

出題ミスについて

下記の「2. 出題ミスの内容」の説明において誤解をまねきかねない表現があったため、報告内容を変更いたしました。なお、「4. 対応について」を含め他の箇所は変更ありません。ご報告するとともに、ご迷惑をおかけしましたことを深くお詫び申し上げます。

2020年2月27日

受験生の皆さま
関係者各位

神戸薬科大学

2020年度における入試問題出題ミスについて

2020年2月12日（水）に実施いたしました一般入学試験・中期で、「化学」（必須）において、下記のとおり出題ミスがあることが判明いたしましたのでお知らせします。

受験生の皆様をはじめ関係者の皆様にお知らせするとともに、ご迷惑をおかけしましたことをお詫び申し上げます。今回の事態を真摯に受け止め再発防止に努めてまいります。

記

1. 概要

- (1) 入試区分：一般入学試験・中期
- (2) 試験実施日：2020年2月12日（水）
- (3) 合格発表日：2020年2月21日（金）
- (4) 対象学部：薬学部
- (5) 出題ミスのあった科目：「化学」
- (6) 対象科目受験者数：273名

2. 出題ミスの内容

- ・問10において、問題の条件では、時間の経過に伴い化合物Aと化合物Bが消費されることでCの生成速度が減少すると考えられる。この点を考慮して解答するためには高校化学の範囲を超えた計算が必要であり、また適切な解が選択肢として与えられていなかった。したがって、本問は入試問題として不適切であると判断した。
- ・問33において、「共重合（選択肢1）」が正答であるが、「付加重合（選択肢5）」も問いの文にあてはまり不適切とは言えないため、選択肢5に部分点を与える配慮を行うこととした。
- ・問36において、計算には水のイオン積が必要であるが、水のイオン積は温度によって変化する。したがって、用いるべき水のイオン積の情報を明記していない本問は、正答が特定できない不適切な問題であった。

3. 出題ミスの発見状況

試験終了後に、入試問題の適正を調査した担当者から出題ミスがある旨の報告があり判明しました。当該科目の出題責任者等が報告のとおりであることを確認しました。

4. 対応について

問10と問36は全員正解として扱う。問33は選択肢（1）は満点、選択肢（5）については部分点として扱う。なお、2月21日（金）の合格発表には、化学の受験生全員に当該配点を与え合否判定しております。

当該問題

問10 化合物Aと化合物Bを混合し、実験1~3と同じ温度および触媒Dの濃度を用いて反応させた。化合物Aの初期濃度[A]が0.10 mol/L、化合物Bの初期濃度[B]が0.30 mol/Lだった場合、5分後の生成物Cの濃度[C] [mol/L]はいくらか。最も近い値を選べ。ただし、5分後の生成物Cの濃度[C]は十分に低く、反応に影響しないものとする。また、逆反応は起こらないものとする。

マーク式解答欄 10

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| (1) 6.0×10^{-6} | (2) 3.0×10^{-5} | (3) 6.0×10^{-5} |
| (4) 3.0×10^{-4} | (5) 6.0×10^{-4} | (6) 1.8×10^{-3} |
| (7) 1.6×10^{-2} | (8) 1.8×10^{-2} | (9) 2.3 |

問33 [ア]にあてはまる語句として、正しいものはどれか。

マーク式解答欄 33

- | | | |
|----------|----------|----------|
| (1) 共重合 | (2) 縮合重合 | (3) 開環重合 |
| (4) 付加縮合 | (5) 付加重合 | |

<大問のリード文> 溶液中のイオンを別のイオンと交換する働きをもつ合成樹脂をイオン交換樹脂という。スチレンと *p*-ジビニルベンゼンなどの [ア] 体に、スルホ基 $-\text{SO}_3\text{H}$ などの酸性の官能基を導入したものを陽イオン交換樹脂といい、 $-\text{N}^+(\text{CH}_3)_3\text{OH}^-$ などの塩基性の官能基を導入したものを陰イオン交換樹脂という。

問36 0.02 mol/L の塩化ナトリウム水溶液 5 mL を、陽イオン交換樹脂を詰めたカラムに通して完全にイオン交換し、さらに樹脂を脱イオン水で水洗して、得られた流出液をすべて集めた。同様に 0.05 mol/L の硫酸ナトリウム水溶液 2 mL を、陰イオン交換樹脂を詰めたカラムに通して完全にイオン交換し、さらに樹脂を脱イオン水で水洗して、得られた流出液をすべて集めた。両方の流出液を混合し、脱イオン水を加えて全量を 1000 mL にした。この水溶液の pH はいくらか。最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 36

- | | | |
|-------|--------|--------|
| (1) 2 | (2) 4 | (3) 6 |
| (4) 8 | (5) 10 | (6) 12 |

以上

訂正【化学】

問題冊子

8 ページ **2** 記述文の10行目

(訂正前)

ただし、上記の反応式で示す反応以外は起こらないものとする。



(訂正後)

ただし、反応は一定体積の溶液中で起こるものとし、上記の反応式で示す反応以外は起こらないものとする。

30 ページ **8** 問33の1行目

(訂正前)

[ア] にあてはまる語句として、正しいものはどれか。



(訂正後)

[ア] にあてはまる語句として、最も適切なものはどれか。

化 学

試験時間；14:40～16:00（80分）

配 点；200点

【注意事項】

1. 試験開始の合図があるまで、この「問題冊子」の中を見てはいけません。
2. 配付物；(1)「問題冊子」1～32ページ
(2)「解答用紙（マーク式）」1枚
3. 「問題冊子」中、表紙裏と7ページ、15ページは下書き用紙です。
計算用紙として使いなさい。
問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけません。
4. 問題文は、1～6ページ、8～14ページ、16～32ページに印刷してあります。
5. 試験開始と同時に配付物を確認し、脱落している場合は申し出なさい。
また、試験中に「問題冊子」の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び「解答用紙（マーク式）」の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
6. 「解答用紙（マーク式）」の記入方法について
 - (1) 記入は必ず**H, F, HBの黒鉛筆**を使用すること。
 - (2) 氏名欄には各自の氏名を楷書で記入すること。
 - (3) 受験番号記入欄には各自の4ケタの受験番号（3001, 3002, 3003, …）を記入し、続いて4ケタの受験番号（3001, 3002, 3003, …）をマークしなさい。
 - (4) 解答は指定された解答欄にマークしなさい。
 - (5) 欄外の「記入上の注意事項」をよく守って解答しなさい。
7. 試験終了の合図と同時に、裏返しの状態で下から「問題冊子」、
「解答用紙（マーク式）」1枚の順に並べなさい。
8. 試験終了後、「問題冊子」は持ち帰りなさい。

2020（一般中期）

下書き用紙

問1～問36の解答を、指定された解答欄にマークせよ。

必要があれば、次の数値を用いよ。

原子量：H=1.0, C=12, N=14, O=16, Na=23, Al=27, S=32,
Cl=35.5, Pt=195, Pb=207

気体定数： $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

セルシウス温度目盛りのゼロ点 $0 \text{ }^\circ\text{C} : 273 \text{ K}$

標準状態： $0 \text{ }^\circ\text{C}$, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$

ファラデー定数： $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

『余 白』

1

次の問い（問1～問7）に答えよ。

(34点)

問1 原子番号29, 質量数65の銅原子 **Cu** が2価の陽イオンになったとき, この陽イオン1つに含まれている電子の数として正しいものはどれか。

マーク式解答欄 1

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| (1) 27 | (2) 29 | (3) 31 | (4) 34 |
| (5) 36 | (6) 38 | (7) 63 | (8) 65 |

問2 イオン結晶の一般的な性質に関する次の記述のうち, 正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 2

- (a) イオン結晶は, 分子結晶と比較すると, 融点の低いものが多い。
- (b) イオン結晶は, 結晶の状態で電気をよく通す。
- (c) イオン結晶は, 硬いが, 割れやすくもろい。
- (d) イオン結晶においては, 陽イオンと陰イオンが規則正しく並んでいる。
- (e) 塩化ナトリウムの結晶を水に溶かすと, 陽イオンと陰イオンに電離する。

- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (1) [(a), (b), (c)] | (2) [(a), (b), (d)] | (3) [(a), (b), (e)] |
| (4) [(a), (c), (d)] | (5) [(a), (c), (e)] | (6) [(a), (d), (e)] |
| (7) [(b), (c), (d)] | (8) [(b), (c), (e)] | (9) [(b), (d), (e)] |
| (10) [(c), (d), (e)] | | |

問3 次のイオンのうち、正に帯電した水酸化鉄(III)のコロイドを凝析させる効果が最も大きいものはどれか。

マーク式解答欄 3

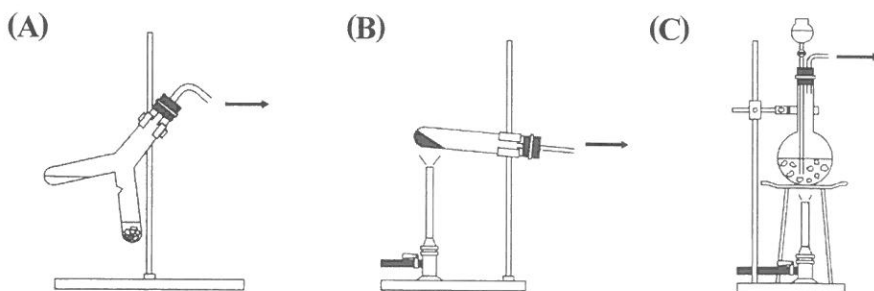
- (1) 塩化物イオン (2) 水酸化物イオン (3) 炭酸イオン
 (4) リン酸イオン (5) 硫酸イオン (6) アンモニウムイオン
 (7) 硝酸イオン (8) カルシウムイオン

問4 次の気体を発生させるのに必要な試薬・適切な発生装置・適切な捕集方法の組み合わせ (a) ~ (d) のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 4

	気体	試薬	発生装置	捕集方法
(a)	二酸化炭素	炭酸カルシウム	B	上方置換
(b)	二酸化窒素	銅, 濃硝酸	A	下方置換
(c)	二酸化硫黄	銅, 濃硫酸	C	水上置換
(d)	硫化水素	硫化鉄(II), 希塩酸	A	上方置換

発生装置



- (1) [(a)] (2) [(b)] (3) [(c)]
 (4) [(d)] (5) [(a), (b)] (6) [(a), (c)]
 (7) [(a), (d)] (8) [(b), (c)] (9) [(b), (d)]
 (10) [(c), (d)]

問5 ハロゲン化水素に関する次の記述において、[ア]～[ウ]にあてはまる化合物として正しい組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 5

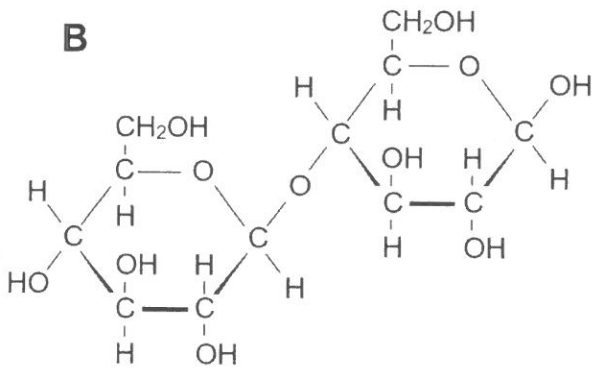
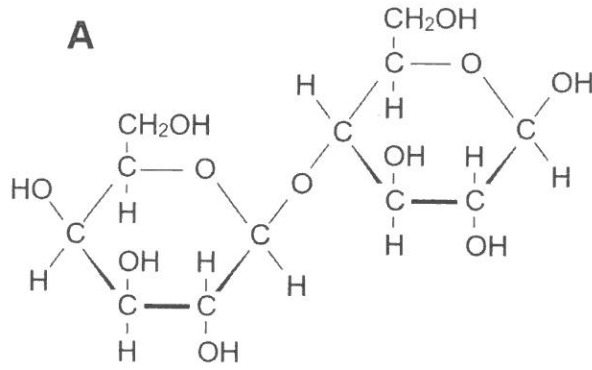
ハロゲンの単体と水素を反応させると、ハロゲン化水素 (HF, HCl, HBr, HI) を生じる。ハロゲン化水素の沸点は、[ア]が最も高く、[イ]が最も低い。また、[ウ]の水溶液だけは弱酸であり、これ以外のハロゲン化水素の水溶液は強酸である。

	[ア]	[イ]	[ウ]
(1)	HF	HI	HF
(2)	HI	HBr	HI
(3)	HF	HCl	HF
(4)	HI	HF	HI
(5)	HF	HI	HI
(6)	HI	HCl	HF
(7)	HF	HBr	HI
(8)	HI	HF	HF

『余 白』

問6 二糖類 **A** と **B** に関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 6



- (a) **A** および **B** は、いずれも 1,6-グリコシド結合をもつ。
- (b) **A** および **B** は、いずれもヘミアセタール構造をもつ。
- (c) **A** は、ガラクトースとグルコースから成る。
- (d) **B** は、アミロースの加水分解によって生成する。

- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (1) [(a), (b)] | (2) [(a), (c)] | (3) [(a), (d)] |
| (4) [(b), (c)] | (5) [(b), (d)] | (6) [(c), (d)] |
| (7) [(a), (b), (c)] | (8) [(a), (b), (d)] | (9) [(a), (c), (d)] |
| (10) [(b), (c), (d)] | | |

問7 医薬品に関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 7

- (a) 感染症などを引き起こす病原菌を死滅させることなどで、病気の原因を根本的に取り除く医薬品を対症療法薬という。
- (b) スルファニルアミドの部分構造をもち、細菌の増殖を妨げるサルファ剤は、抗生物質の一種である。
- (c) 抗生物質を多用していると、病原菌がその抗生物質に対する抵抗力をもつことがある。このような菌を耐性菌という。
- (d) 解熱剤として世界で初めて合成された医薬品は、ペニシリンである。

- | | | |
|-----------------|----------------|----------------|
| (1) [(a)] | (2) [(b)] | (3) [(c)] |
| (4) [(d)] | (5) [(a), (b)] | (6) [(a), (c)] |
| (7) [(a), (d)] | (8) [(b), (c)] | (9) [(b), (d)] |
| (10) [(c), (d)] | | |

『余 白』

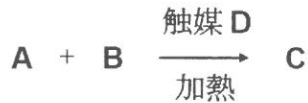
下書き用紙

2

次の記述を読んで、問い（問8～問12）に答えよ。

(29点)

化合物 **A** は化合物 **B** と反応し、生成物 **C** を生じる。この反応は、触媒 **D** を用いて、加熱する必要がある。



反応時間 Δt [s ; 秒] の間に **C** の濃度が $\Delta[\text{C}]$ [mol/L] だけ変化したとき、この反応の反応速度 v [mol/(L · s)] は $\Delta[\text{C}]/\Delta t$ で表される。反応速度 v は、生成物 **C** の濃度 $[\text{C}]$ [mol/L] が低いときには、化合物 **A** の濃度 $[\text{A}]$ [mol/L] と化合物 **B** の濃度 $[\text{B}]$ [mol/L]、反応速度定数 k を使って、次式で表される。

$$v = k [\text{A}]^x [\text{B}]^y$$

温度および触媒 **D** の濃度を一定にして、**A** および **B** の初期濃度を変化させて反応速度 v を測定したところ、以下の結果を得た。ただし、上記の反応式で示す反応以外は起こらないものとする。

	初期濃度 [A]	初期濃度 [B]	反応速度 v ($\Delta[\text{C}]/\Delta t$)
実験 1	0.10 mol/L	0.10 mol/L	2.0×10^{-5} mol/(L · s)
実験 2	0.10 mol/L	0.20 mol/L	4.0×10^{-5} mol/(L · s)
実験 3	0.20 mol/L	0.20 mol/L	1.6×10^{-4} mol/(L · s)

『余 白』

問8 実験結果から考えられる x , y の値の組み合わせとして、正しいものはどれか。

マーク式解答欄 8

	x	y
(1)	1	1
(2)	1	2
(3)	1	3
(4)	2	1
(5)	2	2
(6)	2	3
(7)	3	1
(8)	3	2
(9)	3	3

問9 反応速度定数 k の単位として正しいものはどれか。

マーク式解答欄 9

- | | | |
|---|--------------------------------------|--|
| (1) s | (2) 1/s | (3) mol/L |
| (4) L/mol | (5) mol ² /L ² | (6) L ² /mol ² |
| (7) mol/(L · s) | (8) L/(mol · s) | (9) mol ² /(L ² · s) |
| (10) L ² /(mol ² · s) | | |

『余 白』

問10 化合物 **A** と化合物 **B** を混合し、実験 1~3 と同じ温度および触媒 **D** の濃度を用いて反応させた。化合物 **A** の初期濃度 $[A]$ が 0.10 mol/L 、化合物 **B** の初期濃度 $[B]$ が 0.30 mol/L だった場合、5 分後の生成物 **C** の濃度 $[C]$ $[\text{mol/L}]$ はいくらか。最も近い値を選べ。ただし、5 分後の生成物 **C** の濃度 $[C]$ は十分に低く、反応に影響しないものとする。また、逆反応は起こらないものとする。

マーク式解答欄 10

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| (1) 6.0×10^{-6} | (2) 3.0×10^{-5} | (3) 6.0×10^{-5} |
| (4) 3.0×10^{-4} | (5) 6.0×10^{-4} | (6) 1.8×10^{-3} |
| (7) 1.6×10^{-2} | (8) 1.8×10^{-2} | (9) 2.3 |

問11 上記の実験において、反応条件の変化が反応に与える影響に関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 11

- (a) 化合物 **A** の濃度を大きくするほど、反応速度 v が速くなる。
 (b) 化合物 **B** の濃度を大きくするほど、反応速度定数 k の値が大きくなる。
 (c) 触媒 **D** の濃度を大きくするほど、反応熱が低下する。
 (d) 反応温度を上げるほど、活性化エネルギーが低くなる。

- | | | |
|----------------|---------------|---------------|
| (1) [(a)] | (2) [(b)] | (3) [(c)] |
| (4) [(d)] | (5) [(a),(b)] | (6) [(a),(c)] |
| (7) [(a),(d)] | (8) [(b),(c)] | (9) [(b),(d)] |
| (10) [(c),(d)] | | |

『余 白』

問 1 2 実験 3 の初期濃度と温度を用い、触媒 D の濃度を下げた条件で実験を行うと、反応速度は $0.2 \times 10^{-4} \text{ mol/(L} \cdot \text{s)}$ であった。このときの触媒 D の濃度を用いて実験 3 と同じ反応速度 $1.6 \times 10^{-4} \text{ mol/(L} \cdot \text{s)}$ を得るために、上昇させる必要のある温度 [°C] はいくらか。最も近い値を選べ。ただし、温度以外の条件が同じであれば、温度範囲に関わらず、温度を 10°C 上昇させると反応速度は 2 倍となるものとする。

マーク式解答欄 1 2

- | | | | |
|--------|--------|---------|---------|
| (1) 10 | (2) 20 | (3) 30 | (4) 40 |
| (5) 60 | (6) 80 | (7) 100 | (8) 160 |

『余 白』

3

次の記述を読んで、問い（問13～問16）に答えよ。（24点）

薬物 **A** と薬物 **B** を含む目薬を、以下の1～3の情報をもとに調製する。目薬は、水に薬物を加えて作製するが、涙と同じ浸透圧に調製する必要があり、必要に応じて塩化ナトリウムを加える。その他の物質は加えない。なお、調製した目薬は希薄溶液の性質を示す。薬物 **A**、薬物 **B** および塩化ナトリウムは、互いに反応せず、それぞれの溶解度に影響を与えない。また、質量モル濃度〔mol/kg〕とモル濃度（体積モル濃度）〔mol/L〕は等しく、互いに置き換えても差し支えないものとする。水の凝固点を $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ とし、必要ならば水のモル凝固点降下 $1.85\text{ K}\cdot\text{kg/mol}$ を用いよ。

1. 薬物 **A** は、非電解質であり、 1.0 g を 100 mL の水に溶解した水溶液の凝固点は $-0.050\text{ }^{\circ}\text{C}$ である。
2. 薬物 **B** は、分子量 258 、電離度 0.90 の電解質であり、水溶液中では次のように2つのイオンに電離する。



3. $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ における涙の浸透圧は $7.9 \times 10^5\text{ Pa}$ である。

問13 薬物 **A** の分子量はいくらか。最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 13

- | | | | |
|---------|---------|---------|----------|
| (1) 93 | (2) 124 | (3) 186 | (4) 248 |
| (5) 370 | (6) 558 | (7) 744 | (8) 1116 |

問14 下記の文章中の [ア], [イ] にあてはまる式及び語句として正しい組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 14

希薄溶液の浸透圧 Π [Pa] は、溶液の体積 V [L], 絶対温度 T [K], 溶質の物質量 n [mol] 及び気体定数 R との関係として、 $\Pi =$ [ア] の式で表される。この関係を、[イ] の法則という。

	[ア]	[イ]
(1)	$\frac{nRT}{V}$	ファントホッフ
(2)	$\frac{nRT}{V}$	ヘンリー
(3)	$\frac{nRT}{V}$	ボイル・シャルル
(4)	$\frac{VRT}{n}$	ファントホッフ
(5)	$\frac{VRT}{n}$	ヘンリー
(6)	$\frac{VRT}{n}$	ボイル・シャルル
(7)	$\frac{nR}{VT}$	ファントホッフ
(8)	$\frac{nR}{VT}$	ヘンリー
(9)	$\frac{nR}{VT}$	ボイル・シャルル

問15 涙の凝固点 [°C] はいくらか。最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 15

- (1) -0.24 (2) -0.31 (3) -0.42 (4) -0.57
(5) -0.64 (6) -0.76 (7) -0.82 (8) -0.92

問16 薬物Aを2.0g、薬物Bを1.5g含む目薬100mLの調製を行う。37°Cにおける浸透圧を涙と同じにするために、添加する必要がある塩化ナトリウムの質量 [g] はいくらか。最も近い値を選べ。ただし、塩化ナトリウムの電離度を1.0とする。

マーク式解答欄 16

- (1) 0.052 (2) 0.11 (3) 0.21 (4) 0.42
(5) 0.84 (6) 1.0 (7) 1.2 (8) 1.6

『余 白』

下書き用紙

4

次の記述を読んで、問い（問17～問19）に答えよ。

（17点）

電解質水溶液に 2 つの電極を浸し、外部電源の電気エネルギーを用いて直流の電気を流すと、(i)電極表面で電解質中の物質または電極自身が酸化還元反応を起こす。これを電気分解という。

逆に、酸化還元反応によって、化学エネルギーを電気エネルギーに変換して取り出す装置を電池という。例えば、(ii)異なる 2 種類の金属、あるいは金属とその酸化物を電解質水溶液に浸すと電池ができる。

正極と負極をつないで、電池から電流をとり出すことを放電といい、放電時とは逆向きに外部から電流を流して電池の起電力を回復させる操作を充電という。

問17 下線部（i）に関して、次の電解質水溶液（a）～（d）のうち、白金電極を用いて電気分解すると陰極周辺の水溶液の pH が上昇するもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 17

- | | |
|-----------------|------------------|
| (a) ヨウ化カリウム水溶液 | (b) 硫酸銅 (II) 水溶液 |
| (c) 水酸化ナトリウム水溶液 | (d) 硝酸銀水溶液 |

- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (1) [(a), (b)] | (2) [(a), (c)] | (3) [(a), (d)] |
| (4) [(b), (c)] | (5) [(b), (d)] | (6) [(c), (d)] |
| (7) [(a), (b), (c)] | (8) [(a), (b), (d)] | (9) [(a), (c), (d)] |
| (10) [(b), (c), (d)] | | |

『余 白』

問18 下線部(ii)について、電池の一種である鉛蓄電池の放電と充電に関する次の記述のうち、正しいものをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 18

- (a) 放電すると、電解質水溶液として用いられている希硫酸の密度は大きくなる。
- (b) 放電すると、電極板の表面は両極とも白色へと変化していく。
- (c) 放電により起電力は徐々に低下するが、電解液に硫酸を加えると起電力は元の状態に回復する。
- (d) 充電するときには、鉛電極板で還元反応が起こる。
- (e) 充電するときには、外部直流電源の正極に鉛電極板を接続する。

- | | | |
|----------------|---------------|---------------|
| (1) [(a),(b)] | (2) [(a),(c)] | (3) [(a),(d)] |
| (4) [(a),(e)] | (5) [(b),(c)] | (6) [(b),(d)] |
| (7) [(b),(e)] | (8) [(c),(d)] | (9) [(c),(e)] |
| (10) [(d),(e)] | | |

問19 十分に充電した鉛蓄電池の両電極間を導線でつなぎ放置したところ、7.0 A の電流が 3 分 13 秒間流れた。このとき流れた電気量は、電子の物質量 [mol] としていくらか。最も近い値を選べ。なお、放電に関する反応以外は起こらず、化学エネルギーはすべて電気エネルギーに変換されたものとする。

マーク式解答欄 19

- | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| (1) 0.6×10^{-2} | (2) 0.8×10^{-2} | (3) 1.0×10^{-2} | (4) 1.2×10^{-2} |
| (5) 1.4×10^{-2} | (6) 1.6×10^{-2} | (7) 1.8×10^{-2} | (8) 2.0×10^{-2} |

『余白』

5

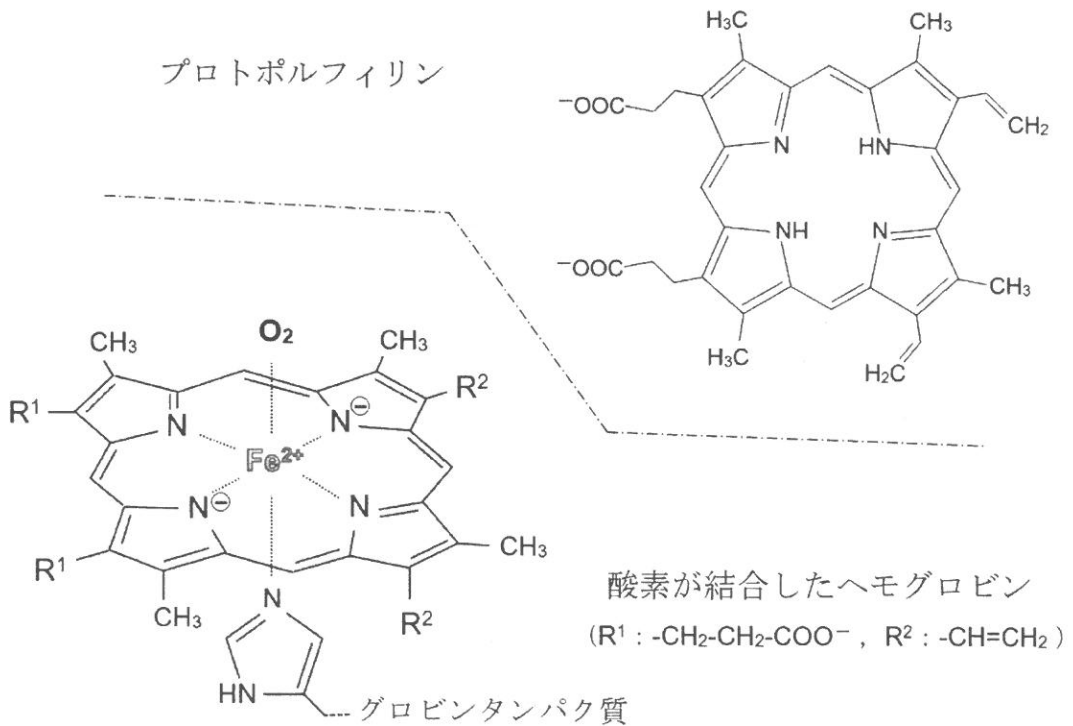
次の記述を読んで、問い(問20~問23)に答えよ。

(21点)

赤血球は、酸素分子と結合する能力があるヘモグロビンを多く含有する。ヘモグロビンは、ヘムとグロビタンパク質からできている。ヘムとは、鉄(II)イオン Fe^{2+} とプロトポルフィリンから成る錯イオンである。下図のように、 Fe^{2+} にはプロトポルフィリン由来の [ア] をもつ4つの窒素原子が [イ] し、さらに上下からは、酸素分子とグロビタンパク質に含まれるヒスチジン残基由来の窒素原子がそれぞれ [イ] して、ヘキサシアニド鉄(II)酸イオンと同じ正八面体形をとる。

ヘモグロビンは、微量の血液を検出する科学捜査で [ウ] 反応に利用されている。[ウ] 反応の触媒として利用できるのはヘムだけに限らず、鉄(III)イオン Fe^{3+} とシアン化物イオンの錯塩であるヘキサシアニド鉄(III)酸カリウムも利用できる。ヘキサシアニド鉄(III)酸イオンもまた正八面体形をとる錯イオンである。

(i) ヘキサシアニド鉄(III)酸カリウムの水溶液を、 Fe^{2+} を含む水溶液に加えると着色した沈殿を生じる。これは Fe^{2+} の呈色反応である。逆に、(ii) Fe^{3+} の呈色反応では、ヘキサシアニド鉄(II)酸カリウムを加えることで沈殿を生じる。



問20 文中の [ア] ~ [ウ] にあてはまる語句として正しい組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 20

	[ア]	[イ]	[ウ]
(1)	非共有電子対	金属結合	メイラード
(2)	非共有電子対	水素結合	ルミノール
(3)	非共有電子対	水素結合	メイラード
(4)	非共有電子対	配位結合	ルミノール
(5)	非共有電子対	配位結合	メイラード
(6)	不対電子	金属結合	ルミノール
(7)	不対電子	金属結合	メイラード
(8)	不対電子	水素結合	ルミノール
(9)	不対電子	配位結合	メイラード
(10)	不対電子	配位結合	ルミノール

問21 鉄イオンの反応に関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 21

- (a) 下線部 (i) で、生じる沈殿の色は濃青色である。
 (b) 下線部 (ii) で、生じる沈殿の色は褐色である。
 (c) 鉄 (II) イオンにヘキサシアニド鉄 (II) 酸カリウムを加えても、沈殿が生じる。
 (d) チオシアン酸カリウム水溶液を加えたとき、硫酸鉄 (II) 水溶液では沈殿が生じないが、塩化鉄 (III) 水溶液では沈殿が生じる。

- (1) [(a), (b)] (2) [(a), (c)] (3) [(a), (d)]
 (4) [(b), (c)] (5) [(b), (d)] (6) [(c), (d)]
 (7) [(a), (b), (c)] (8) [(a), (b), (d)] (9) [(a), (c), (d)]
 (10) [(b), (c), (d)]

問22 塩基性条件下でヘムを触媒として、[ウ]が過酸化水素により酸化されると、エネルギー状態が高い（励起状態の）3-アミノフタル酸イオンが生成する。励起状態の3-アミノフタル酸イオンがエネルギーの低い基底状態になるときに光としてエネルギーを放出する。光子1個の持つエネルギー E [J]は、波長 λ [m]を用いて次のように表せる。 h はプランク定数 (6.6×10^{-34} J・s)、 c は光速 (3.0×10^8 m/s)とする。

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

励起状態の3-アミノフタル酸イオン1分子が 4.3×10^{-19} J のエネルギーを光子1個に変換したとすると、青色の光が観察できる。この青色の光の波長 [m]はいくらか。最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 22

- | | | | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| (1) 8.5×10^{-44} | (2) 5.1×10^{-24} | (3) 1.5×10^{-15} | (4) 6.5×10^{-15} |
| (5) 1.6×10^{-9} | (6) 2.2×10^{-7} | (7) 4.6×10^{-7} | (8) 6.5×10^{-5} |

『余 白』

問23 鉄に関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 23

- (a) 鉄の酸化物には、赤褐色の Fe_2O_3 や黒色の Fe_3O_4 などがある。
- (b) 鉄は、希硫酸を加えると水素を発生して溶ける。
- (c) 銑鉄は、炭素を質量比で約4% 含み、強靱で弾性があるため、建築材などに用いられる。
- (d) 鉄の表面を亜鉛でめっきしたものは、傷がついてもさびにくいため、屋外の建築材などに用いられる。

- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (1) [(a), (b)] | (2) [(a), (c)] | (3) [(a), (d)] |
| (4) [(b), (c)] | (5) [(b), (d)] | (6) [(c), (d)] |
| (7) [(a), (b), (c)] | (8) [(a), (b), (d)] | (9) [(a), (c), (d)] |
| (10) [(b), (c), (d)] | | |

『余 白』

6

次の記述を読んで、問い（問24～問28）に答えよ。（30点）

1. 化合物 **A**～**G** は、いずれもベンゼン環に 1 つの置換基をもつ化合物である。化合物 **A** と化合物 **B** は互いに構造異性体であり、化合物 **C** と化合物 **D** は互いに構造異性体である。
2. 化合物 **A** は分子量 180 以下の不斉炭素原子を持つ化合物で、元素分析を行ったところ、質量百分率で、炭素 78.7%、水素 8.2%、酸素 13.1%であった。
3. 化合物 **A** を、硫酸酸性二クロム酸カリウム水溶液を用いて酸化すると化合物 **E** が生成し、同様に化合物 **B** を十分に酸化すると酸性化合物 **F** が生成した。
4. ニトロベンゼンをスズと濃塩酸で還元し、水酸化ナトリウム水溶液を加えると化合物 **G** が得られ、化合物 **G** に無水酢酸を作用させると化合物 **C** が生成した。
5. 化合物 **D** に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱し、加水分解した後、希塩酸で中和すると化合物 **F** が生成した。

『余 白』

問24 化合物Aの分子式として正しいものはどれか。

マーク式解答欄 24

- | | | |
|------------------|--------------------|------------------|
| (1) C_7H_6O | (2) C_7H_8O | (3) C_8H_8O |
| (4) $C_8H_{10}O$ | (5) $C_8H_8O_2$ | (6) $C_9H_{10}O$ |
| (7) $C_9H_{12}O$ | (8) $C_8H_{10}O_2$ | |

問25 化合物AとBの混合物Xがある。61.0 mgの混合物Xを、硫酸酸性二クロム酸カリウム水溶液を用いて完全に酸化すると、EとFの混合物Yが66.4 mg得られた。X中のA:Bの物質質量比として最も近いものはどれか。

マーク式解答欄 25

- | | | |
|---------|---------|---------|
| (1) 4:1 | (2) 3:1 | (3) 2:1 |
| (4) 1:1 | (5) 1:2 | (6) 1:3 |
| (7) 1:4 | (8) 1:5 | |

『余 白』

問26 化合物A, C, E, Gに関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 26

- (a) 化合物Aは、水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えて加熱すると黄色沈殿を生成する。
- (b) 化合物Cは、水によく溶け、塩基性を示す。
- (c) 化合物Eは、フェーリング液とともに加熱すると赤色沈殿を生成する。
- (d) 化合物Gを、硫酸酸性二クロム酸カリウム水溶液を用いて十分に酸化すると、黒色の生成物となる。

- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (1) [(a), (b)] | (2) [(a), (c)] | (3) [(a), (d)] |
| (4) [(b), (c)] | (5) [(b), (d)] | (6) [(c), (d)] |
| (7) [(a), (b), (c)] | (8) [(a), (b), (d)] | (9) [(a), (c), (d)] |
| (10) [(b), (c), (d)] | | |

問27 化合物Fの構造異性体のうち、ベンゼン環とエステル結合の両方をもつものは何種類存在するか。

マーク式解答欄 27

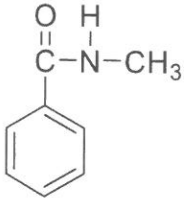
- | | | |
|-------|-------|--------|
| (1) 2 | (2) 3 | (3) 4 |
| (4) 5 | (5) 6 | (6) 7 |
| (7) 8 | (8) 9 | (9) 10 |

『余 白』

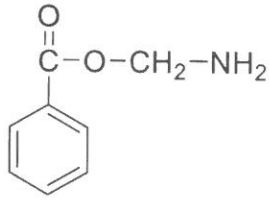
問28 化合物Dの構造式として、適切なものはどれか。

マーク式解答欄 28

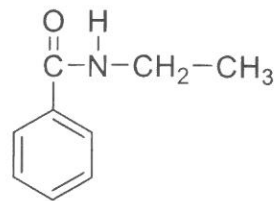
(1)



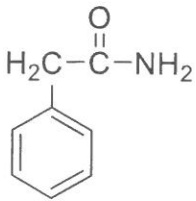
(2)



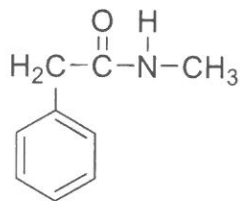
(3)



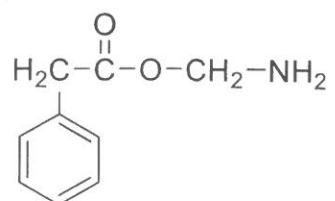
(4)



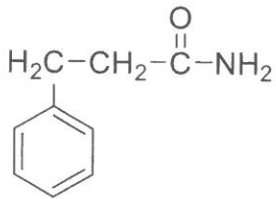
(5)



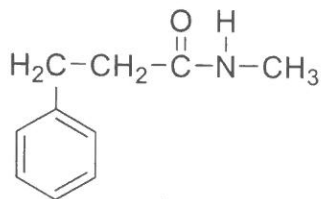
(6)



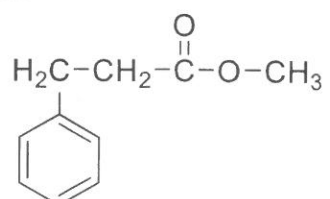
(7)



(8)



(9)



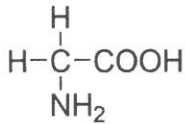
『余白』

7

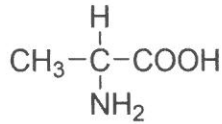
次の記述を読んで、問い (問29~問32) に答えよ。

(21点)

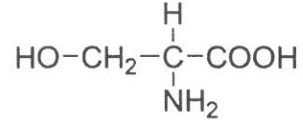
ペプチド **X** は、5 個の α -アミノ酸が結合した枝分かれのない鎖状のペプチドであり、それを構成する α -アミノ酸は、以下の 9 種類のうちいずれかである。ペプチド **X** のアミノ酸配列を決定するため、以下の実験 1~9 を行った。



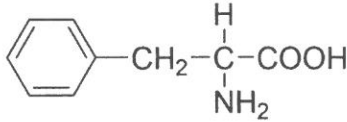
グリシン (Gly)



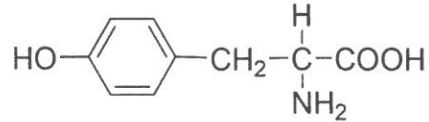
アラニン (Ala)



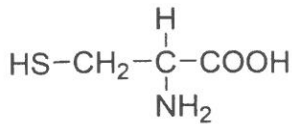
セリン (Ser)



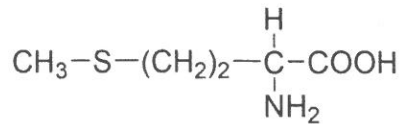
フェニルアラニン (Phe)



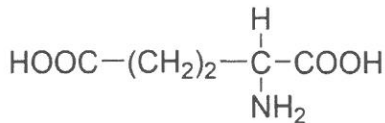
チロシン (Tyr)



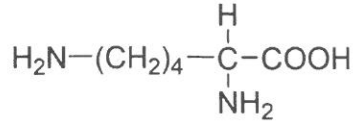
システイン (Cys)



メチオニン (Met)



グルタミン酸 (Glu)



リシン (Lys)

- 実験 1 ペプチド **X** を完全に加水分解すると、**4** 種類の α -アミノ酸が得られた。
- 実験 2 ペプチド **X** に酵素を作用させると、**2** 種類のペプチド **A**、**B** が得られた。この酵素は塩基性アミノ酸 **C** のカルボキシ基側のペプチド結合を加水分解した。
- 実験 3 ペプチド **A**、**B** のそれぞれに、水酸化ナトリウム水溶液を加えたのち、少量の硫酸銅 (II) CuSO_4 水溶液を加えるとペプチド **A** のみ呈色した。
- 実験 4 ペプチド **A**、**B** のそれぞれに、濃硝酸を加えて加熱すると、ペプチド **A** のみ黄色になり、冷却後アンモニア水を加えると橙黄色になった。
- 実験 5 ペプチド **A**、**B** のそれぞれに、塩化鉄 (III) FeCl_3 水溶液を加えるとペプチド **A** のみ呈色した。
- 実験 6 ペプチド **A**、**B** のそれぞれに、水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱後、酢酸鉛 (II) を加えると、ペプチド **B** のみ黒色の沈殿が生じた。
- 実験 7 ペプチド **B** を完全に加水分解し、得られた α -アミノ酸を **pH 4.5** の緩衝液で湿らせたろ紙を用いて電気泳動したところ、陽極側に移動する α -アミノ酸 **D** の存在が確認できた。ペプチド **A** を完全に加水分解しても α -アミノ酸 **D** の存在は確認できなかった。
- 実験 8 ペプチドのカルボキシ基末端 (末端にカルボキシ基をもつ側) から順次アミノ酸を切り離す酵素をペプチド **X** に作用させ、初めに得られたアミノ酸の元素分析を行ったところ、炭素、水素、酸素、窒素のみが検出された。
- 実験 9 ペプチド **X** を酸化し、ジスルフィド結合を形成させたところ、 α -アミノ酸 **10** 個が結合したペプチド **Y** が生成した。

『余 白』

問29 α -アミノ酸CとDの組み合わせとして正しいものはどれか。

マーク式解答欄 29

	C	D
(1)	リシン	メチオニン
(2)	セリン	グルタミン酸
(3)	グリシン	メチオニン
(4)	リシン	グルタミン酸
(5)	セリン	チロシン
(6)	グリシン	グルタミン酸
(7)	リシン	チロシン
(8)	セリン	メチオニン
(9)	グリシン	チロシン

問30 実験3および実験4で起きた呈色反応の名称の組み合わせとして正しいものはどれか。

マーク式解答欄 30

	実験3の反応名	実験4の反応名
(1)	ニンヒドリン反応	ビウレット反応
(2)	ニンヒドリン反応	キサントプロテイン反応
(3)	ニンヒドリン反応	銀鏡反応
(4)	キサントプロテイン反応	ニンヒドリン反応
(5)	キサントプロテイン反応	ビウレット反応
(6)	キサントプロテイン反応	銀鏡反応
(7)	ビウレット反応	キサントプロテイン反応
(8)	ビウレット反応	ニンヒドリン反応
(9)	ビウレット反応	銀鏡反応





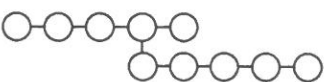
問3 1 ペプチド **X** として考えられる構造として正しいものはどれか。ただし、ペプチドのアミノ酸配列は、 α -アミノ酸の略号を用いて、アミノ基末端側を左に、カルボキシ基末端側を右になる順序で示している。

マーク式解答欄 3 1

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| (1) Ala-Ala-Lys-Met-Glu | (2) Cys-Ser-Lys-Glu-Cys |
| (3) Lys-Phe-Phe-Met-Glu | (4) Tyr-Glu-Cys-Glu-Ser |
| (5) Gly-Lys-Tyr-Glu-Gly | (6) Phe-Phe-Lys-Cys-Glu |
| (7) Tyr-Tyr-Lys-Cys-Glu | (8) Phe-Glu-Glu-Ser-Cys |
| (9) Glu-Lys-Phe-Phe-Ser | (10) Tyr-Tyr-Cys-Met-Ser |

問3 2 ペプチド **Y** の結合様式の模式図として正しいものはどれか。ただし、選択肢の ○ はアミノ酸 1 個を表している。

マーク式解答欄 3 2

- | | |
|---|---|
| (1)  | (2)  |
| (3)  | (4)  |
| (5)  | |

『余 白』

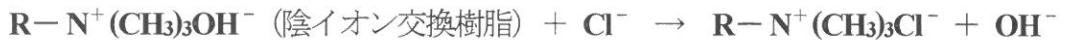
8

次の記述を読んで、問い(問33~問36)に答えよ。

(24点)

溶液中のイオンを別のイオンと交換する働きをもつ合成樹脂をイオン交換樹脂という。スチレンと *p*-ジビニルベンゼンなどの [ア] 体に、スルホ基 $-\text{SO}_3\text{H}$ などの酸性の官能基を導入したものを陽イオン交換樹脂といい、 $-\text{N}^+(\text{CH}_3)_3\text{OH}^-$ などの塩基性の官能基を導入したものを陰イオン交換樹脂という。

塩化ナトリウム水溶液を、陽イオン交換樹脂を詰めたカラム(ガラス管の先にコックが付いたもの)と陰イオン交換樹脂を詰めたカラムの両方に通すと、水溶液中のイオンは樹脂中の H^+ と OH^- にすべて交換され、脱イオン水(イオン交換水)を生じる。



問33 [ア] にあてはまる語句として、正しいものはどれか。

マーク式解答欄 33

- | | | |
|----------|----------|----------|
| (1) 共重合 | (2) 縮合重合 | (3) 開環重合 |
| (4) 付加縮合 | (5) 付加重合 | |

『余 白』

問34 0.1 mol/L の塩化ナトリウム水溶液を、陽イオン交換樹脂を詰めたカラムに通し、完全にイオン交換を行うことで水溶液 **A** を得た。**A** に関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 34

- (a) ブロモチモールブルー (BTB) 指示薬を加えると黄色に呈色する。
- (b) 赤色リトマス紙を青色に変える。
- (c) 硝酸銀の水溶液を加えると白色の沈殿を生じる。
- (d) 黄色の炎色反応を示す。

- | | | |
|-----------------|----------------|----------------|
| (1) [(a)] | (2) [(b)] | (3) [(c)] |
| (4) [(d)] | (5) [(a), (b)] | (6) [(a), (c)] |
| (7) [(a), (d)] | (8) [(b), (c)] | (9) [(b), (d)] |
| (10) [(c), (d)] | | |

問35 スチレン 208g (分子量 104) と *p*-ジビニルベンゼン 13g (分子量 130) を混合し、[ア] させて高分子化合物を得た。これを濃硫酸でスルホン化して得られるイオン交換樹脂の質量 [g] はいくらか。最も近い値を選べ。ただし、スチレンと *p*-ジビニルベンゼンは完全に反応し、濃硫酸でスチレン由来のベンゼン環のパラ位のみが 40% スルホン化されたものとする。

マーク式解答欄 35

- | | | |
|---------|---------|---------|
| (1) 221 | (2) 229 | (3) 247 |
| (4) 253 | (5) 258 | (6) 272 |
| (7) 285 | (8) 301 | (9) 319 |

『余 白』

問36 0.02 mol/L の塩化ナトリウム水溶液 5 mL を、陽イオン交換樹脂を詰めたカラムに通して完全にイオン交換し、さらに樹脂を脱イオン水で水洗して、得られた流出液をすべて集めた。同様に 0.05 mol/L の硫酸ナトリウム水溶液 2 mL を、陰イオン交換樹脂を詰めたカラムに通して完全にイオン交換し、さらに樹脂を脱イオン水で水洗して、得られた流出液をすべて集めた。両方の流出液を混合し、脱イオン水を加えて全量を 1000 mL にした。この水溶液の pH はいくらか。最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 36

(1) 2

(2) 4

(3) 6

(4) 8

(5) 10

(6) 12

『以上』