

全体講評（化学）

高等学校学習指導要領の化学（化学基礎、化学）の内容に基づいて、教科書で取り扱われた内容から基礎的な問題を出題した。3日程とも、大問〔Ⅰ〕は無機化学分野、大問〔Ⅱ〕は物理化学分野、大問〔Ⅲ〕は有機化学分野から、それぞれ出題した。

マークセンス方式と記述式を併用して出題した。マークセンス方式に関しては、化学の基本的な知識を問う設問や単純に暗記で対応できる設問は、概して高い正答率であった。一方、計算を要する問題や、いくつかの単元の内容から構成される問題、図表から適切な情報を読み取る問題は、低い正答率であった。記述式の設問では、化学用語や化学式を問うものはよくできていた。反応物、生成物の物質とその量的な関係を問う設問や、化合物の構造式を問う設問は、やや低調な結果であった。

基礎的な知識は理解できているが、それらの内容を論理的に関連づけて正答を導く設問には、十分対応できていない印象を受けた。記述式問題の答案の中には、問題文をよく読み、丁寧に解答欄に記入してほしいものが散見された。

2026年度入学試験問題

化学

注意事項

- I 試験開始の指示があるまで問題用紙を開いてはいけません。
- II 解答用紙はすべて黒鉛筆(HB)〈シャープペンシルは、HB 0.5 mm 以上の芯であれば使用可〉で記入することになっています。
(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。)
- III 解答用紙右端の出席票に印刷されている受験番号を確認してください。間違いがなければ氏名欄に署名し、切取線から切り離してください。
- IV 問題は16ページで大問3問です。
- V 試験時間および解答方法については、問題冊子裏面を確認してください。

マーク記入上の注意

1. 解答欄にマークするときは、HBの黒鉛筆で次の正しい例のように、濃く正確にぬりつぶしてください。

2. マークのしかた

(ア) 正しい例

a 解答が1つの場合、例えばイと解答するときは
(1)

○	●	○	○	○
---	---	---	---	---

のように、マークしてください。

b 解答が2つの場合、例えばイとウと解答するときは
(1)

○	●	○	○	○
---	---	---	---	---

 または

○	○	●	○	○
---	---	---	---	---

 のように各1つずつマークしてください。

(イ) 悪い例

(1)

○	○	○	○	○
---	---	---	---	---

 ○印でかこむ。
(2)

○	○	○	○	○
---	---	---	---	---

 全部をぬりつぶしていない。
(3)

○	○	○	○	○
---	---	---	---	---

 レ印をつける。
(4)

○	○	○	○	○
---	---	---	---	---

 |印をつける。
(5)

○	○	○	○	○
---	---	---	---	---

 1欄に2つ以上マークする。

このような記入をしてはいけません。

3. 一度記入したマークを訂正する場合は、消しゴムで完全に消してから記入しなおしてください。
(1)

○	○	○	○	○
---	---	---	---	---

 のように×印をしても消したことはありません。

4. 解答用紙を折り曲げたり、破ったり、また汚したりしないでください。

〔I〕 次の問(i)～(iii)に答えなさい。

(i) 次の文を読み、問(A)～(E)に答えなさい。

問(A) ナトリウムイオン Na^+ の電子配置と異なる電子配置をもつものを、次の

(ア)～(カ)から一つ選び、その記号をマークしなさい。

- (ア) Al^{3+} (イ) Cl^- (ウ) F^-
(エ) Mg^{2+} (オ) Ne (カ) O^{2-}

問(B) 遷移元素に関する記述として正しいものを、次の(ア)～(オ)から一つ選び、その記号をマークしなさい。

- (ア) 周期表の4～5周期に属する遷移元素の単体は、いずれも金属である。
(イ) すべての遷移元素は、周期表の11～17族のいずれかに属する。
(ウ) 鉄、鉛、銅はいずれも遷移元素である。
(エ) いずれの遷移元素も、化合物中の酸化数は+4以上にならない。
(オ) 遷移元素イオンを含む水溶液は、いずれも無色・透明である。

問(C) 銀 Ag およびその化合物に関する記述として誤りを含むものを、次の(ア)～(オ)から一つ選び、その記号をマークしなさい。

- (ア) 単体は、金属の中で最も熱伝導性が大きい。
(イ) 単体は、塩酸や希硫酸によく溶ける。
(ウ) 硝酸銀水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、沈殿が生じる。
(エ) 銀イオンを含む水溶液に硫化水素を通じると、酸性・中性・塩基性のいずれの条件においても硫化銀の沈殿が生じる。
(オ) ヨウ化銀は水にほとんど溶けない。

問(D) 水上置換で捕集するのが最も適切な気体を生じる反応を、次の(ア)～(オ)から一つ選び、その記号をマークしなさい。

- (ア) 塩素酸カリウムと少量の酸化マンガン(IV)を混合して加熱する。
(イ) 酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱する。
(ウ) 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱する。
(エ) 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを混合して加熱する。
(オ) 銅に濃硝酸を加える。

問(E) 次の文の (1) から (3) に当てはまる最も適当な組み合わせを、(ア)～(カ)から一つ選び、その記号をマークしなさい。

ハロゲン元素であるフッ素F、塩素Cl、臭素Br、ヨウ素Iの単体はすべて二原子分子であり、常温・常圧での状態は、(1) は気体、(2) は液体、(3) は固体である。

	(1)	(2)	(3)
(ア)	F_2	Cl_2	Br_2 と I_2
(イ)	F_2	Br_2	Cl_2 と I_2
(ウ)	F_2	Cl_2 と Br_2	I_2
(エ)	Cl_2	F_2 と Br_2	I_2
(オ)	F_2 と Cl_2	Br_2	I_2
(カ)	F_2 と Cl_2	I_2	Br_2

(ii) 次の文の (1) および $\left(\quad \right)$ に入れるのに最も適当なものを、それぞれ a 群 および $\left(\quad \right)$ b 群 から選び、その記号をマークしなさい。また、 $\left\{ \quad \right\}$ には化学式を、 $\left[\quad (7) \quad \right]$ には化学反応式を、 $\left\langle \quad (8) \quad \right\rangle$ には四捨五入して有効数字 2 桁の数値を、それぞれ解答欄に記入しなさい。なお、原子量は $H = 1.0$, $O = 16$, $P = 31$, $Ca = 40$ とする。

リン P は 15 族に属する元素であり、原子は (1) 個の価電子をもつ。単体のリンには、 $\left(\quad (2) \quad \right)$ である黄リンと赤リンがある。黄リンは $\left(\quad (3) \quad \right)$ 中で自然発火するため、通常は $\left(\quad (4) \quad \right)$ 中に保管する。黄リンを窒素中で 250°C 付近で長時間加熱すると赤リンになる。

リンを空气中で燃焼させると生じる $\left\{ \quad (5) \quad \right\}$ は、吸湿性が高く、乾燥剤や脱水剤に使われる。この $\left\{ \quad (5) \quad \right\}$ を水に加えて加熱すると、 $\left\{ \quad (6) \quad \right\}$ となる。 $\left\{ \quad (6) \quad \right\}$ の水溶液は中程度の強さの酸性を示す。

リン酸カルシウムを主成分とする鉱石を硫酸と反応させると、リン酸二水素カルシウムと硫酸カルシウムの混合物である過リン酸石灰が得られる。この化学反応式は①式で表される。



いま、リン酸カルシウムを 93% (質量パーセント) 含む鉱石 5.0 kg があり、十分な量の硫酸と反応したとすると、この鉱石から得られるリン酸二水素カルシウムは $\left\langle \quad (8) \quad \right\rangle$ kg であると計算される。ただし、この鉱石中に含まれるリンはすべてリン酸カルシウムとして存在しているものとする。

a 群

- (ア) 1 (イ) 2 (ウ) 3 (エ) 4 (オ) 5
(カ) 6 (キ) 7

$\left(\quad \right)$ b 群

- (ア) 同位体 (イ) 同素体 (ウ) 同族体 (エ) 空気
(オ) 水 (カ) 灯油

(iii) 次の文の に入れるのに最も適当なものを、解答群 から選び、その記号をマークしなさい。また、 $\left(\quad \right)$ には化学用語を漢字で、 $\left\{ \quad (2) \quad \right\}$ には鉱石名をカタカナで、 $\left[\quad \quad \right]$ には整数値、または四捨五入して有効数字 3 桁の数値を、 $\left\langle \quad \quad \right\rangle$ には化学反応式の右辺を、それぞれ解答欄に記入しなさい。なお、ファラデー定数は $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 、原子量は $Al = 27$ とする。

アルミニウム Al の単体はイオン化傾向がやや大きいので、 Al^{3+} を含む水溶液から電気分解によって Al を得ることができない。Al の単体を工業的に得るためには、 $\left(\quad (1) \quad \right)$ 電解という操作が用いられる。まず、原料鉱石の $\left\{ \quad (2) \quad \right\}$ を精製してアルミナとよばれる純粋な酸化アルミニウム Al_2O_3 を得る。つぎに、氷晶石 Na_3AlF_6 を約 1000°C に加熱したものに Al_2O_3 を溶解させる。この $\left(\quad (1) \quad \right)$ を電気分解することにより、Al の単体を得られる。 $\left(\quad (1) \quad \right)$ 電解による Al の製造方法は、ホール・エール法とよばれる。 Al_2O_3 から Al を 1 kg 得るのに必要な理論上の電気量は、 $\left[\quad (3) \quad \right]$ C と計算される。

Al 単体の結晶の単位格子は、面心立方格子である。単位格子の一辺の長さを a [cm] とすると、Al 原子の原子半径は (4) [cm] である。単位格子中には Al 原子が合計 (5) 個含まれている。アボガドロ定数を N_A [mol] とすると、Al の結晶の密度は $\frac{\left[\quad (6) \quad \right]}{N_A a^3}$ [g/cm³] と表される。

単体の Al は酸および強塩基のどちらの水溶液とも反応し、気体を発生しながら溶解する。たとえば、Al と塩化水素 HCl 水溶液 (塩酸) および Al と水酸化ナトリウム NaOH 水溶液との反応は、それぞれ次の①式と②式で示される。



ただし、単体の Al は濃硝酸 HNO_3 には溶けない。これは、Al の表面に緻密な酸化物の被膜 (酸化被膜, Al_2O_3) が形成され、反応が進まなくなるためである。このような状態を $\left(\quad (9) \quad \right)$ とよぶ。

解答群

- (ア) $\frac{\sqrt{2}}{2}a$ (イ) $\frac{\sqrt{3}}{2}a$ (ウ) $\frac{\sqrt{2}}{4}a$ (エ) $\frac{\sqrt{3}}{4}a$
(オ) 2 (カ) 4 (キ) 6 (ク) 8

〔Ⅱ〕 次の問(i)および(ii)に答えなさい。

- (i) 次の文の および $\left(\begin{array}{c} (8) \end{array} \right)$ に入れるのに最も適当なものを、それぞれ a 群 および $\left(\begin{array}{c} \text{b 群} \end{array} \right)$ から選び、その記号をマークしなさい。ただし、同じ記号を繰り返し用いてもよい。また、 $\left\{ \begin{array}{c} \text{ } \end{array} \right\}$ には有効数字2桁の数値を、それぞれ解答欄に記入しなさい。なお、気体はすべて理想気体とする。

気体 A から気体 B と気体 C を生じる①式で表される可逆反応がある。



この反応の進行度とエネルギーの関係は図1で表され、この①式の正反応の活性化エネルギーの値は (1) kJ であり、反応エンタルピーの値は (2) kJ である。

触媒を用いない場合と比較して、触媒を用いると正反応の活性化エネルギーは (3) ので反応速度は大きくなる。また、反応エンタルピーは (4) 。このとき、逆反応の活性化エネルギーは (5) 。

この反応の反応速度定数と平衡定数の関係調べるために以下の実験を行った。ある一定体積の容器に A のみを $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ となるように充填し、ある一定の温度で、①式の反応を進行させると、A の分圧は図2の曲線のように変化し、時間 t_e で平衡になった。この反応の t_e における B の分圧と C の分圧はともに $\left\{ \begin{array}{c} (6) \end{array} \right\} \text{ Pa}$ であり、①式の圧平衡定数 K_p は $\left\{ \begin{array}{c} (7) \end{array} \right\}$ と計算される。

①式の正反応の反応速度 v_1 および逆反応の反応速度 v_2 は、それぞれ②式および③式で表されることがわかっている。

$$v_1 = k_1 [\text{A}]^2 \quad \cdots \cdots \text{②}$$

$$v_2 = k_2 [\text{B}][\text{C}] \quad \cdots \cdots \text{③}$$

ここで、 k_1 と k_2 は、それぞれ正反応と逆反応の反応速度定数であり、 $[\text{A}]$ 、 $[\text{B}]$ および $[\text{C}]$ は、それぞれ A、B および C の濃度である。平衡状態では $v_1 = v_2$ で

ある。 k_1 および k_2 と濃度平衡定数 K_c との関係は④式で表される。

$$K_c = \left(\begin{array}{c} (8) \end{array} \right) \quad \cdots \cdots \text{④}$$

①式では反応前後での全圧は変化しないので、 K_p は K_c と等しい。したがって、図2の反応時間 t_1 における v_1 は v_2 の $\left\{ \begin{array}{c} (9) \end{array} \right\}$ 倍になる。

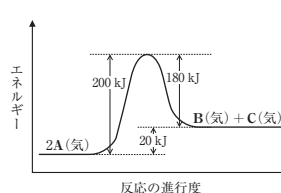


図1 ①式におけるエネルギー変化

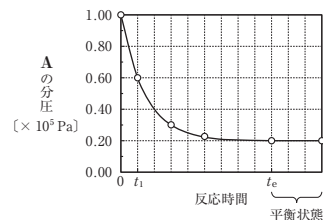


図2 A の分圧変化

a 群

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| (ア) -200 | (イ) -180 | (ウ) -20 |
| (エ) 20 | (オ) 180 | (カ) 200 |
| (キ) 大きくなる | (ク) 小さくなる | (ケ) 変わらない |

b 群

- | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------|---------------|
| (ア) $k_1 + k_2$ | (イ) $k_1 - k_2$ | (ウ) $k_2 - k_1$ | (エ) $k_1 k_2$ |
| (オ) $\frac{k_1}{k_2}$ | (カ) $\frac{k_2}{k_1}$ | | |

- (ii) 次の文の および $\left(\begin{array}{c} \text{ } \end{array} \right)$ に入れるのに最も適当なものを、それぞれ a 群 および $\left(\begin{array}{c} \text{b 群} \end{array} \right)$ から選び、その記号をマークしなさい。また、 $\left\{ \begin{array}{c} \text{ } \end{array} \right\}$ には化学用語を漢字で、 $\left[\begin{array}{c} (6) \end{array} \right]$ には化学用語をカタカナで、 $\left(\begin{array}{c} (10) \end{array} \right)$ には有効数字2桁の数値を、それぞれ解答欄に記入しなさい。なお、アボガドロ定数は $N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ とする。

図1に合成洗剤の一例を示す。合成洗剤は水となじみやすい $\left\{ \begin{array}{c} (1) \end{array} \right\}$ 性の官能基と水となじみにくい $\left\{ \begin{array}{c} (2) \end{array} \right\}$ 性の炭化水素基からなる。純水1L中に加える合成洗剤の添加量を変え、そのときの表面張力を測定した。その結果を図2に示す。実験結果から、添加する合成洗剤の量が増加するに伴い表面張力は低下した。しかしながら、添加量がA点($8.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$)に達すると、それ以上合成洗剤を添加しても表面張力は変わらなかった。合成洗剤のように水の表面張力を低下させる働きがある物質を総称して $\left\{ \begin{array}{c} (3) \end{array} \right\}$ という。

表面張力と合成洗剤の添加量の関係性について考察しよう。水と空気の水の境界面(表面)にある合成洗剤は、 $\left\{ \begin{array}{c} (1) \end{array} \right\}$ 基を (4) に、 $\left\{ \begin{array}{c} (2) \end{array} \right\}$ 基を (5) に向けて配列する性質があり、水の表面張力を低下させる。添加量が増えると表面に存在する合成洗剤が増加するため、添加量に応じて表面張力が減少する。しかしながら、合成洗剤の添加量がA点に達すると表面に合成洗剤がそれ以上存在できる場所がなくなり、表面張力が変化しなくなる。添加量がA点以上になると表面に存在できなくなった合成洗剤は、球状の $\left[\begin{array}{c} (6) \end{array} \right]$ とよばれるコロイド粒子を水中に形成する。このコロイド粒子は $\left\{ \begin{array}{c} (2) \end{array} \right\}$ 基を (7) に向けた構造をとる。以上を踏まえると、合成洗剤の水中での模式図は、添加量が $5.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ のときは $\left(\begin{array}{c} (8) \end{array} \right)$ 、 $10 \times 10^{-3} \text{ mol}$ のときは $\left(\begin{array}{c} (9) \end{array} \right)$ である。

このコロイド粒子は洗浄に使われるだけでなく、薬剤を分散させるためにも利用されている。これらの能力はコロイド粒子の量に依存する。いま、合成洗剤を $12 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 添加した時のコロイド粒子の数を見積もろう。A点の添加量以上加えた合成洗剤はすべて同じ大きさの球状コロイド粒子になっていると

仮定する。また、このコロイド粒子は60分子の合成洗剤で構成されているとすると、コロイド粒子の数は $\left(\begin{array}{c} (10) \end{array} \right)$ 個と見積もることができる。

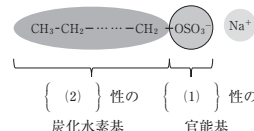
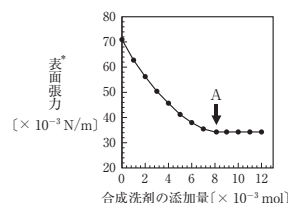


図1 合成洗剤(硫酸アルキルナトリウム)の模式図



*表面張力は液体が表面積をできるだけ小さくしようとする力であり、単位長さあたりの力で表される。

図2 合成洗剤の添加量と表面張力の関係

a 群

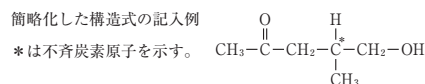
- | | |
|---------------|---------------|
| (ア) 境界面の空気側 | (イ) 境界面の水側 |
| (ウ) コロイド粒子の内側 | (エ) コロイド粒子の外側 |

b 群

- | | | |
|--------|--------|--------|
| (ア) 空気 | (イ) 空気 | (ウ) 空気 |
| (エ) 空気 | (オ) 空気 | (カ) 空気 |
- $\left\{ \begin{array}{c} (1) \end{array} \right\}$ 性の官能基
 $\left\{ \begin{array}{c} (2) \end{array} \right\}$ 性の炭化水素基

〔Ⅲ〕 次の問(i)および(ii)に答えなさい。

- (i) 次の文の および $\left(\quad \right)$ に入れるのに最も適当なものを、それぞれ a 群 および $\left(\text{ b 群 } \right)$ から選び、その記号をマークしなさい。ただし、同じ記号を繰り返し用いてもよい。また、 $\left\{ (3) \right\}$ には組成式を、 $\left[(4) \right]$ には整数値を、 $\langle (5) \rangle$ には下記の記入例にならって簡略化した構造式を、それぞれ解答欄に記入しなさい。ただし、不斉炭素原子がある場合には*印をつけなさい。なお、原子量は、 $H = 1.0$ 、 $C = 12$ 、 $O = 16$ とする。



一般に、有機化合物の構造は、元素分析と官能基の定性分析などから決定される。炭素 C、水素 H、酸素 O のみからなる有機化合物の元素分析は、図 1 に示すような装置を用いて、その化合物を燃焼して得られる生成物の質量を測定することにより行われる。調べたい有機化合物の質量を精密に測り、乾燥した酸素中で完全燃焼させたのち、生成した水を (1) に、二酸化炭素を (2) に吸収させ、それぞれの質量の増加分から元素分析値を得る。

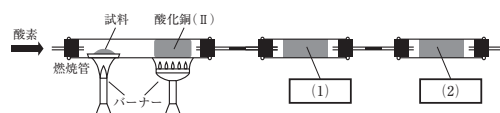


図 1 元素分析を行うための実験装置

いま、45 mg の C、H、O からなる化合物 A を完全燃焼させたところ、27 mg の水と 66 mg の二酸化炭素が生じた。この結果から、A の組成式は $\left\{ (3) \right\}$ と決定される。また A はヨードホルム反応を示した。さらに、A を水に加え

たところ、溶解して弱い酸性を示したことからカルボン酸であることがわかった。そこで、この化合物 63 mg を純水に溶解させ、0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、過不足なく中和するのに 7.0 mL を要した。この結果から、A が 1 価のカルボン酸であるならば、その分子量は $\left[(4) \right]$ と計算され、A の構造式は $\langle (5) \rangle$ であると推定できる。

ここで A が 1 価のカルボン酸であるという仮定が正しいかどうか、不飽和度という値を用いて考えてみよう。不飽和度は、有機化合物中に不飽和結合や環状構造が合計でいくつ含まれるかを示す値であり、鎖式飽和炭化水素(アルカン)の場合を 0 とし、ある炭化水素において、それと同数の炭素原子をもつアルカンに対して不足している水素原子数を元に計算される。炭素原子数が p のアルカンに含まれる水素原子数 q を p を用いて表すと $\left((6) \right)$ である。炭素原子数が p で不飽和度が 1 である炭化水素には、二重結合または環状構造が一つ含まれ、その炭化水素中の水素原子数 q は $\left((6) \right)$ よりも (7) 個少ない。炭素原子数が p で不飽和度が 2 である炭化水素には、二重結合または環状構造が合計二つ、あるいは三重結合が一つ含まれ、その炭化水素中の水素原子数 q は $\left((6) \right)$ より (8) 個少ない。このようにアルカンの構造と比較して、水素原子が (9) 個少なくなるごとに不飽和度は 1 ずつ大きくなる。したがって、一般式として、ある炭化水素に含まれる炭素原子数および水素原子数をそれぞれ p および q とすると、その不飽和度は p 、 q を用いて $\left((10) \right)$ と表される。

C、H に加えて O を含む化合物についても、不飽和度を定義することができる。酸素原子は他の原子二つと結合が可能であり、 $C-C$ あるいは $C-H$ 単結合の間に挿入されると、それぞれ $C-O-C$ 、 $C-O-H$ となる。このことは、二重結合の数や分子中の他の部分の構造に影響しない。したがって、C、H に加えて O を含む化合物であっても、その不飽和度は、同じ炭素原子数と水素原子数をもつ炭化水素と同じである。したがって、不飽和度は化合物中の酸素原子数とは関係なく、分子中の炭素原子数と水素原子数のみから決定される。このルールは、カルボニル基 >C=O のように酸素原子が二重結合を形成しているても成立する。ある C、H、O からなる化合物中の炭素原子数、水素原子数お

よび酸素原子数をそれぞれ p 、 q および r とした場合、その不飽和度は上と同じ $\left((10) \right)$ であり、 r を考慮する必要はない。

上で求めた組成式をもとにして、A の分子式は $\left\{ (3) \right\}_n$ (n は整数) と表される。ここで、 n がいくらであっても、A の不飽和度は (11) である。カルボキシ基には二重結合がすでに一つ含まれているため、A に含まれるカルボキシ基の数が (11) を上回ることはない。従って、A が 2 価以上のカルボン酸であることは否定され、A の構造は $\langle (5) \rangle$ と決定される。

a 群

- | | | |
|-------------|--------------|--------------|
| (ア) 炭酸カルシウム | (イ) ソーダ石灰 | (ウ) 硫酸銅(Ⅱ) |
| (エ) 塩化カルシウム | (オ) 塩化アンモニウム | (カ) 炭酸マグネシウム |
| (キ) 0 | (ク) 1 | (ケ) 2 |
| (コ) 3 | (サ) 4 | (シ) 5 |

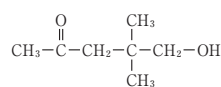
$\left(\text{ b 群 } \right)$

- | | | | |
|----------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|
| (ア) p | (イ) $p + 2$ | (ウ) $p - 2$ | (エ) $2p$ |
| (オ) $2p + 2$ | (カ) $2p - 2$ | (キ) $2p + q$ | (ク) $2p - q$ |
| (ケ) $2p + 2 - q$ | (コ) $2p - 2 - q$ | (サ) $\frac{2p + q}{2}$ | (シ) $\frac{2p - q}{2}$ |
| (ス) $\frac{2p + 2 - q}{2}$ | (セ) $\frac{2p - 2 - q}{2}$ | | |

(問題は次ページに続きます)

- (ii) 次の文の (2) および () に入れるのに最も適当なものを、それぞれ a 群 および (b 群) から選び、その記号をマークしなさい。ただし、同じ記号を繰り返し用いてもよい。また、 { (1) } には化学用語を、
[] には下記の記入例にならって簡略化した構造式を解答欄に記入しなさい。ただし、 [(10)] と [(11)] の順序は問わない。

簡略化した構造式の記入例



エステルはカルボン酸とアルコールとが脱水縮合してできる化合物で、香料などに使用されている。エステルを、水酸化ナトリウム水溶液を用いて加水分解すると、カルボン酸のナトリウム塩とアルコールが得られる。この加水分解反応を特に { (1) } とよぶ。

いま、分子式がどちらも $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$ である 2 種類のエステル **A**、**B** がある。これらを { (1) } したのちに酸性にしたところ、**A** からはカルボン酸 **C** とアルコール **D** が、**B** からはカルボン酸 **E** とアルコール **F** が得られた。**C** と **E**、**D** と **F** の分子量はそれぞれ異なっていた。**D** と **F** を硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液中で加熱したところ、**D** は酸化されず、**F** は酸化されて **C** を生じた。また、**C**、**E** はともに銀鏡反応を示さなかった。

これらの結果から、元の 2 種類のエステル **A**、**B** の構造を推定してみよう。**D** が二クロム酸カリウムで酸化されなかったことから、**D** は (2) アルコールであることがわかる。炭素原子数が最も少ない (2) アルコールの炭素原子数は ((3)) である。また、**C**、**E** が銀鏡反応を示さなかったことから、**C**、**E** の炭素原子数はどちらも ((4)) 以上であることがわかる。元のエステルを構成していたカルボン酸とアルコールの炭素原子数の合計は、((5)) であるから、**D** の炭素原子数は ((6)) であり、**D** とともにエステル **A** を構成していたカルボン酸 **C** の炭素原子数は ((7)) であることが

わかる。したがって、エステル **A** の構造式は [(8)] と決定される。一方、**F** とともに元のエステル **B** を構成していたカルボン酸 **E** の炭素原子数は ((9)) である。したがって、エステル **B** の構造式は [(10)] または [(11)] である。

a 群

(ア) 第一級 (イ) 第二級 (ウ) 第三級

(b 群)

(ア) 1 (イ) 2 (ウ) 3 (エ) 4 (オ) 5
(カ) 6 (キ) 7

(以上)

2026年度入学試験問題

化学

注意事項

- I 試験開始の指示があるまで問題用紙を開いてはいけません。
- II 解答用紙はすべて黒鉛筆(HB)〈シャープペンシルは、HB 0.5 mm 以上の芯であれば使用可〉で記入することになっています。
(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。)
- III 解答用紙右端の出席票に印刷されている受験番号を確認してください。間違いがなければ氏名欄に署名し、切取線から切り離してください。
- IV 問題は20ページで大問3問です。
- V 試験時間および解答方法については、問題冊子裏面を確認してください。

マーク記入上の注意

1. 解答欄にマークするときは、HBの黒鉛筆で次の正しい例のように、濃く正確にぬりつぶしてください。

2. マークのしかた

(ア) 正しい例

a 解答が1つの場合、例えばイと解答するときは

(1)  のように、マークしてください。

b 解答が2つの場合、例えばイとウと解答するときは

(1)  または (1)  のように各1つずつマークしてください。

(イ) 悪い例

(1)  ○印でかこむ。

(2)  全部をぬりつぶしていない。

(3)  レ印をつける。

(4)  印をつける。

(5)  1欄に2つ以上マークする。

このような記入をしてはいけません。

3. 一度記入したマークを訂正する場合は、消しゴムで完全に消してから記入しなおしてください。

(1)  のように×印をしても消したことはありません。

4. 解答用紙を折り曲げたり、破ったり、また汚したりしないでください。

〔I〕 次の問(i)および(ii)に答えなさい。

- (i) 次の文の および に入れるのに最も適当なものを、それぞれ a群 および b群 から選び、その記号をマークしなさい。ただし、同じ記号を繰り返し用いてもよい。また、 (2) には整数値を、 (8) には有効数字2桁の数値を、それぞれ解答欄に記入しなさい。なお、原子量は $H = 1.0$, $O = 16$, $S = 32$ とする。

硫黄は16族に属する (1) 元素である。硫黄の単体のうち、常温で最も安定な斜方硫黄は (2) 個の原子で構成される環状分子からなる。硫黄はさまざまな化合物を形成し、多様な酸化数を示す。化合物のなかで硫黄原子の最高酸化数は (3) で最低酸化数は (4) である。

硫黄の化合物である硫酸は、接触法(接触式硫酸製造法)という次のような方法で工業的に製造されている。まず、硫黄を燃焼させて二酸化硫黄をつくる。このとき、硫黄原子の酸化数は (5) から (6) に変化する。二酸化硫黄を酸化バナジウム(V) V_2O_5 を触媒として空気中の酸素と反応させて三酸化硫黄とする。このとき、硫黄原子の酸化数は (6) から (7) に変化する。この三酸化硫黄を発煙硫酸としてから水と反応させることで濃硫酸ができる。この接触法により、硫黄 6.4 kg がすべて硫酸に変化したとすると、質量パーセント濃度 98% の濃硫酸が (8) kg 得られる。

希硫酸は鉄と反応して (9) を発生する。熱濃硫酸は水素よりもイオン化傾向の小さい銅と反応し、硫酸自身は還元され (10) を発生する。

a 群

- (ア) 遷移 (イ) 典型 (ウ) 金属 (エ) 水素
(オ) 二酸化硫黄 (カ) 三酸化硫黄 (キ) 硫化水素

b 群

- (ア) -7 (イ) -6 (ウ) -5 (エ) -4 (オ) -3
(カ) -2 (キ) -1 (ク) 0 (ケ) +1 (コ) +2
(サ) +3 (シ) +4 (ス) +5 (セ) +6 (ソ) +7

(ii) 次の文の に最も適当な化学式を解答欄に記入しなさい。

5種類の固体の無機化合物 A, B, C, D, E がある。これらの化合物はそれぞれ1種類の陽イオンと1種類の陰イオンのみから構成されている。陽イオンは、銀イオン Ag^+ 、アルミニウムイオン Al^{3+} 、バリウムイオン Ba^{2+} 、ナトリウムイオン Na^+ 、鉛(II)イオン Pb^{2+} のいずれかである。陰イオンは、塩化物イオン Cl^- 、炭酸イオン CO_3^{2-} 、硝酸イオン NO_3^- 、水酸化物イオン OH^- 、硫酸イオン SO_4^{2-} のいずれかである。10種類のすべてのイオンは、A, B, C, D, E のいずれか一つに必ず含まれている。以下に示す実験1～実験6を行ったところ、次のような結果が得られた。

- (実験1) それぞれの固体を水に加えると、AとBはよく溶けたが、C, D, Eはほとんど溶けなかった。
- (実験2) (実験1)で得られたAとBの水溶液に対して十分な量の塩化水素 HCl 水溶液(塩酸)を加えると、Aの水溶液からは発泡が生じた。一方、Bの水溶液からは沈殿が生じたが、その液を加熱すると沈殿が溶解した。
- (実験3) (実験1)で得られたAの水溶液の炎色反応を調べると、色が観察された。
- (実験4) C, D, Eの固体をそれぞれ塩酸に加えると、Cはよく溶けたが、DとEはほとんど溶けなかった。
- (実験5) C, Dの固体をそれぞれ水酸化ナトリウム NaOH 水溶液に加えると、Cはよく溶けたが、Dはほとんど溶けなかった。
- (実験6) C, Dの固体をそれぞれアンモニア NH_3 水に加えると、Cはほとんど溶けなかったが、Dはよく溶けた。

上述の陽イオンと陰イオンとの組み合わせを考えると、 Na^+ または NO_3^- を含む化合物はすべて水に溶けることから、この二つのイオンはAまたはBの構成イオンに必ず当てはまり、C, D, Eの構成イオンではないことがわかる。実験1～実験3において、水に溶ける化合物であり、発泡の原因となるイオ

ンと炎色反応の原因となるイオンを含むことから、Aは (1) であることがわかる。同様に、水に溶ける化合物であり、塩酸添加により生じた塩化物の沈殿は加熱すると溶解することから、Bは (2) と決定できる。

水にほとんど溶けないC, D, Eについて考える。実験1、実験4および実験5の結果から、水に溶けない化合物であり、酸の水溶液と強塩基の水溶液の両方に溶けるCは (3) と決定できる。残りの組み合わせを考えると、アンモニア水に溶けるDは (4) であり、水や酸に溶けないEは (5) であることがわかる。

〔Ⅱ〕 次の問(i)～(iii)に答えなさい。

- (i) 次の文の および (8) に入れるのに最も適当なものを、それぞれ a 群 および b 群 から選び、その記号をマークしなさい。また、(1) には整数値を、(7) には四捨五入して有効数字2桁の数値を、(8) には電子 e^- およびイオンを含む反応式の右辺または左辺を、それぞれ解答欄に記入しなさい。なお、ファラデー定数は $F = 9.6 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

水素と酸素を反応させてエネルギーを取り出す燃料電池の全体の反応は水素の燃焼反応と同じで①式で表される。

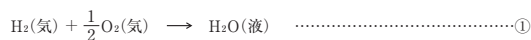
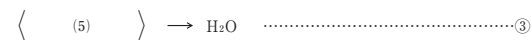


表1に示す各種結合エネルギーと水の蒸発エンタルピー 44 kJ/mol (25°C)を用いて、①式の反応エンタルピーを求めると (1) kJ となる。

リン酸形燃料電池の負極では水素分子が (2) され、水素イオンが生成する。このときの反応式は②式で表される。



正極では移動してきた水素イオンと酸素分子が反応し、水分子が生成する。このとき、酸素分子は (4) される。この反応式は③式で表される。



$n \text{ [mol]}$ の電子が流れたときに電池から外部に取り出すことができる電気エネルギー $[J]$ は、ファラデー定数 $F \text{ [C/mol]}$ と起電力 $E \text{ [V]}$ を用いて④式から計算することができる。

$$\text{電気エネルギー [J]} = n \text{ [mol]} \times F \text{ [C/mol]} \times E \text{ [V]} \quad \cdots \cdots \cdots \text{④}$$

この燃料電池の理論起電力は 1.2 V (25°C)であり、水素 1 mol あたり、(6) mol の電子の授受があるので、電気エネルギーは (7) kJ と計算できる。電気エネルギーの絶対値と①式の反応エンタルピーの絶対値から考えると、電気エネルギーとして利用できるのは①式の反応エンタルピー (8) ことがわかる。

表1 結合エネルギー $[\text{kJ/mol}]$ (25°C)

H—H	436
O—H(H_2O)	463
O=O	498

a 群

- (ア) 還元 (イ) 酸化 (ウ) $\frac{1}{4}$ (エ) $\frac{1}{3}$ (オ) $\frac{1}{2}$
- (カ) 1 (キ) 2 (ク) 3 (ケ) 4

b 群

- (ア) と等しい (イ) より大きい (ウ) より小さい

- (ii) 次の文の および (3) に入れるのに最も適当なものを、それぞれ a 群 および (b 群) から選び、その記号をマークしなさい。また、
 には有効数字 2 桁の数値を、 (9) には整数値を、それぞれ解答欄に記入しなさい。なお、溶液は希薄溶液として扱えるものとする。

図 1 に純粋なベンゼン C_6H_6 およびベンゼンにナフタレン $C_{10}H_8$ を溶解した溶液の冷却曲線を示す。ここで図中の $T_1 \sim T_5$ はその点における温度を示す。曲線 A はベンゼンの冷却曲線である。点 a では (1) する状態で、点 b では (2) する状態である。曲線 B はベンゼンにナフタレンを溶解した溶液の冷却曲線であり、この溶液の凝固点は (3) である。

曲線 A 中の点 C から点 D までの温度が一定であるのに対し、曲線 B 中の点 C' から点 D' までは時間とともに右下がりになっている。これは、溶液を冷却すると、 (4) の凝固によって残りの溶液の濃度が (5) となり、溶液の凝固点が次第に低くなるからである。

純粋なベンゼンの凝固点を測定したところ 5.53°C であった。ベンゼン 100.0 g にナフタレン 0.020 mol を溶かして凝固点を測定したところ 4.51°C となった。このことからベンゼンのモル凝固点降下 K_f [$\text{K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$] を求めると (6) $\text{K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ となる。

次にベンゼン 100.0 g に安息香酸 $C_7H_6O_2$ 0.020 mol を溶かして凝固点を測定したところ 4.92°C となり、ナフタレンの場合と比べて高い値となった。これはベンゼン中で安息香酸が部分的に (7) ためである。この凝固点の値から見積もられる溶質粒子の質量モル濃度は (8) mol/kg となり、安息香酸分子のうち (7) 分子の割合は (9) % と計算できる。

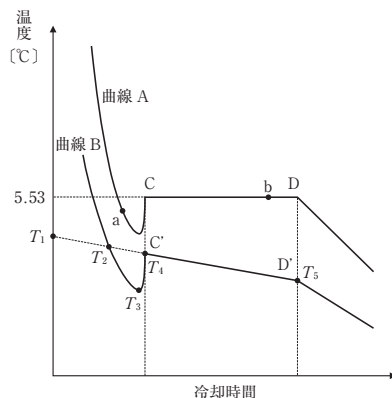


図 1

a 群

- (ア) 液体のみが存在 (イ) 固体のみが存在
 (ウ) 液体と固体が共存 (エ) 溶媒
 (オ) 溶質 (カ) 高く
 (キ) 低く (ク) 電離している
 (ケ) 二量体(二分子が会合したもの)になっている

(b 群)

- (ア) T_1 (イ) T_2 (ウ) T_3 (エ) T_4 (オ) T_5

- (iii) 次の文の および () に入れるのに最も適当なものを、それぞれ a 群 および (b 群) から選び、その記号をマークしなさい。ただし、同じ記号を繰り返し用いてもよい。また、 (1) には小数第 1 位までの数値を、 (11) には x を用いた文字式を記入しなさい。

気体 A と気体 B の間には $A \rightleftharpoons 2B$ の可逆な化学反応が起こる。また、 300 K 、 $1.0 \times 10^5\text{ Pa}$ における A、B の生成エンタルピーはそれぞれ $9.2\text{ kJ}/\text{mol}$ 、 $33.2\text{ kJ}/\text{mol}$ である。

この反応が右向きに起こったときの反応エンタルピーは (1) kJ/mol であり、 (2) 反応である。

体積と温度を変化させることができるピストン付きの容器(図 1)を用意し、最初に A のみを 1.0 mol 入れた。その後、ピストンにかかる圧力と温度を $1.0 \times 10^5\text{ Pa}$ 、 300 K に保ち、反応が平衡に達した(平衡状態 1)。次に、ピストンを操作し、 $2.0 \times 10^5\text{ Pa}$ 、 300 K に保ち反応が平衡に達した(平衡状態 2)。平衡状態 1 と平衡状態 2 についてルシャトリエの原理から考えると B の存在する割合は (3) 。さらに、圧力と温度を変化させ、 $1.0 \times 10^5\text{ Pa}$ 、 400 K に保ち、反応が平衡に達した(平衡状態 3)。右向きの反応は (2) 反応であるので、平衡状態 1 と平衡状態 3 で比較すると B の存在する割合は (4) 。また、平衡状態 2 と平衡状態 3 で B の存在する割合は (5) 。

いま、平衡状態 1 で A 1.0 mol のうち x (mol) が反応したとすると、平衡状態 1 における A の物質量は (6) (mol)、B の物質量は (7) (mol) となり、各気体の物質量の和は (8) (mol) となる。ここで、ドルトンの分圧の法則より、全圧を P とすると、A の分圧は (9) $\times P$ 、B の分圧は (10) $\times P$ となる。さらに $P = 1.0 \times 10^5\text{ Pa}$ であるから、圧平衡定数 K_p は (11) (Pa) となる。



図 1

a 群

- (ア) 発熱 (イ) 吸熱
 (ウ) 平衡状態 1 の方が多い (エ) 平衡状態 2 の方が多い
 (オ) 平衡状態 3 の方が多い (カ) この情報からは判断できない

(b 群)

- (ア) 1.0 (イ) x (ウ) $2x$
 (エ) $1.0 - x$ (オ) $1.0 - 2x$ (カ) $1.0 + x$
 (キ) $1.0 + 2x$ (ク) $\frac{x}{1.0 - x}$ (ケ) $\frac{2x}{1.0 - x}$
 (コ) $\frac{1.0 + x}{1.0 - x}$ (サ) $\frac{1.0 + 2x}{1.0 - x}$ (シ) $\frac{x}{1.0 + x}$
 (ソ) $\frac{2x}{1.0 + x}$ (セ) $\frac{1.0 - x}{1.0 + x}$ (タ) $\frac{1.0 - 2x}{1.0 + x}$

〔Ⅲ〕 次の問(i)～(iii)に答えなさい。

(i) 次の問(A)～(C)に答えなさい。

問(A) 次の文の (1) , $\left((2) \right)$, $\left\{ (3) \right\}$ および $\left[(4) \right]$ に入れるのに最も適当なものを、それぞれ a 群 , $\left(\text{b 群} \right)$, $\left\{ \text{c 群} \right\}$ および $\left[\text{d 群} \right]$ から選び、その記号をマークしなさい。

鎖状構造の飽和炭化水素はアルカンと総称される。アルカンの炭素原子の数が n の場合、その分子式は一般式 C_nH_{2n+2} で表される。一般にアルカンは、分子量が大きなものほど分子間力が強くはたらし (1) が高くなる。アルカンの分子間にはたらく主な引力は $\left((2) \right)$ である。一般に $\left\{ (3) \right\}$ 構造のあるアルカンの (1) は同じ炭素数の $\left\{ (3) \right\}$ 構造のないアルカンよりも低くなり、 $\left\{ (3) \right\}$ の数が増すほど (1) がより低くなる傾向を示す。これは、分子どうしの接触面積が広いほど $\left((2) \right)$ が強くはたらし、 $\left\{ (3) \right\}$ によって接触面積が減少すると $\left((2) \right)$ が弱くなるためである。

一般にアルカンは $\left[(4) \right]$, 塩素 Cl_2 や臭素 Br_2 と混合して光を当てると水素原子 H が塩素原子 Cl や臭素原子 Br に置き換わる。

a 群

- | | | |
|---------|---------|---------|
| (ア) 親水性 | (イ) 水溶性 | (ウ) 透明性 |
| (エ) 反応性 | (オ) 沸点 | (カ) 分解性 |

$\left(\text{b 群} \right)$

- | | | |
|-----------|----------------|-----------|
| (ア) イオン結合 | (イ) 水素結合 | (ウ) 電子親和力 |
| (エ) 配位結合 | (オ) ファンデルワールス力 | (カ) 摩擦力 |

$\left\{ \text{c 群} \right\}$

- | | | |
|----------|--------|--------|
| (ア) 枝分かれ | (イ) 会合 | (ウ) 開裂 |
| (エ) 架橋 | (オ) 共役 | (カ) 配向 |

$\left[\text{d 群} \right]$

- | | |
|-----------------|-------------|
| (ア) 安定で反応性に乏しいが | (イ) 塩基性を示し |
| (ウ) 還元されやすく | (エ) 酸性を示し |
| (オ) 不安定で反応性に富み | (カ) 水に溶けやすく |

問(B) 次の文の (1) , $\left(\quad \right)$ および $\left\{ (3) \right\}$ に入れるのに最も適当なものを、それぞれ a 群 , $\left(\text{b 群} \right)$ および $\left\{ \text{c 群} \right\}$ から選び、その記号をマークしなさい。

炭化水素の水素原子 H を (1) 基で置換した化合物をアルコールという。アルコールの沸点や融点は分子量が同程度の炭化水素に比べ高い。これは、(1) 基間の水素結合でアルコール分子どうしが引き合うためである。

炭素原子の数が 3 以下のアルコールは水と任意の割合で混じり合う。炭素原子の数が 2 のエタノールはエチルアルコールともよばれ、工業的にはエチレンと水との $\left((2) \right)$ によりつくられており、除菌剤や消毒液に用いられている。飲料用のエタノールは $\left\{ (3) \right\}$ の加水分解物であるグルコースのアルコール発酵によりつくられている。

エタノールに濃硫酸を作用させるとき、分子内で $\left((4) \right)$ が起きるとエチレンが生成し、分子間で $\left((4) \right)$ が起きるとジエチルエーテルが生成する。

a 群

- | | | |
|----------|-----------|-----------|
| (ア) アミノ | (イ) アルキル | (ウ) カルボキシ |
| (エ) ニトロ | (オ) ヒドロキシ | (カ) ビニル |
| (キ) プロピル | (ク) ホルミル | (ケ) メチル |

$\left(\text{b 群} \right)$

- | | | |
|----------|--------------|-----------|
| (ア) 環化反応 | (イ) 還元反応 | (ウ) 銀鏡反応 |
| (エ) 酸化反応 | (オ) ジアゾ化 | (カ) 水素化反応 |
| (キ) 脱水反応 | (ク) フューリング反応 | (ケ) 付加反応 |

$\left\{ \text{c 群} \right\}$

- | | | |
|----------|------------|-----------|
| (ア) アミノ酸 | (イ) 核酸 | (ウ) タンパク質 |
| (エ) 天然ガス | (オ) 天然ゴム | (カ) デンプン |
| (キ) 尿素 | (ク) ポリペプチド | (ケ) メラミン |

問(C) 次の文の および (2) に入れるのに最も適当なものを、それぞれ a 群 および (b 群) から選び、その記号をマークしなさい。

アンモニア NH_3 の水素原子 H をエチル基のような脂肪族の炭化水素基や、フェニル基のような芳香族の炭化水素基で置換した化合物を (1) という。一般に (1) は特異臭のある無色の物質であり、(2) を示す。

アニリン $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ は芳香族 (1) の一種である。アニリンに (3) を作用させてアセチル化するとアセトアニドが生成する。アセトアニドは無色、無臭の化合物で、かつては解熱剤に用いられていたが、毒性があることが判明し、今は用いられていない。

a 群

- | | | |
|-----------|-----------|-------------|
| (ア) アセタール | (イ) アセチレン | (ウ) アルデヒド |
| (エ) アセトン | (オ) アミド | (カ) アミン |
| (キ) ケトン | (ク) 無水酢酸 | (ケ) 無水マレイン酸 |

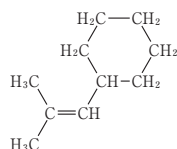
(b 群)

- | | | |
|----------|----------|----------|
| (ア) 酸化作用 | (イ) 弱塩基性 | (ウ) 弱酸性 |
| (エ) 脱水作用 | (オ) 発酵作用 | (カ) 漂白作用 |

(問題は次ページに続きます)

(ii) 次の文の (1) に入れるのに最も適当なものを、 解答群 から選び、その記号をマークしなさい。また、(2) には小数第 2 位までの数値を、 { } には下記の記入例にならって簡略化した構造式を解答欄に記入しなさい。なお、原子量は $\text{H} = 1.0$, $\text{C} = 12$, $\text{Cl} = 35.5$ とする。

簡略化した構造式の記入例



一般式 C_nH_{2n} (n は 2 以上の整数) の化合物 A, B, C, D, E, F は、互いに異性体の関係にあり、これらの他に異性体は存在しない。A, B, C, D は不飽和炭化水素であり、E, F は飽和炭化水素である。このうち B, C は互いにシス-トランス異性体(幾何異性体)である。これらのことから n は (1) であることがわかる。

B と C はいずれも 2 個のメチル基をもっており、B のメチル基間の距離は、C のメチル基間の距離よりも長い。E は 1 個のメチル基をもち、F はメチル基をもたない。

A に塩素 Cl_2 を付加させると、不斉炭素原子を 1 個もつ化合物 G が得られる。一方、B, C, D に塩素をそれぞれ付加させると、B, C からは不斉炭素原子を 2 個もつ化合物 H が得られ、D からは不斉炭素原子をもたない化合物 I が得られる。これらの付加反応で A, B, C, D をそれぞれ 1.12 g 用いる場合、G, H, I は理論上いずれも (2) g 得られる。また、A, B, C, D に水素 H_2 をそれぞれ付加させると、A, B, C からは化合物 J が、D からは化合物 K が得られる。

以上のことから、A, B, C, D, E, F の構造式が決定でき、それらのうち、C の構造式は (3) , E の構造式は (4) である。また、K の構造式は (5) である。

解答群

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| (ア) 2 | (イ) 3 | (ウ) 4 | (エ) 5 | (オ) 6 |
|-------|-------|-------|-------|-------|

(iii) 次の文の , $\left((3) \right)$, $\left\{ \right\}$ および $\left[\right]$ に入れるのに最も適当なものを、それぞれ a 群 , $\left(\text{b 群} \right)$, $\left\{ \text{c 群} \right\}$ および $\left[\text{d 群} \right]$ から選び、その記号をマークしなさい。

一般に分子量が1万以上の物質は高分子化合物(高分子)とよばれる。高分子は、多糖、タンパク質、核酸などの天然高分子と、石油などを出発原料として人工的につくられる合成高分子とに大別される。合成高分子は単量体(モノマー)を次々に結合させる重合反応によりつくられる。重合には、不飽和結合をもつ単量体の (1) 反応の繰り返しで進行する (1) 重合、多価アルコールあるいは多価アミンと、多価カルボン酸との (2) 反応の繰り返しで進行する (2) 重合、環状構造を有する単量体が環を開きながら重合する開環重合などがある。

(1) 重合により得られる合成高分子の例として、炭素数が最少のアルケンの重合体である $\left((3) \right)$ や、ポリアクリロニトリル、ポリ酢酸ビニルなどが挙げられる。 $\left((3) \right)$ は軽くて耐水性、耐薬品性に優れており、フィルム、チューブ、包装材料、容器などに用いられている。ポリアクリロニトリルからなる繊維は、肌触りが羊毛に似ており保温性があるので、衣料、毛布、敷物などに用いられている。ポリ酢酸ビニルを水酸化ナトリウム水溶液で $\left\{ (4) \right\}$ するとポリビニルアルコールが得られる。ポリビニルアルコールは水に溶けるが、ポリビニルアルコールをホルムアルデヒドと反応させると、ヒドロキシ基の一部が $\left\{ (5) \right\}$ されて水に溶けにくくなる。これを繊維にしたものがビニロンである。ビニロンは高い強度をもち、耐薬品性に優れており、漁網、ロープ、作業着、産業資材などに用いられている。

(2) 重合により得られる合成高分子の例として、ポリエチレンテレフタレート、ナイロン66が挙げられる。エチレングリコールとテレフタル酸より得られるポリエチレンテレフタレートは耐熱性、耐摩耗性、耐光性、透明性に優れており、フィルム、繊維、容器などに広く用いられている。ヘキサメチレンジアミンと $\left[(6) \right]$ より得られるナイロン66は耐熱性、耐薬品性、染色性

に優れ、繊維、ロープ、機械部品などに広く用いられている。ナイロン66と似た性質を示すナイロン6は、 $\left[(7) \right]$ の開環重合により得られる。

a 群

- | | | |
|----------|--------|--------|
| (ア) イオン化 | (イ) 会合 | (ウ) 架橋 |
| (エ) 還元 | (オ) 酸化 | (カ) 縮合 |
| (キ) 脱離 | (ク) 置換 | (ケ) 付加 |

$\left(\text{b 群} \right)$

- | | | |
|-------------|-------------|-------------|
| (ア) ポリアセチレン | (イ) ポリエチレン | (ウ) ポリ塩化ビニル |
| (エ) ポリスチレン | (オ) ポリ乳酸 | (カ) ポリフェノール |
| (キ) ポリブタジエン | (ク) ポリプロピレン | (ケ) ポリペプチド |

$\left\{ \text{c 群} \right\}$

- | | | |
|------------|---------------|-----------|
| (ア) アセタール化 | (イ) アミド化 | (ウ) イオン化 |
| (エ) エステル化 | (オ) 加水分解(けん化) | (カ) 水素化 |
| (キ) スルホン化 | (ク) ニトロ化 | (ケ) ハロゲン化 |

$\left[\text{d 群} \right]$

- | | | |
|-------------|------------|-------------------------|
| (ア) アジピン酸 | (イ) イソブレン | (ウ) ϵ -カプロラクタム |
| (エ) シクロヘキセン | (オ) 酒石酸 | (カ) ブタジエン |
| (キ) マレイン酸 | (ク) メタクリル酸 | (ケ) ラクチド(ジラクチド) |

(以上)

2026 年度 入 学 試 験 問 題

化 学

注 意 事 項

- I 試験開始の指示があるまで問題用紙を開いてはいけません。
- II 解答用紙はすべて黒鉛筆(HB)〈シャープペンシルは、HB 0.5 mm 以上の芯であれば使用可〉で記入することになっています。
(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。)
- III 解答用紙右端の出席票に印刷されている受験番号を確認してください。間違いがなければ氏名欄に署名し、切取線から切り離してください。
- IV 問題は 18 ページで大問 3 問です。
- V 試験時間および解答方法については、問題冊子裏面を確認してください。

マーク記入上の注意

1. 解答欄にマークするときは、HB の黒鉛筆で次の正しい例のように、濃く正確にぬりつぶしてください。

2. マークのしかた

(ア) 正しい例

a 解答が1つの場合、例えばイと解答するときは

(1)

○	●	○	○	○	○
---	---	---	---	---	---

 のように、マークしてください。

b 解答が2つの場合、例えばイとウと解答するときは

(1)

○	●	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○

 または (1)

○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○

 のように各1つずつマークしてください。

(イ) 悪い例

(1)

○	○	○	○	○	○
---	---	---	---	---	---

 ○印でかこむ。

(2)

○	○	○	○	○	○
---	---	---	---	---	---

 全部をぬりつぶしていない。

(3)

○	○	○	○	○	○
---	---	---	---	---	---

 レ印をつける。

(4)

○	○	○	○	○	○
---	---	---	---	---	---

 |印をつける。

(5)

○	○	○	○	○	○
---	---	---	---	---	---

 1欄に2つ以上マークする。

このような記入をしてはいけません。

3. 一度記入したマークを訂正する場合は、消しゴムで完全に消してから記入しなおしてください。

(1)

○	○	○	○	○	○
---	---	---	---	---	---

 のように×印をしても消したことはありません。

4. 解答用紙を折り曲げたり、破ったり、また汚したりしないでください。

〔I〕 次の問(i)~(iii)に答えなさい。

- (i) 次の文の (1) および () に入れるのに最も適当なものを、それぞれ a 群 および (b 群) から選び、その記号をマークしなさい。また、 { } には化学式を、 [(6)] には四捨五入して有効数字 2 桁の数値を、それぞれ解答欄に記入しなさい。なお、気体は理想気体とし、標準状態 (0℃、 1.013×10^5 Pa) における気体のモル体積は 22.4 L/mol、ファラデー定数は $F = 9.6 \times 10^4$ C/mol とする。

塩素、臭素、フッ素、ヨウ素はハロゲンとよばれ、価電子を (1) 個もっている。これらのハロゲンと水素の化合物であるハロゲン化水素のなかで (2) は、水素原子とハロゲン原子の (3) の差が最も大きいため、分子全体に大きな極性をもち、分子間で水素結合を形成するので沸点が高い。また、ハロゲン化銀のうち { (4) } 以外は水に溶けにくい。そのため、塩化物イオン、臭化物イオン、フッ化物イオン、ヨウ化物イオンを含む水溶液に硝酸銀水溶液を加えると、{ (4) } 以外のハロゲン化銀の沈殿が生じる。

塩素の単体は、工業的には塩化ナトリウム水溶液の電気分解により製造されている。いま、塩化ナトリウム水溶液を 1.0 A の電流で 160 分間電気分解した。このとき、陰極では気体の { (5) } が発生し、陽極では塩素が発生した。生じた塩素の標準状態での体積は [(6)] L となる。なお、塩素は水に溶解せず、電気分解で流れた電子のすべてがこの反応に使われたものとする。

a 群

- (ア) 1 (イ) 2 (ウ) 3 (エ) 4
(オ) 5 (カ) 6 (キ) 7

(b 群)

- (ア) HCl (イ) HBr (ウ) HF
(エ) HI (オ) イオン化傾向 (カ) 電気陰性度
(キ) イオン化エネルギー (ク) 電子親和力

〔Ⅱ〕 次の問(i)～(ii)に答えなさい。

- (i) 次の文の および に入れるのに最も適当なものを、それぞれ a 群 および b 群 から選び、その記号をマークしなさい。ただし、同じ記号を繰り返し用いてもよい。 には有効数字2桁の数値を、 (9) には小数第2位までの数値を、それぞれ解答欄に記入しなさい。ただし、 $\log_{10} 2.7 = 0.43$ とする。

酢酸 CH_3COOH 水溶液の水素イオン H^+ のモル濃度(水素イオン濃度)および pH について考える。酢酸水溶液の電離平衡は①式のように表すことができる。



電離平衡時の酢酸、酢酸イオン CH_3COO^- および水素イオンの濃度を用いて電離定数 K_a は②式のように表され、その値は $2.7 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ (25℃)である。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \cdots \cdots \text{②}$$

酢酸水溶液のモル濃度を $c \text{ (mol/L)}$ 、電離度を α とすると、電離平衡に達したときの酢酸、酢酸イオンおよび水素イオンの濃度は c と α を用いるとそれぞれ、 (1) (mol/L) 、 (2) (mol/L) および (3) (mol/L) と表される。従って、これらを用いて②式を書き換えると③式となる。

$$K_a = \frac{\text{ (2)} \times \text{ (3)}}{\text{ (1)}} \cdots \cdots \text{③}$$

ここで、 α は 1 に比べて十分に小さく、 $1 - \alpha \approx 1$ とみなせるので、 c が 0.27 mol/L のとき、25℃で電離平衡に達した酢酸水溶液の水素イオン濃度は (4) mol/L となる。

酢酸水溶液に水酸化ナトリウム NaOH 水溶液を滴下して中和滴定を行った。 0.27 mol/L の酢酸水溶液 100 mL に 1.0 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を (5) mL 加えたときに過不足なく中和される。このときの pH は 7 よりも

(ii) 次の問(A)および問(B)に答えなさい。

問(A) 次の文の に入れるのに最も適当なものを、 解答群 から選び、その記号をマークしなさい。ただし、同じ記号を繰り返し用いてもよい。また、 (7) には有効数字2桁の数値を記入しなさい。なお、水の体積と蒸気圧は無視でき、気体はすべて理想気体とし、水に溶解しないものとする。また、気体定数は $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ とする。

ある気体の炭化水素 C_xH_y (x, y は整数)を燃焼させるときの化学反応式は①式で表される。なお、(気)、(液)はそれぞれ気体、液体を示す。



ここで酸素、二酸化炭素、水の係数 α, β, γ を x, y を用いて表すと

$$\begin{aligned} \alpha &= \text{ (1)} x + \text{ (2)} y \\ \beta &= \text{ (3)} x + \text{ (4)} y \\ \gamma &= \text{ (5)} x + \text{ (6)} y \end{aligned}$$

となる。ここでは、例えば $\alpha = y$ のときは、 $0x + 1y$ と記述する。

いま、炭化水素と酸素の組成の異なる混合気体の燃焼前後での圧力変化から分子式を決定する実験を行った。実験装置の概略図を図1に示す。装置の体積は 10.0 L 、装置に入れる炭化水素と酸素の混合気体の全圧は $10.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ 、圧力を測定するときの温度は 300 K とした。この場合、装置に入れた炭化水素と酸素の合計の物質量は (7) mol となる。装置に電気火花を飛ばして炭化水素を燃焼させた後、圧力を測定した。その後、容器内を排気して新たに組成の異なる混合気体を導入して、同様の燃焼実験を繰り返した。なお、炭化水素もしくは酸素のどちらか、もしくは両方が完全になくなるまで、①式に示す反応のみが進行するものとする。

全圧を $10.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ で一定にして、反応前の炭化水素の分圧を 0 から $10.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ まで $0.5 \times 10^4 \text{ Pa}$ ずつ変化させたときの反応後の装置内の

大きくなるが、これは中和点では酢酸ナトリウム水溶液となっており、酢酸イオンの一部と水との反応によって水酸化物イオン OH^- を生じるからである。この反応を塩の (6) という。

酢酸水溶液に、中和に必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積の半分を加えて得られた水溶液は、酢酸と酢酸ナトリウムの混合溶液であり、少量の酸や塩基を加えても pH の変化が起こりにくい (7) を示す。このとき、酢酸と酢酸イオンの濃度が等しいとすると、②式からこの水溶液の水素イオン濃度は (8) mol/L となり、その pH は (9) と計算される。

a 群

- | | | | |
|------------------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------|
| (ア) $c\alpha$ | (イ) c^2 | (ウ) $c\alpha^2$ | (エ) $c^2\alpha^2$ |
| (オ) $c(1-\alpha)$ | (カ) $c^2(1-\alpha)^2$ | (キ) $c(1-\alpha^2)$ | |
| (ク) $\frac{c}{\alpha}$ | (ケ) $\frac{c}{1-\alpha}$ | (コ) $\frac{c^2}{(1-\alpha)^2}$ | |

b 群

- | | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| (ア) 加水分解 | (イ) 緩衝作用 | (ウ) 還元作用 | (エ) 酸化作用 |
| (オ) 触媒作用 | (カ) 脱水反応 | (キ) 脱離反応 | (ク) 電気分解 |

気体の圧力を図2に示す。ここで反応式①の気体の係数を比較すると、左辺の係数の合計 $(1 + \alpha)$ の方が右辺の二酸化炭素の係数 (β) より大きいので、炭化水素と酸素が過不足なく反応したとき、反応後の気体の分子数は最も少なくなる。この実験結果から、 $\alpha = \text{ (8)}$ 、 $\beta = \text{ (9)}$ が求まり、 $x = \text{ (10)}$ 、 $y = \text{ (11)}$ となる。

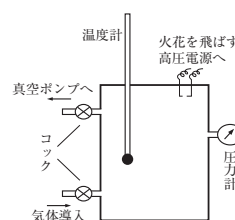


図1 実験装置

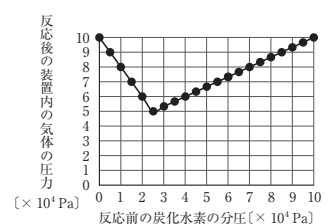


図2 実験結果

解答群

- | | | | | |
|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| (ア) 0 | (イ) $\frac{1}{8}$ | (ウ) $\frac{1}{4}$ | (エ) $\frac{1}{3}$ | (オ) $\frac{1}{2}$ |
| (カ) 1 | (キ) 2 | (ク) 3 | (ケ) 4 | (コ) 5 |
| (サ) 6 | (シ) 7 | (ス) 8 | (セ) 10 | (ソ) 12 |

問B) 次の文の には下記の例を参考に最も適当な化学反応式を、
 () には整数値を、それぞれ解答欄に記入しなさい。なお、化学反
 応式中で液体および気体であるものには(液)および(気)と明記し、炭素の
 固体はC(黒鉛)としなさい。また、原子量は $H = 1.0$ 、 $C = 12$ 、 $O = 16$ と
 する。

化学反応式の記入例 $C(\text{黒鉛}) + O_2(\text{気}) \longrightarrow CO_2(\text{気})$

プロパン $C_3H_8(\text{気})$ を十分な量の $O_2(\text{気})$ と燃焼させると、 $CO_2(\text{気})$ と
 $H_2O(\text{液})$ が生成する。この燃焼の反応式は①式で表される。

(1) …①

一定の圧力のもとで、プロパン 8.80 g を完全に燃焼させたところ
 444 kJ の発熱があった。このことからプロパンの燃焼エンタルピーは
 ((2)) kJ/mol と求まる。

また、C(黒鉛)からプロパンが生成する反応式は②式で表される。

(3) …②

$H_2O(\text{液})$ および $CO_2(\text{気})$ の生成エンタルピーはそれぞれ -286 kJ/mol 、
 -394 kJ/mol であるので、プロパンの生成エンタルピーは ((4)) kJ/mol
 と求められる。

(問題は次ページに続きます)

〔Ⅲ〕 次の問(i)～(iii)に答えなさい。

(i) 次の問(A)～(C)に答えなさい。

問(A) 有機化合物に関する記述として正しいものを、次の(ア)～(オ)から一つ選び、
 その記号をマークしなさい。

- (ア) 有機化合物は無機化合物から人工的に合成することはできない。
- (イ) すべての有機化合物は、無機化合物に比べて融点および沸点が高い。
- (ウ) 有機化合物のうち、炭素と水素と酸素からできているものはすべて炭
 水化物という。
- (エ) すべての有機化合物は、完全燃焼すると二酸化炭素 CO_2 と水 H_2O の
 みを生成する。
- (オ) 有機化合物の特性を決める原子団を官能基といい、 $-NO_2$ はニトロ基
 という。

問(B) 有機化合物の反応に関する記述として正しいものを、次の(ア)～(オ)から一
 つ選び、その記号をマークしなさい。

- (ア) メタノールに金属ナトリウムを加えると、ナトリウムメトキシドと水
 素が生成する。
- (イ) アセチレンをアンモニア性硝酸銀水溶液に加えると、銀鏡反応によっ
 て銀が生成する。
- (ウ) エチレンに適当な条件で触媒を作用させると、次々と縮合反応を起こ
 して、ポリエチレンが生成する。
- (エ) アニリンをさらし粉水溶液で酸化すると、黒色のアニリンブラックと
 よばれる物質が生成する。
- (オ) 硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を用いて第一級アルコールを酸
 化すると、ケトンが生成する。

問(C) 糖に関する記述として正しいものを、次の(ア)～(オ)から一つ選び、その記
 号をマークしなさい。

- (ア) グルコースはホルミル基(アルデヒド基)をもたないため、フェーリン
 グ液に加えて加熱しても色の変化はない。
- (イ) グルコースやフルクトースはアルコール発酵により、エタノールと二
 酸化炭素になる。
- (ウ) デンプンにアミラーゼを十分に作用させて完全に分解させたものの水
 溶液にヨウ素ヨウ化カリウム水溶液(ヨウ素溶液)を加えると、青～青紫
 色に呈色する。
- (エ) 二糖は、2分子の単糖が脱水縮合して、エステル結合によりつながっ
 た構造をとっている。
- (オ) デンプンには、熱水に溶けにくい成分であるアミロースと熱水に溶け
 やすい成分のアミロペクチンの二つがある。

- (ii) 次の文の に入れるのに最も適当なものを、 から選び、その記号をマークしなさい。また、 には下記の記入例にならって簡略化した構造式を解答欄に記入しなさい。なお、原子量は H = 1.0, C = 12, O = 16 とする。

簡略化した構造式の記入例

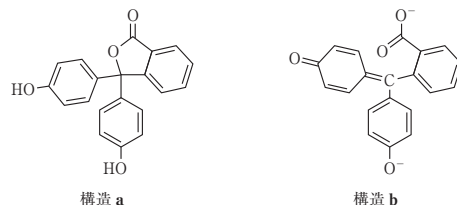
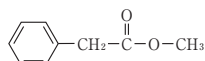


図 1

pH 指示薬であるフェノールフタレインは化合物 **A** とフェノールから合成される。**A** は芳香族化合物 **B** から合成できる。**B** は分子量 150 以下で炭素と水素のみからなる。53 mg の **B** を酸素気流中で完全燃焼させると、二酸化炭素が 176 mg、水が 45 mg 生じる。このことから、**B** の分子式は (1) である。

B を過マンガン酸カリウム水溶液で十分に酸化すると芳香族化合物 **C** が得られる。**C** のベンゼン環に結合した一つの酸素原子を塩素原子に置き換えた異性体を考えると 2 種類存在することから、**C** の構造式は (2) とわかる。**C** を加熱すると水分子が脱離して **A** が得られる。**A** の構造式は (3) である。

一方、フェノールは次のように合成される。まず、触媒を用いてプロペンとベンゼンを反応させ、化合物 **D** を得る。**D** の構造式は (4) である。続いて **D** を酸素で酸化したのち、硫酸で分解するとフェノールと化合物 **E** が生成する。**E** の構造式は (5) である。このようなフェノールの合成方法は (6) 法とよばれ、工業的に広く用いられている。

2 分子のフェノールと 1 分子の **A** を触媒とともに加熱して脱水するとフェノールフタレインが得られる。フェノールフタレインは、その変色域が pH 8.0 ~ 9.8 であり、pH 7.0 では主に図 1 の構造 **a** となり、その溶液は (7) 色である。また、pH 12.0 では主に図 1 の構造 **b** となり、その溶液は (8) 色である。

解答群

- | | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| (ア) C ₆ H ₆ | (イ) C ₇ H ₈ | (ウ) C ₈ H ₁₀ | (エ) C ₁₀ H ₈ |
| (オ) クメン | (カ) ソルベ | (キ) ハーバー・ボッシュ | |
| (ク) モール | (ケ) 青 | (コ) 赤(赤紫) | (サ) 黄 |
| (シ) 無 | | | |

- (iii) 次の文の に入れるのに最も適当なものを、 から選び、その記号をマークしなさい。また、 には最も適当な化学用語を、 (4) には整数値を、 (5) には示性式を、それぞれ解答欄に記入しなさい。なお、原子量は H = 1.0, C = 12, O = 16 とする。

動物の皮下脂肪や植物の種子などに含まれる油脂は、3 価アルコールのグリセリンと高級脂肪酸とのエステルである。セッケンは、油脂を水酸化ナトリウム NaOH 水溶液によりけん化して得られる。セッケンは、疎水性の炭化水素基と親水性の原子団(−COO[−]Na⁺)を併せもつ。セッケンを一定以上の濃度で水に溶かすと疎水性部分を内側に、親水性部分を外側にして集まった (1) とよばれる球状の親水コロイド粒子を形成する。セッケン水に強い光線を当てると、光の進路が明るく輝いて見える。これは (2) とよばれる。少量の油にセッケン水を加えて振り混ぜると、セッケンの分子が油のまわりを囲み、油滴が微粒子となって水中に分散する。この現象を (3) という。

実際の油脂はさまざまな高級脂肪酸からなるエステルの混合物であるが、ここでは、飽和脂肪酸 **A** のみを含む仮定の油脂 **B** を用いたセッケンの製法を考える。89 g の **B** を完全にけん化するためには、3 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液が 100 mL 必要である。このことから、**B** の分子量は (4) であり、**A** の示性式は (5) である。**B** に水酸化ナトリウム水溶液を加えて完全にけん化した後、飽和食塩水にこの反応溶液を加えると、**A** のナトリウム塩(セッケン)が沈殿する。これは、**A** のナトリウム塩(セッケン)が水溶液中で親水コロイドを形成しており、多量の電解質によって水和している水分子が親水コロイドから引き離され、コロイド粒子が集合して沈殿する (6) という現象を利用している。このようにしてセッケンは製造されている。

解答群

- | | | |
|------------|------------|------------|
| (ア) 塩析 | (イ) 凝析(凝結) | (ウ) 再結晶 |
| (エ) チンダル現象 | (オ) 透析 | (カ) ブラウン運動 |

(以上)