

▶ 出題のねらい

「物質の構成」, 「物質の状態」の分野から, 典型元素と金属元素, 気体の溶解, 凝固点降下, イオン結晶に関する問題を出題した。問4は, 受験生にとっては見慣れないイオン結晶を扱っているが, 与えられた図を参考に解答することができるかを問う思考問題である。

▶ 解説

問1 一般に, 周期表の1族, 2族および12～18族元素を「典型元素」, 3～11族元素を「遷移元素」という(12族元素を遷移元素に含める場合もある)。Siは14族元素, Cuは11族元素, Feは8族元素, Alは13族元素である。よって, 典型元素はSiとAlである。また, Siは非金属元素, Cu, Fe, Alは金属元素である。以上より, ④が正解である。

(答) 1…④

問2

I…誤 一般に, 気体の溶解度は, 温度が高くなるほど小さくなるため, 60℃において水1Lに溶解する酸素の0℃, 1.0×10^5 Paにおける体積は, 31 mLよりも小さくなる。よって, この記述は誤りである。

II…正 温度が一定のもとで, 一定量の溶媒に溶解する気体の体積は, 同温・同圧下では, 溶媒に接する気体の圧力に比例する。よって, 20℃のもとで, 水1Lに溶解する酸素の0℃, 1.0×10^5 Paにおける体積は, 水に接する酸素の圧力が 1.0×10^5 Pa のとき 31 mL であることより, 2.0×10^5 Pa のときは 62 mL である。

III…誤 IIでは0℃, 1.0×10^5 Paにおける体積を考えたが, ここでは, 0℃, 2.0×10^5 Paにおける体積を考えるので, ボイルの法則($PV = P'V'$)より,

$$62 \text{ mL} \times \frac{1.0 \times 10^5 \text{ Pa}}{2.0 \times 10^5 \text{ Pa}} = 31 \text{ mL}$$

である。よって, この記述は誤りである。

以上より, ⑥が正解である。

(答) 2…⑥

問3 希薄溶液の凝固点降下度は, 溶液の質量モル濃度に比例する。ここで, 密度 d (g/cm³) の溶媒 10 mL の質量は, $10d$ (g) である。よって, 次の関係式が成り立つ。

$$\Delta t \text{ (K)} = K_f \text{ (K} \cdot \text{kg/mol)} \times \frac{\frac{w \text{ (g)}}{M \text{ (g/mol)}}}{10d \times 10^{-3} \text{ (kg)}}$$

よって,

$$M = \frac{100K_f w}{\Delta t d} \text{ (g/mol)}$$

である。以上より, ③が正解である。

(答) 3…③

←ヘンリーの法則

一定温度のもとで, 溶解度の小さい気体が一定量の溶媒に溶解するとき, 気体の溶解度(物質量, 質量)は, その気体の圧力に比例する。

混合気体では, 各成分気体の溶解度は, それぞれの分圧に比例する。

質量モル濃度 [mol/kg]

$$= \frac{\text{溶質の物質量 [mol]}}{\text{溶媒の質量 [kg]}}$$

凝固点降下

$$\Delta t_f = K_f \cdot m$$

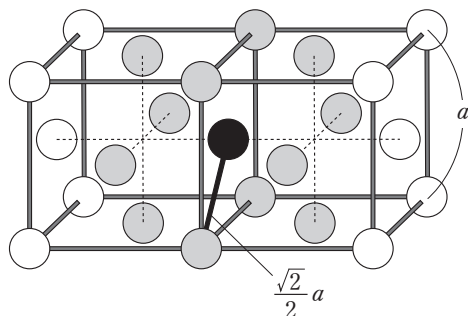
Δt_f : 凝固点降下度 [K]

K_f : モル凝固点降下 [K·kg/mol]

m : 質量モル濃度 [mol/kg]

問 4

- a X^+ , Z^{2-} を同じ球とみなして, X^+ , Z^{2-} のみに着目すると, 面心立方格子の原子配列である。ここで, 下図のように面心立方格子の配位数は 12 であり, 単位格子の一辺の長さを a とおくと, 最近接の原子間距離は, 下図のように $\frac{\sqrt{2}}{2}a$ である。



← ● には最近接の ○ が 12 個ある。

ここで, 図 1 の単位格子の一辺を a とおくと, X^+ と Z^{2-} のイオン間距離が $\frac{\sqrt{2}}{2}a$ であるため, X^+ に接している Z^{2-} は 12 個である。また, 図 1 より, 中心の Y^{5+} は各面の Z^{2-} に囲まれているため, Y^{5+} に接している Z^{2-} は 6 個である。以上より, ⑤ が正解である。

(答) 4 … ⑤

- b 単位格子に含まれる X^+ は $\frac{1}{8} \times 8 = 1$ 個, Y^{5+} は 1 個, Z^{2-} は $\frac{1}{2} \times 6 = 3$ 個である。よって, 単位格子に含まれるイオンの質量の合計は,

$$w_X + w_Y + 3w_Z \text{ (g)}$$

である。さらに, 単位格子の体積は $a^3 \text{ (cm}^3\text{)}$ であるため, この結晶の密度は,

$$\frac{w_X + w_Y + 3w_Z}{a^3} \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

である。以上より, ④ が正解である。

(答) 5 … ④

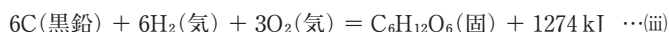
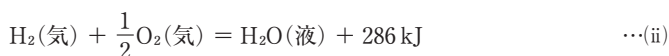
第 2 問 物質の状態, 物質の変化と平衡

▶ 出題のねらい

「物質の状態」, 「物質の変化と平衡」の分野から, 反応熱, 過酸化水素の分解反応, 気体の法則, 電離平衡に関する問題を出題した。なお, 問 3 および問 4 a は, 共通テストでの出題が予想されるグラフの読み取りを問う問題を 출題した。

▶ 解説

問 1 表 1 の生成熱を表す熱化学方程式は, それぞれ次の(i)~(iii)の通りである。



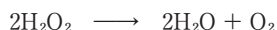
よって、(iii)−(i)×6−(ii)×6 より、

$$Q = \{1274 - (6 \times 394 + 6 \times 286)\} \text{ kJ} \\ = -2806 \text{ kJ}$$

である。以上より、①が正解である。

(答) 6…①

問2 過酸化水素の分解反応の化学反応式は、次の通りである。



- ①…正 一般に、温度を上げると反応速度が大きくなるため、単位時間当たりに反応する反応物の物質量が増加する。
- ②…正 酸化マンガンの(IV)はこの反応の触媒としてはたらき、活性化エネルギーを小さくするため、反応速度を大きくする。
- ③…誤 一般に、各物質の反応速度および生成速度の比は、化学反応式の係数比と一致する。よって、過酸化水素の分解速度と酸素の生成速度の比は、2:1である。よって、この記述は誤りである。
- ④…正 過酸化水素分子中の酸素原子の酸化数は「−1」であり、水分子中の酸素原子の酸化数は「−2」、酸素分子中の酸素原子の酸化数は「0」である。よって、この反応では、過酸化水素の酸化と還元が起こっている。

以上より、③が正解である。

(答) 7…③

問3 シャルルの法則より、圧力 p が一定のもとでは、一定量の気体の体積 V は絶対温度 T に比例する。よって、 V を縦軸、 T を横軸にとったグラフは原点を通る直線となる。また、理想気体の状態方程式「 $pV = nRT$ 」から、 $\frac{V}{T} = \frac{nR}{p}$ (一定) より、 p が大きいほど、直線の傾き $\left(\frac{nR}{p}\right)$ は小さくなる。以上より、⑤が正解である。

(答) 8…⑤

問4

a 平衡時の各分子およびイオンの濃度は、それぞれ次の通りである。

	HA	$\rightleftharpoons$	H ⁺	+	A [−]	
はじめ	C		0		0	(mol/L)
変化量	−Ca		+Ca		+Ca	
平衡時	C(1−a)		Ca		Ca	

よって、H⁺、A[−]、HA のモル濃度を、それぞれ [H⁺]、[A[−]]、[HA] とすると、

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{Ca \times Ca}{C(1-a)} = \frac{Ca^2}{1-a}$$

である。さらに、 a が 1 より十分小さいときは、 $1-a \div 1$ より、

$$K_a \div Ca^2$$

反応速度を変化させる条件

- 1) 反応物質の濃度や圧力が大きいほど、反応速度は大きくなる。
- 2) 温度が高いほど、反応速度は大きくなる。
- 3) 触媒を用いると、反応速度は大きくなる。

である。ここで、 K_a は温度によってのみ変化する定数であり、 C の値によらず一定である。よって、 C と K_a の関係を表すグラフは **ウ** である。さらに、 C が大きくなるほど α は小さくなるため、 C と α の関係を表すグラフは **ア** である。以上より、②が正解である。

(答) 9…②

- b** HA と NaA の混合水溶液のような、弱酸とその塩の混合水溶液は緩衝作用を示し、少量の酸や塩基を加えても pH はほとんど変化しない。また、NaA は完全に電離しており、HA の電離度は極めて小さいことから、HA と NaA を物質量比 1 : 1 で混合した水溶液中では、 $[HA] \approx [A^-]$ が成り立つ。よって、

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} \approx [H^+]$$

である。以上より、⑥が正解である。

(答) 10…⑥

緩衝作用

弱酸(または弱塩基)とその塩の混合水溶液のように、少量の酸や塩基を加えても、ほとんど pH が変化しない溶液を緩衝液といい、このはたらきを緩衝作用という。

第 3 問 無機物質

▶ 出題のねらい

「無機物質」の分野から、酸化物、イオンからなる物質に関する知識問題を出題した。また、思考力を問う設問として、銅の電解精錬に関する問題を出題した。

▶ 解説

問 1

- ①…正 二酸化ケイ素は、酸素原子とケイ素原子が交互に共有結合でつながった共有結合の結晶である。なお、二酸化ケイ素を繊維状にしたものは光ファイバーと呼ばれ、光通信に利用されている。
- ②…正 十酸化四リンは、強い吸湿性を示す。そのため、乾燥剤として利用される。
- ③…誤 酸化カルシウムと水は次のように反応して、水酸化カルシウムを生じる。



この反応は多量の発熱を伴い、加熱式の弁当などに利用されている。よって、この記述は誤りである。

- ④…正 ルビーやサファイアの主成分は酸化アルミニウムであり、ルビーには微量のクロム、サファイアには微量のチタンと鉄などが含まれている。なお、純粋な酸化アルミニウムは酸や塩基の水溶液に溶解するが、ルビーやサファイアはこれらの水溶液に溶解しない。以上より、③が正解である。

(答) 11…③

問 2

- I** $ZnCl_2$ 水溶液にアンモニア水を加えると、 $Zn(OH)_2$ の白色沈殿を生じ、さらにアンモニア水を加えると、 $[Zn(NH_3)_4]^{2+}$ となって沈殿が溶解する。よって、**ア** は $ZnCl_2$ である。なお、 $AgNO_3$ 水溶液に

同様の操作を行った場合も、一度 Ag_2O の沈殿を生じたあと、 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ となって沈殿が溶解するが、 Ag_2O は褐色沈殿である。
II CaCO_3 と BaSO_4 は、ともに水に溶けにくい。このうち、 BaSO_4 は X 線を透過させない性質をもつため、X 線撮影の造影剤として利用される。よって、イは BaSO_4 である。

以上より、**12** は **④**、**13** は **③** が正解である。

(答) **12** … **④**、**13** … **③**

問 3

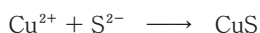
a

①…正 銅は水素よりもイオン化傾向が小さく、希硫酸などの酸とは反応しない。一方、熱濃硫酸や硝酸のような酸化力をもつ酸とは反応して気体を発生しながら溶解する。なお、銅が希硝酸と反応すると、一酸化窒素が発生する。

②…誤 銅と亜鉛の合金を黄銅といい、黄銅は金管楽器などに用いられる。なお、鉄に亜鉛をめっきしたものをトタンという。よって、この記述は誤りである。

③…正 硫酸銅(II)無水物の白色結晶は、水を吸収して水和物になると青色に変色する。よって、硫酸銅(II)は水分の検出に利用される。

④…正 銅(II)イオンを含む水溶液に硫化水素を通じると、

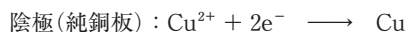


のように反応して、硫化銅(II)の黒色沈殿を生じる。

以上より、**②** が正解である。

(答) **14** … **②**

b 電気分解の各極での反応は次の通りである。



粗銅板から流れ出る電子の物質量と、純銅板に流れ込む電子の物質量は等しい。よって、Cu および Ni が粗銅板から溶解するときに放出する電子の物質量は、純銅板で Cu^{2+} が受け取る電子の物質量と等しい。ここで、溶解した Cu と Ni の物質量を、それぞれ x (mol)、 y (mol) とおくと、粗銅板から流れ出る電子の物質量は $(2x+2y)$ (mol) である。よって、純銅板で反応した Cu^{2+} の物質量は、 $\left\{(2x+2y) \times \frac{1}{2}\right\}$ (mol) $= (x+y)$ (mol) である。ここで、粗銅板から水溶液中へ溶解した Cu^{2+} が x (mol) であることから、電気分解の前後で減少した水溶液中の Cu^{2+} は y (mol) である。

$$\begin{array}{ccc} (x+y) \text{ (mol)} & - & x \text{ (mol)} \\ \text{純銅板で反応した} & & \text{粗銅板から溶解した} \\ \text{Cu}^{2+} \text{ (mol)} & & \text{Cu}^{2+} \text{ (mol)} \end{array} = y \text{ (mol)}$$

よって、粗銅板から溶解した Ni の物質量と、電気分解の前後で減少した水溶液中の Cu^{2+} は等しい。以上より、**②** が正解である。

(答) **15** … **②**

銅の合金

青銅(ブロンズ) : Cu と Sn

黄銅(しんちゅう) : Cu と Zn

白銅 : Cu と Ni

めっき

トタン : Zn でめっきされた Fe の板

ブリキ : Sn でめっきされた Fe の板

c 電気分解の前後で減少した水溶液中の Cu^{2+} は、

$$(1.000 - 0.960) \text{ mol/L} \times \frac{500}{1000} \text{ L} = 0.0200 \text{ mol}$$

である。よって、b より、粗銅板から溶解した Ni は 0.0200 mol であり、その質量は、

$$0.0200 \text{ mol} \times 59 \text{ g/mol} = 1.18 \text{ g}$$

である。また、粗銅板の下に沈殿した銀は 1.00 g なので、粗銅板から溶解した銅の質量は、

$$\{100.0 - (1.18 + 1.00)\} \text{ g} = 97.82 \text{ g}$$

である。よって、求める値は、

$$\frac{97.82}{100.0} \times 100 = 97.82 \%$$

である。以上より、②が正解である。

(答) 16…②

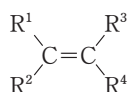
第4問 有機化合物、高分子化合物

▶ 出題のねらい

「有機化合物」、「高分子化合物」の分野から、アセトアルデヒド、有機化合物の分離、合成高分子化合物、ペプチドに関する知識問題を出題した。また、思考問題としてアルケンの構造を問う問題、計算問題としてペプチドの加水分解に関する問題を出題した。

▶ 解説

問1 一般に、次の構造をもつアルケンにおいて、 $\text{R}^1 \neq \text{R}^2$ かつ $\text{R}^3 \neq \text{R}^4$ のときにシーストランス異性体(幾何異性体)が存在する。



よって、アに当てはまるアルケンは、①と④である。また、炭素数 n のアルケン C_nH_{2n} の分子量は $14n$ であり、臭素(分子量 160)を付加させたときの生成物の分子量が、アルケンの分子量の約 2.9 倍になるのは、

$$\frac{14n + 160}{14n} = 2.9$$

より、

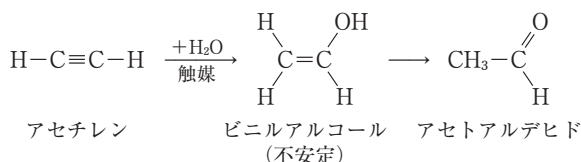
$$n \doteq 6$$

のときである。よって、イに当てはまるアルケンは分子式 C_6H_{12} の①と③である。以上より、①が正解である。

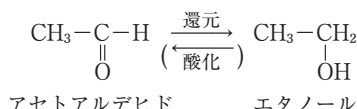
(答) 17…①

問2

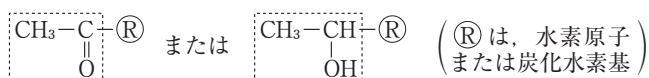
①…正 触媒の存在下でアセチレンに水を付加させると、不安定なビニルアルコールを経て、アセトアルデヒドが生成する。



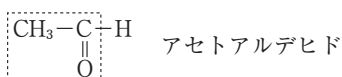
- ②…正 一般に、触媒の存在下で、水素を用いてアルデヒドを還元すると、第一級アルコールが生成する。なお、アセトアルデヒドを還元すると、エタノールが生成する。



- ③…正 次の構造をもつ化合物にヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、ヨードホルム CHI_3 の黄色沈殿を生じる。



この反応をヨードホルム反応という。よって、アセトアルデヒドはヨードホルム反応を示し、黄色沈殿を生じる。



- ④…誤 一般に、ホルミル基(アルデヒド基)をもつ化合物をフェーリング液に加えて加熱すると、酸化銅(Ⅰ) Cu_2O の赤色沈殿を生じる。なお、酸化銅(Ⅱ)は黒色結晶である。よって、この記述は誤りである。
- 以上より、④が正解である。

(答) 18…④

問3 エーテル層2に含まれる化合物は、さらし粉水溶液を加えると赤紫色に呈色したことから、アニリンである。よって、水層1および水層2には、サリチル酸またはフェノールのいずれかが塩となって溶解している。はじめのエーテル溶液に希塩酸を加えるとアニリン、炭酸水素ナトリウム水溶液を加えるとサリチル酸、水酸化ナトリウム水溶液を加えるとサリチル酸とフェノールが塩となって水層1に溶解する。よって、試薬Xは炭酸水素ナトリウム水溶液である。さらに、アニリンとフェノールを含むエーテル層1に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、フェノールが塩となって水層2に溶解する。よって、試薬Yは水酸化ナトリウム水溶液である。以上より、④が正解である。

(答) 19…④

問4

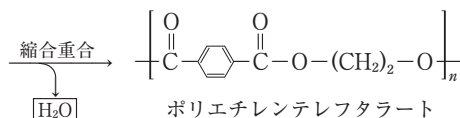
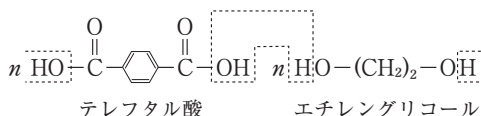
- a 選択肢の合成高分子化合物のうち、炭素、水素、酸素のみで構成されているものは、ポリエチレンテレフタレート、ポリ酢酸ビニルである。なお、その他の合成高分子化合物には窒素が含まれる。また、ポリエチレンテレフタレートは、次のように、テレフタル酸とエチレングリコールの縮合重合によって合成される。

フェーリング液の還元

ホルミル基(アルデヒド基) $-\text{CHO}$ をもつ化合物にフェーリング液を加えて加熱すると、酸化銅(Ⅰ) Cu_2O の赤色沈殿が析出する。

縮合重合

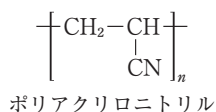
異なる分子の間から水分子のような小さな分子を取り去って重合すること。



一方、ポリ酢酸ビニルは、酢酸ビニルの付加重合で合成される。以上より、①が正解である。

(答) 20…①

- b 選択肢の合成高分子化合物のうち、炭素、水素、窒素のみで構成されているものは、ポリアクリロニトリルである。また、ポリアクリロニトリルはアクリロニトリルの付加重合によって合成される。



以上より、⑤が正解である。

(答) 21…⑤

問 5

a

- I …誤 硫黄を含むペプチドの水溶液に濃い水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した後、酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えると、硫化鉛(Ⅱ)の黒色沈殿が生成する。Aは硫黄を含まないため、この記述は誤りである。
- Ⅱ …正 ベンゼン環を含むペプチドの水溶液に濃硝酸を加えて加熱すると黄色になり、冷却後、アンモニア水を加えて塩基性になると橙黄色になる。このような反応をキサントプロテイン反応という。Aはベンゼン環を含むため、キサントプロテイン反応を示す。
- Ⅲ …誤 アミノ酸が3つ以上つながったペプチド、すなわち2つ以上ペプチド結合(−NHCO−)をもつペプチドの水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えた後、硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加えると赤紫色になる。このような反応をビウレット反応という。Aはペプチド結合を1つしかもたないため、ビウレット反応を示さない。よって、この記述は誤りである。
- 以上より、⑥が正解である。

(答) 22…⑥

- b Aの分子中には、ペプチド結合(−NHCO−)が1つ、エステル結合(−COO−)が1つ存在する。よって、1molのAを完全に加水分解するとき反応するH₂Oは2molである。よって、用いたAの物質量は、

$$\frac{14.7 \text{ g}}{294 \text{ g/mol}} = 0.0500 \text{ mol}$$

であり、求めるH₂Oの質量は、

付加重合

二重結合が切れることによって、単量体が次々と重合すること。

硫黄の検出

硫黄原子を含むシステインなどのアミノ酸やそれを含むペプチドに、水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱し、酢酸で中和後、酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えるとPbSの黒色沈殿が生じる。

ペプチドの呈色反応

・ビウレット反応

ペプチド結合を2つ以上もつペプチドの水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にした後、硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加えると、赤紫色に呈色する。

・キサントプロテイン反応

ベンゼン環をもつチロシンなどのアミノ酸やそれを含むペプチドに、濃硝酸を加えて加熱すると黄色になり、冷却後、アンモニア水などを加えて塩基性になると橙黄色に変化する。

$0.0500 \text{ mol} \times 2 \times 18 \text{ g/mol} = 1.8 \text{ g}$
である。以上より、③が正解である。

(答) 23…③

第5問 反応速度、有機化合物

▶ 出題のねらい

2021年に実施された共通テスト化学の第5問では、複数の分野からの融合問題が出題された。今回は、酢酸エチルを題材にして、「反応速度」、「有機化合物」の分野の融合問題を出題した。

▶ 解説

問1

- a 酢酸エチル 1 mol の加水分解によって酢酸 1 mol が生成する。ここで、表 1 より、20 分後に生成していた酢酸が 0.0100 mol であることから、0～20 分の間に加水分解した酢酸エチルは 0.0100 mol である。よって、平均分解速度は、

$$\frac{\frac{0.0100}{100 \times 10^{-3}} \text{ mol/L}}{(20-0) \text{ min}} = 5.00 \times 10^{-3} \text{ mol/(L} \cdot \text{min)}$$

である。以上より、④が正解である。

(答) 24…④

- b a より、20 分後の酢酸エチルの物質量は、
 $(0.0200 - 0.0100) \text{ mol} = 0.0100 \text{ mol}$

であり、濃度は、

$$\frac{0.0100 \text{ mol}}{\frac{100}{1000} \text{ L}} = 0.100 \text{ mol/L}$$

である。また、表 1 より、40 分後に生成していた酢酸が 0.0150 mol であることから、40 分後の酢酸エチルの物質量は、

$$(0.0200 - 0.0150) \text{ mol} = 0.0050 \text{ mol}$$

であり、濃度は、

$$\frac{0.0050 \text{ mol}}{\frac{100}{1000} \text{ L}} = 0.050 \text{ mol/L}$$

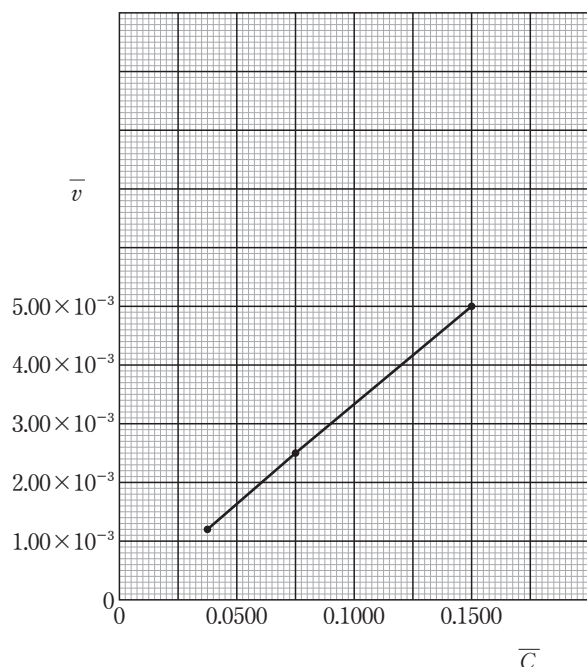
である。よって、20～40 分の間の平均濃度は、

$$\frac{0.100 + 0.050}{2} \text{ mol/L} = 0.0750 \text{ mol/L}$$

である。以上より、②が正解である。

(答) 25…②

- c 方眼紙を用いて、表 2 に示された酢酸エチルの平均濃度 $\overline{C}$ と平均分解速度 $\overline{v}$ の関係をグラフにしたものは、次の通りである。



よって、 $\bar{v}$ は $\bar{C}$ に比例しているため、 $n=1$ である。また、

$$\bar{v} = k\bar{C}$$

より、

$$k = \frac{\bar{v}}{\bar{C}}$$

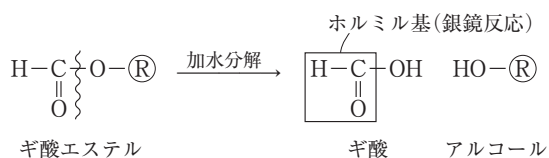
である。ここで、表 2 の 0～20 分において、 $\bar{v}=5.00 \times 10^{-3}$ mol/(L・min)、 $\bar{C}=0.1500$ mol/L より、

$$k = \frac{5.00 \times 10^{-3} \text{ mol/(L・min)}}{0.1500 \text{ mol/L}} \div 3.3 \times 10^{-2} / \text{min}$$

である。以上より、②が正解である。

(答) 26…②

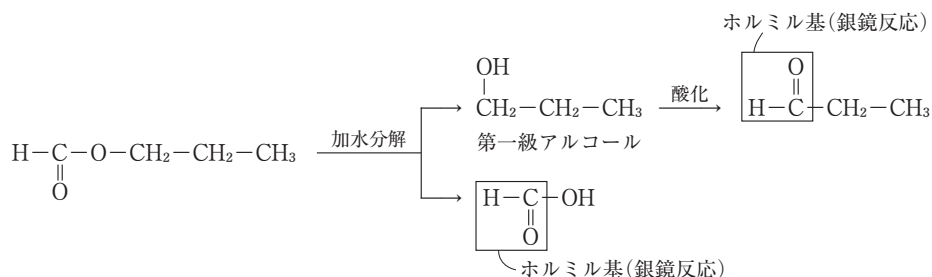
問 2 選択肢の化合物のうち、①はカルボン酸、②～④はエステルであり、加水分解されるのは②～④のエステルである。また、加水分解によって生じる化合物のうちの一つが銀鏡反応を示すことから、A はギ酸エステルであり、③または④である。



さらに、ギ酸とともに生じたもう一方の化合物 B を酸化した化合物が銀鏡反応を示すことから、B は第一級アルコールである。

銀鏡反応

ホルミル基(アルデヒド基)をもつ化合物にアンモニア性硝酸銀水溶液を加えて加熱すると、銀が析出する。



以上より，③が正解となる。

(答) 27…③

問3

- ①…正 濃硫酸はカルボン酸とアルコールのエステル化の触媒としてはたらき，反応速度を大きくする。
- ②…正 反応物のエタノール，および生成物の酢酸エチルは揮発性であり，湯で温めると蒸発してしまうため，冷却管によって，揮発した成分を冷却して凝縮させ，再び反応溶液に戻る。
- ③…正 酢酸エチルは水に溶けにくく，反応後の溶液に水を加えると二層に分離する。また，酢酸エチルは水よりも密度が小さいため，上層となる。
- ④…誤 エステル化反応は可逆反応であり，エタノールが過剰量存在していたとしても，用いた酢酸がすべて酢酸エチルになることはない。よって，この記述は誤りである。
- 以上より，④が正解となる。

(答) 28…④