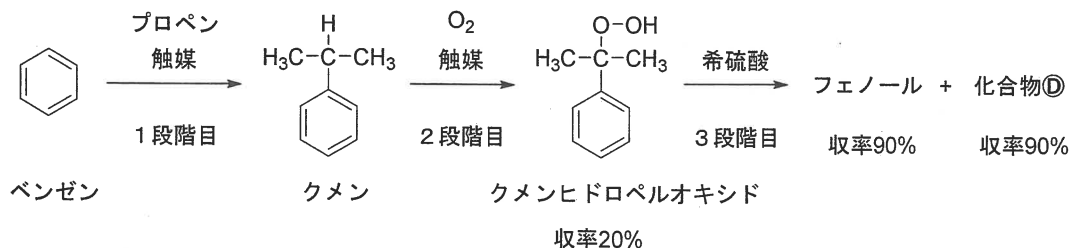
(ii) 分子式  $C_6H_3Br_3O$  で表される構造異性体のうち、化合物①以外のフェノール類の構造式をすべて記せ。

問 4 下線部(b)に関連して、フェノールを希硝酸と反応させると、分子式  $C_6H_5NO_3$  で表される化合物②および③が得られた。それぞれの化合物の融点を測定すると、化合物②の融点は  $46^{\circ}C$ 、化合物③の融点は  $115\sim 116^{\circ}C$  であった。一般に、分子どうしを結び付けている力が強い物質ほど融点や沸点が高くなる。化合物②では〔ア〕基とニトロ基が分子内で〔エ〕結合を形成しているのに対して、化合物③では〔ア〕基とニトロ基が分子間で〔エ〕結合を形成しているため、化合物③の融点がより高くなったと考えられる。次の問に答えよ。

(i) 〔エ〕に入る最も適当な語句を記せ。

(ii) 化合物②および③の構造式を記せ。

問5 下線部(c)に関連して、以下のようにベンゼンから3段階の反応を経て、フェノールと化合物⑩を得た。次の問に答えよ。



(i) 化合物⑩の構造式を記せ。

(ii) 一般に、反応の収率は以下の式で定義することができる。

$$\text{収率} [\%] = \frac{\text{生成物の物質質量} [\text{mol}]}{\text{反応物の物質質量} [\text{mol}]} \times 100$$

すなわち、反応が理想的に進行した場合、反応物と同量の物質量の生成物が得られ、収率は100%と計算できる。しかし、実際には望まない反応も進行し収率は低下する。例えば、1段階目の反応において、ベンゼン 78 kg からクメン 60 kg が得られたとき、収率は何%か。答は四捨五入して整数値で記せ。

(iii) クメン 60 kg から2段階目、3段階目の反応がそれぞれ収率 20%および 90%で進行した場合、何 kg のフェノールが得られるか。答は四捨五入して小数第1位まで記せ。また、このとき得られる化合物⑩は何 L か。答は四捨五入して小数第1位まで記せ。ただし、化合物⑩の密度は 0.8 g/mL とする。

【IV】 次の記述を読み、問 1 ～ 5 の答を解答冊子の解答欄に記せ。ただし、原子量は $H=1.0$ 、 $C=12.0$ 、 $O=16.0$ とする。また、分子式中の $n$ および $m$ は重合度を示す。有機化合物の構造式は解答冊子の解答欄の上に示す例にならって記せ。(50 点)

高分子化合物は構成単位である小さな分子が次々に結合した構造をしており、構成単位に相当する小さな分子を単量体という。単量体から高分子化合物が合成される過程を (a) 重合といい、重合して生成する高分子化合物を重合体という。高分子化合物の固体は加熱しても (b) 明確な融点を示さず、ある温度を超えると変形し始めるものが多い。

高分子化合物のうち人工的につくられるものを合成高分子化合物といい、熱や圧力を加えると成形・加工ができるものを合成樹脂という。一般に、加熱するとやわらかくなり冷却すると再び硬くなる合成樹脂を〔ア〕樹脂といい、加熱すると硬くなる合成樹脂を〔イ〕樹脂という。〔ア〕樹脂にはポリエチレンがあるが、製法によって性質が異なり、低温・低圧下で触媒を加えて合成される分岐が少ない〔ウ〕ポリエチレンや高温・高圧下で合成される分岐が多い〔エ〕ポリエチレンがある。一方、〔イ〕樹脂にはフェノール樹脂がある。フェノール樹脂は 2 つの合成方法があり、〔オ〕触媒を用いた場合は中間生成物としてノボラックが得られる。〔カ〕触媒を用いた場合の中間生成物はレゾールである。

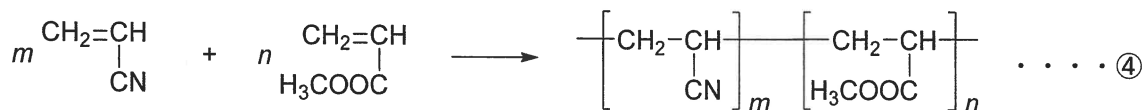
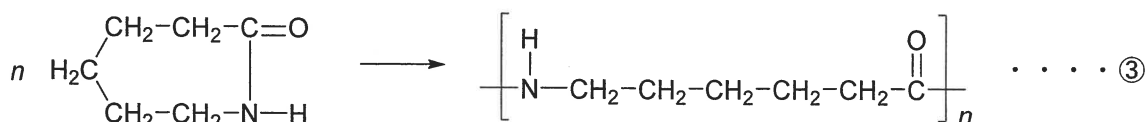
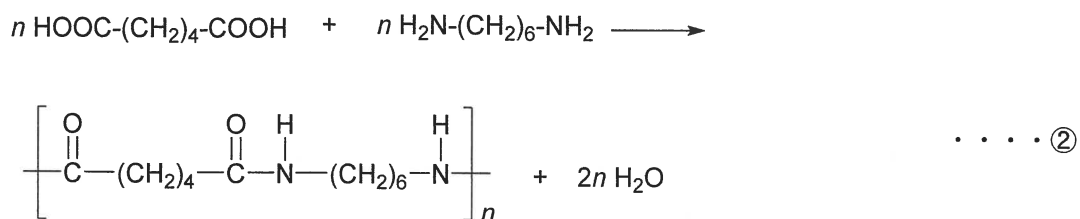
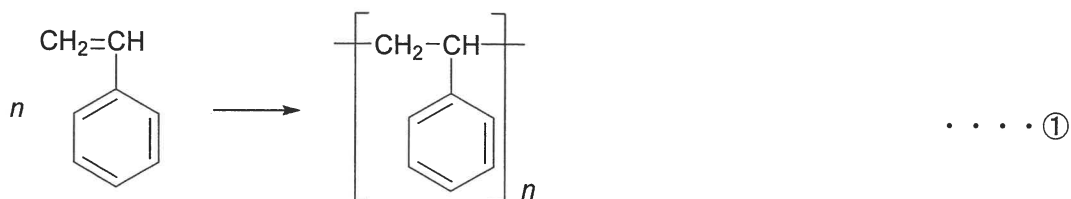
合成高分子化合物には紡糸することで得られる合成繊維もあり、その 1 つにポリエステルがある。主なものにポリエチレンテレフタレート (PET) があり、(c) テレフタル酸とエチレングリコールの重合で合成される。

酢酸ビニルを重合させてポリ酢酸ビニルとし、これを水酸化ナトリウムなどの塩基で加水分解するとポリビニルアルコールが生じる。ポリビニルアルコールを細孔から飽和硫酸ナトリウム水溶液中に押し出すと、塩析が起こり繊維状に固まる。(d) この繊維を酸性条件下で適量のホルムアルデヒド水溶液と処理してアセタール化させることで水に溶けにくくなり、ビニロンが得られる。〔ア〕樹脂の 1 つであるビニロンは適度な〔キ〕を示し、木綿に似た性質を示す他、耐摩耗性や耐薬品性に優れ、ロープや漁網などに利用されている。

問 1 〔ア〕～〔キ〕に入る最も適当な語句を次の (A) ～ (V) より 1 つずつ選び、記号を記せ。

- |            |            |                |
|------------|------------|----------------|
| (A) 陰イオン交換 | (B) 陽イオン交換 | (C) 熱可塑性       |
| (D) 熱硬化性   | (E) 反応性    | (F) 感光性        |
| (G) 吸湿性    | (H) 溶解性    | (I) シリコーン      |
| (J) ペプチド   | (K) 不均一系   | (L) 均一系        |
| (M) 塩基     | (N) 酸      | (O) チーグラマー・ナッタ |
| (P) 熱      | (Q) 低密度    | (R) 高密度        |
| (S) 低濃度    | (T) 高濃度    | (U) 高級         |
| (V) 低級     |            |                |

問2 下線部(a)について、次の①～④に示す反応式に対応する重合の名称をそれぞれ記せ。ただし、同じ名称を重複して解答してはならない。



問3 下線部(b)について、この温度の名称を記せ。また、高分子化合物がこのような変化を示す理由を分子量と構造の観点からそれぞれ簡潔に記せ。

次のページに続く

問4 下線部(c)に関連して、次の問に答えよ。

- (i) 下線部(c)の反応式を問2の式①～④にならって記せ。
- (ii) テレフタル酸とエチレングリコールを物質量比1 : 1で重合させたPETの分子量が $2.4 \times 10^4$ であるとき、1分子のPETに存在するエステル結合の数は   $\times 10^2$  個であった。空欄  に入る数値を四捨五入して小数第1位まで記せ。
- (iii) (ii)と同じ条件で重合させた76.8 gのPETを完全に加水分解したとき、テレフタル酸は最大何g得られるか。答は四捨五入して小数第1位まで記せ。

問5 下線部(d)に関連して、次の問に答えよ。

- (i) アセタール化することで得られる構造式を解答欄の  の中に記せ。ただし、原子どうしの結合を明確にして記せ。
- (ii) ポリビニルアルコール17.6 gをホルムアルデヒド水溶液で処理したところ、ポリビニルアルコールのヒドロキシ基の40%がアセタール化されたビニロンが得られた。得られたビニロンは最大何gか。答は四捨五入して小数第1位まで記せ。