

令和6年度 入学者選抜試験問題

一般選抜 令和6年1月22日

理 科 (120分)

I 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 この問題冊子は96ページあります。各科目の出題ページは下記のとおりです。
 物理 4～30ページ
 化学 32～55ページ
 生物 56～90ページ
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督員に知らせなさい。
- 4 解答用紙は2枚配付されます。解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので、その説明と解答用紙の「記入上の注意」を読み、それぞれ正しく記入し、マークしなさい。
 - ① 受験番号欄
 受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークしなさい。正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。
 - ② 氏名欄
 氏名・フリガナを記入しなさい。
 - ③ 解答科目欄
 解答する科目を一つ選び、科目の下の○にマークしなさい。マークされていない場合または複数の科目にマークされている場合は、0点となります。
- 5 試験開始後30分間および試験終了前5分間は退出できません。
- 6 この表紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。この問題冊子は試験終了後回収します。

II 解答上の注意

- 1 解答はすべて解答用紙の所定の欄へのマークによって行います。たとえば、大問①の③と表示のある問いに対して②と解答する場合は、次の〈例〉のように解答番号3の解答欄の②をマークします。

〈例〉

1	解 答 欄									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
3	①	●	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

受 験 番 号				

(問題は次ページから始まる)

化 学

すべての設問にわたって、解答に際して必要ならば次の各値を使いなさい。

原子量 H : 1.0 He : 4.0 C : 12 N : 14 O : 16
Ne : 20 Na : 23 S : 32 Cl : 35.5 Ar : 40
Zn : 65 Kr : 84 Rb : 85.5 Xe : 131

標準状態 (0℃, 1.013×10^5 Pa) における気体 1 mol の体積 22.4 L

気体定数 $R = 8.3 \times 10^3$ Pa・L/(mol・K)

アボガドロ定数 $N_A = 6.02 \times 10^{23}$ /mol

1 次の問 1～10 に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

問 1 原子の構造に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ
選びなさい。

- ① すべての原子は、陽子と中性子と電子で構成される。
- ② 同じ元素の原子は、すべて中性子の数が等しい。
- ③ 原子の質量は、原子核の質量とほぼ等しい。
- ④ 原子の大きさは、原子核の大きさとほぼ等しい。
- ⑤ 原子番号が同じで、質量数が異なる原子どうしは、互いに同素体である。

問2 次の文中の空欄 ～ に入る語句の組合せとして最も適切なものを、下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

一般に、第一イオン化エネルギーの 原子ほど一価の陽イオンになりやすく、電子親和力の 原子ほど一価の陰イオンになりやすい。アルカリ金属元素では、原子番号が大きくなるほど、第一イオン化エネルギーは なる。

	ア	イ	ウ
①	小さい	小さい	小さく
②	小さい	小さい	大きく
③	小さい	大きい	小さく
④	小さい	大きい	大きく
⑤	大きい	小さい	小さく
⑥	大きい	小さい	大きく
⑦	大きい	大きい	小さく
⑧	大きい	大きい	大きく

問3 質量パーセント濃度が a [%] である水酸化ナトリウム NaOH 水溶液の密度が d [g/cm³] であるとき、この水溶液のモル濃度 [mol/L] を表す式として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、水酸化ナトリウムの式量は 40 であるとする。 [mol/L]

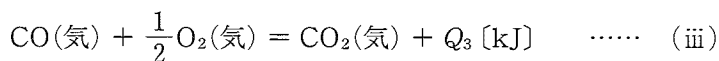
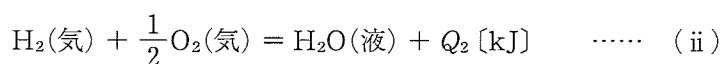
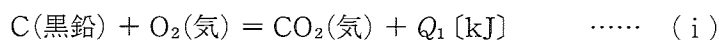
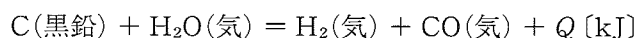
- ① $\frac{a}{4d}$ ② $\frac{a}{400d}$ ③ $\frac{d}{4a}$
- ④ $\frac{d}{400a}$ ⑤ $\frac{ad}{4}$ ⑥ $\frac{ad}{400}$

問4 次に示す窒素化合物(a)～(c)について、含まれる窒素原子の酸化数が小さい順に並べたとき、その順番として最も適切なものを、下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 4

- (a) 亜硝酸ナトリウム
(b) アンモニア
(c) 一酸化窒素

- ① $a < b < c$ ② $a < c < b$ ③ $b < a < c$
④ $b < c < a$ ⑤ $c < a < b$ ⑥ $c < b < a$

問5 黒鉛に高温の水蒸気を作用させると、次の熱化学方程式で表される反応により水素と一酸化炭素が生成する。このときの Q [kJ] を、下の熱化学方程式(i)～(iv)中の Q_1 [kJ]～ Q_4 [kJ] を用いて表した式として最も適切なものを、下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 5 [kJ]



- ① $Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$ ② $Q_1 + Q_2 + Q_3 - Q_4$
③ $Q_1 + Q_2 - Q_3 + Q_4$ ④ $-Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$
⑤ $-Q_1 - Q_2 + Q_3 - Q_4$ ⑥ $Q_1 - Q_2 - Q_3 - Q_4$

問6 次の反応式で表される反応は、すべて可逆反応である。これらの可逆反応が平衡に達したのち、温度を一定に保ったまま圧力を下げていった。このとき、平衡が右に移動するものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 6

- ① $2\text{NO}_2(\text{気}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{気})$
- ② $\text{CO}_2(\text{気}) + \text{H}_2(\text{気}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{気}) + \text{CO}(\text{気})$
- ③ $2\text{SO}_2(\text{気}) + \text{O}_2(\text{気}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{気})$
- ④ $\text{C}(\text{黒鉛}) + \text{CO}_2(\text{気}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{気})$
- ⑤ $2\text{HI}(\text{気}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{気}) + \text{I}_2(\text{気})$
- ⑥ $\text{N}_2(\text{気}) + 3\text{H}_2(\text{気}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{気})$

問7 次の文中の空欄 ア に入る語句として最も適切なものを、下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 7

鉄にクロムやニッケルなどを加えた合金である ア は、表面がクロムの酸化物の被膜で保護されており腐食しにくいため、調理器具や医療器具などに利用されている。

- | | | |
|----------|-------|------------|
| ① ジュラルミン | ② トタン | ③ アモルファス合金 |
| ④ ステンレス鋼 | ⑤ ブリキ | ⑥ 形状記憶合金 |

問8 次の文中の空欄 ア ～ ウ に入る語句の組合せとして最も適切なものを、下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 8

金箔を王水に溶かし、塩化金(Ⅲ)酸 HAuCl_4 の水溶液にしたあと、水酸化カリウム KOH 水溶液を加えて溶液を弱塩基性にした。この溶液を薄めてガスバーナーの炎に含まれる一酸化炭素 CO で ア すると、薄赤色の金のコロイド溶液が得られた。この溶液に横からレーザー光を当てると光の進路が見えた。これを イ という。金のコロイド粒子は電荷を帯びており、互いに反発し合うことで、溶液中に分散し、安定に存在している。また、この溶液に少量の電解質を加えたところ、金のコロイド粒子が沈殿した。これを ウ という。

	ア	イ	ウ
①	酸化	ブラウン運動	凝析
②	酸化	ブラウン運動	塩析
③	酸化	チンダル現象	凝析
④	酸化	チンダル現象	塩析
⑤	還元	ブラウン運動	凝析
⑥	還元	ブラウン運動	塩析
⑦	還元	チンダル現象	凝析
⑧	還元	チンダル現象	塩析

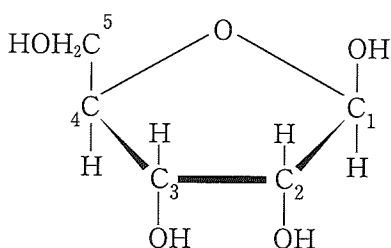
問9 次の文中の空欄 ア , イ に入る数値の組合せとして最も適切なものを、下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 9

分子式 $C_5H_{12}O$ で表される脂肪族化合物の構造異性体のうち、炭素鎖に枝分かれのあるアルコールは ア 種類ある。また、炭素鎖に枝分かれのあるアルコールのうち、不斉炭素原子をもつものは イ 種類ある。

	ア	イ
①	3	1
②	3	2
③	5	2
④	5	3
⑤	8	3
⑥	8	4

問 10 次の文中の空欄 ア ～ ウ に入る数値の組合せとして最も適切なものを、下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 10

生物の細胞中に存在する核酸は、ヌクレオチドが多数結合した高分子化合物であり、ヌクレオチドは、糖、塩基およびリン酸からなる化合物である。RNA を構成する糖であるリボースの構造式を次の図に示す（なお、C に付した 1～5 の数字は炭素の位置を表している）。ヌクレオチドは糖の ア 位の炭素原子で塩基と、 イ 位の炭素原子でリン酸と結合している。また、DNA を構成する糖であるデオキシリボースは、リボースの ウ 位の炭素に結合した $-OH$ が $-H$ に置換された構造をとっている。



リボース

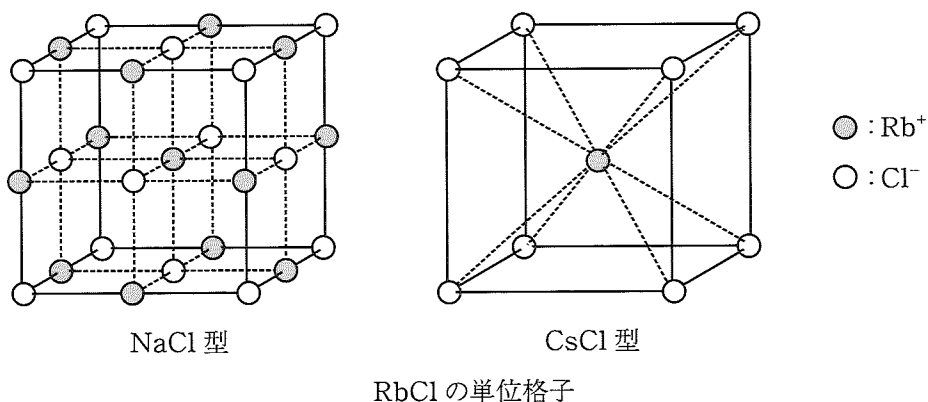
	ア	イ	ウ
①	1	2	5
②	1	5	2
③	2	1	5
④	2	5	1
⑤	5	1	2
⑥	5	2	1

(下 書 き 用 紙)

化学の試験問題は次に続く。

2 次の文章を読み、下の問1～5に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 5 〕

次の図は、塩化ルビジウム RbCl の結晶構造である。室温では塩化ナトリウム NaCl 型であるが、 -190°C 以下では、塩化セシウム CsCl 型になることが知られている。



問1 NaCl 型および CsCl 型の結晶中において、ルビジウムイオン Rb^+ が接している塩化物イオン Cl^- の数の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。なお、隣り合うイオンどうしは、互いに接しているものとする。

1

	NaCl 型	CsCl 型
①	2	2
②	2	6
③	4	4
④	4	8
⑤	6	2
⑥	6	8
⑦	8	6
⑧	8	4

問2 次の文中の空欄 **ア** ～ **ウ** に入る語句の組合せとして最も適切なものを、下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 **2**

イオン結晶では、イオンの価数が **ア**、イオン間の距離が **イ** ほどイオン結合が強くなるので、融点が高くなる。したがって、いずれも NaCl 型の結晶構造をとる KF、KBr、MgO、CaO の中で、最も融点が高いのは **ウ** である。

	ア	イ	ウ
①	小さく	短い	KF
②	小さく	短い	KBr
③	小さく	長い	KF
④	小さく	長い	KBr
⑤	大きく	短い	MgO
⑥	大きく	短い	CaO
⑦	大きく	長い	MgO
⑧	大きく	長い	CaO

問3 RbCl の結晶構造について、 Cl^- の半径が 0.167 nm であり、NaCl 型の単位格子の一辺の長さが 0.658 nm であるとする。このとき、 Rb^+ のイオン半径 [nm] として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、単位格子中で最も距離の近いイオンどうしは互いに接しているものとする。

3 nm

- ① 0.150 ② 0.162 ③ 0.186
 ④ 0.232 ⑤ 0.246 ⑥ 0.262

問4 CsCl 型の RbCl の結晶の単位格子の一辺の長さが $0.380 \text{ nm} (= 3.80 \times 10^{-8} \text{ cm})$ であるとき、この結晶の密度 $[\text{g}/\text{cm}^3]$ として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、必要ならば、 $3.80^3 = 54.9$ を用いよ。

4 g/cm^3

- ① 1.83 ② 2.12 ③ 2.82 ④ 3.23 ⑤ 3.66 ⑥ 4.24

問5 NaCl 型の RbCl と、CsCl 型の RbCl で、 Rb^+ および Cl^- のイオン半径がそれぞれ同じであるとする。NaCl 型の結晶の密度を d_{NaCl} 、CsCl 型の結晶の密度を d_{CsCl} と表すとき、密度の比の値 $\frac{d_{\text{CsCl}}}{d_{\text{NaCl}}}$ として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。なお、 $\sqrt{2} = 1.41$ 、 $\sqrt{3} = 1.73$ とする。 5

- ① 0.683 ② 0.738 ③ 0.771 ④ 1.30 ⑤ 1.36 ⑥ 1.46

(下 書 き 用 紙)

化学の試験問題は次に続く。

3 次の文章を読み、下の問 1 ～ 5 に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 5〕

気体の発生に関する、次の実験 1～6 を行った。

実験 1 酸化マンガン(Ⅳ)に濃塩酸を加え加熱すると、気体 A が発生した。

実験 2 硫化鉄(Ⅱ)に希硫酸を加えると、気体 B が発生した。

実験 3 銅に濃硝酸を加えると、気体 C が発生した。

実験 4 亜硝酸アンモニウムの水溶液を加熱すると、気体 D が発生した。

実験 5 ギ酸に濃硫酸を加えて加熱すると、気体 E が発生した。

実験 6 水酸化ナトリウム水溶液に亜鉛を加えると、気体 F が発生した。

問 1 実験 1, 2 の操作で発生する気体 A, B を、乾燥剤を用いて乾燥させた。気体 A または B の色と使用可能な乾燥剤の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 1

	気体	気体の色	使用可能な乾燥剤
①	気体 A	赤褐色	ソーダ石灰
②	気体 A	赤褐色	塩化カルシウム
③	気体 A	黄緑色	十酸化四リン
④	気体 A	黄緑色	ソーダ石灰
⑤	気体 B	赤褐色	十酸化四リン
⑥	気体 B	赤褐色	ソーダ石灰
⑦	気体 B	黄緑色	塩化カルシウム
⑧	気体 B	黄緑色	十酸化四リン

問2 実験3, 4の操作で発生する気体C, Dの性質に関する記述として最も適切なものを, 次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 2

- ① 実験3で発生した気体Cは, 無色で水に溶けにくく, 空気中で放置すると赤褐色の気体に変化する。
- ② 実験3で発生した気体Cは, 赤褐色の気体で, 工業的にはハーバー・ボッシュ法で製造される。
- ③ 実験3で発生した気体Cは, 麻酔性があり笑気ガスとよばれる。
- ④ 実験4で発生した気体Dは, 刺激臭のある塩基性の気体である。
- ⑤ 実験4で発生した気体Dは, 常温では不活性な気体であり, 液体空気の分留によって得られる。
- ⑥ 実験4で発生した気体Dは, 温水と反応させると硝酸を生成する。

問3 実験5の操作で用いた濃硫酸と同じ役割を果たしている物質を含む反応として最も適切なものを, 次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 3

- ① 過マンガン酸カリウムに硫酸と過酸化水素水を加えると気体が発生する。
- ② 銀に濃硫酸を加えて加熱すると気体が発生する。
- ③ フッ化カルシウムに濃硫酸を加えて加熱すると気体が発生する。
- ④ 炭酸水素ナトリウム水溶液に硫酸を加えると気体が発生する。
- ⑤ エタノールに濃硫酸を加えて170℃程度まで加熱すると気体が発生する。

問4 実験6の操作について、3.25 gの亜鉛を、1.00 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液 500 mLに加えたところ、反応が完全に進み気体Fが発生した。このとき発生した気体Fの27℃、 1.00×10^5 Paにおける体積[L]として最も適切なものを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 4 L

- ① 1.2 ② 2.5 ③ 3.7 ④ 4.6
⑤ 5.0 ⑥ 6.2 ⑦ 7.3 ⑧ 8.2

問5 実験1～6において発生した気体A～Fのいずれか一つと、ある貴ガスとを体積比1:1となるように混合した。この混合ガスの平均分子量は43であった。また、用いた貴ガスの標準状態(0℃、 1.013×10^5 Pa)における密度は酸素O₂の1.25倍であった。混合ガスに含まれる気体として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、気体の混合によって化学反応は起こらないものとする。 5

- ① 気体A ② 気体B ③ 気体C
④ 気体D ⑤ 気体E ⑥ 気体F

(下 書 き 用 紙)

化学の試験問題は次に続く。

4 次の問1～4に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 7 〕

問1 カルボン酸のカルボキシ基と、アルコールやフェノール類のヒドロキシ基の間での脱水により得られる化合物をエステルとよぶが、カルボン酸だけではなく、
(a) オキソ酸とアルコールやフェノール類との脱水によっても (b) エステルは得られる。次の(1), (2)に答えなさい。

(1) 下線部(a)について、塩素のオキソ酸では、酸の強さの関係は、過塩素酸 $\text{HClO}_4 >$ 塩素酸 $\text{HClO}_3 >$ 亜塩素酸 $\text{HClO}_2 >$ 次亜塩素酸 HClO となる。つまり、中心原子が同じオキソ酸では、中心原子に ア 結合している酸素原子の数が イ 方がより強い酸になることが分かる。また、中心原子が周期表上の同一周期に位置するオキソ酸では、酸の強さの関係は、過塩素酸 $\text{HClO}_4 >$ 硫酸 $\text{H}_2\text{SO}_4 >$ リン酸 H_3PO_4 となる。このことから、中心原子の ウ が大きい方がより強い酸になることがわかる。

文中の空欄 ア ～ ウ に入る語句の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 1

	ア	イ	ウ
①	イオン	少ない	原子半径
②	イオン	少ない	電気陰性度
③	イオン	多い	原子半径
④	イオン	多い	電気陰性度
⑤	配位	少ない	原子半径
⑥	配位	少ない	電気陰性度
⑦	配位	多い	原子半径
⑧	配位	多い	電気陰性度

(2) 下線部(b)について，エステル化合物に分類されない物質を，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 2

- | | |
|------------|-----------------|
| ① ニトログリセリン | ② ニトロセルロース |
| ③ ニトロベンゼン | ④ 酢酸フェニル |
| ⑤ 硫酸水素ドデシル | ⑥ ポリエチレンテレフタレート |

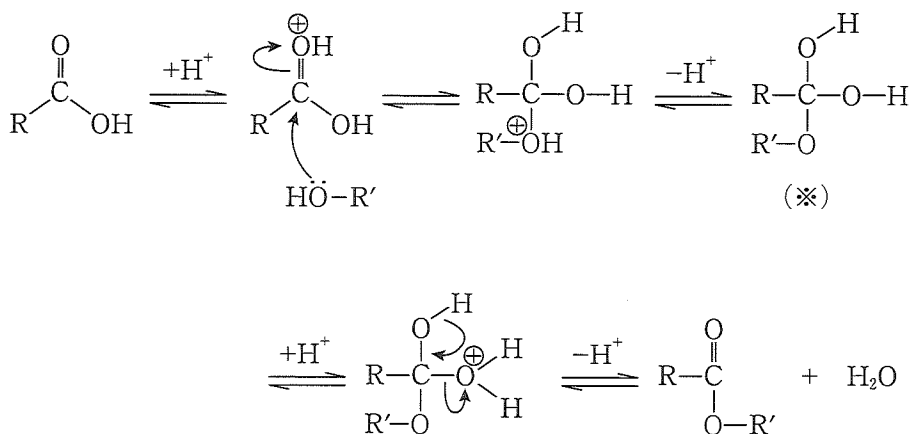
問2 サリチル酸をメタノールに溶かし、濃硫酸を少量加えて加熱して反応させた。

反応後の操作と、その結果に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、各層に含まれている芳香族化合物は、塩として存在することもある。

3

- ① 反応後の溶液を塩酸中に注ぎ、エーテルを加えてよく振り、エーテル層と水層に分離した。サリチル酸は主に水層に、サリチル酸メチルは主にエーテル層に存在した。
- ② 反応後の溶液を塩酸中に注ぎ、エーテルを加えてよく振り、エーテル層と水層に分離した。サリチル酸は主にエーテル層に、サリチル酸メチルは主に水層に存在した。
- ③ 反応後の溶液を炭酸水素ナトリウム水溶液中に注ぎ、エーテルを加えてよく振り、エーテル層と水層に分離した。サリチル酸は主に水層に、サリチル酸メチルは主にエーテル層に存在した。
- ④ 反応後の溶液を炭酸水素ナトリウム水溶液中に注ぎ、エーテルを加えてよく振り、エーテル層と水層に分離した。サリチル酸は主にエーテル層に、サリチル酸メチルは主に水層に存在した。
- ⑤ 反応後の溶液を水酸化ナトリウム水溶液中に注ぎ、エーテルを加えてよく振り、エーテル層と水層に分離した。サリチル酸は主に水層に、サリチル酸メチルは主にエーテル層に存在した。
- ⑥ 反応後の溶液を水酸化ナトリウム水溶液中に注ぎ、エーテルを加えてよく振り、エーテル層と水層に分離した。サリチル酸は主にエーテル層に、サリチル酸メチルは主に水層に存在した。

問3 酸を触媒としたカルボン酸 RCOOH とアルコール R'OH の反応でエステルが生成する機構は、次の図のようになることが知られている。図の中で、 $\ddot{\text{O}}$ の $\cdot\cdot$ の記号は非共有電子対を示しており、曲がった矢印は電子対の移動を示している。これをもとに、下のような実験 A, B を行った場合に生成する水についての正しい記述の組合せとして最も適切なものを、下の①～⑨のうちから一つ選びなさい。ただし、天然の酸素原子中の ^{17}O , ^{18}O の存在比はわずかなので無視できるものとし、同位体間に反応性の差はないものとする。また、(*) で示した反応中間体に含まれる 2 つのヒドロキシ基はいずれも同じ反応性をもつ。なお、標識とは、化合物中のある原子を、その原子の同位体で置換することで目印とすることである。

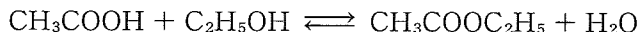


実験 A 質量数 16 の酸素原子のみを含むカルボン酸 RCOOH と、質量数 18 の酸素原子で標識したアルコール $\text{R}'^{18}\text{OH}$ を反応させる。

実験 B 質量数 18 の酸素原子でカルボニル基の酸素原子を標識したカルボン酸 RC^{18}OOH と、質量数 16 の酸素原子のみを含むアルコール R'OH を反応させる。

	実験 A	実験 B
①	分子量 18 の水が生成する。	分子量 18 の水が生成する。
②	分子量 18 の水が生成する。	分子量 18 の水と分子量 20 の水が生成する。
③	分子量 18 の水が生成する。	分子量 20 の水が生成する。
④	分子量 18 の水と分子量 20 の水が生成する。	分子量 18 の水が生成する。
⑤	分子量 18 の水と分子量 20 の水が生成する。	分子量 18 の水と分子量 20 の水が生成する。
⑥	分子量 18 の水と分子量 20 の水が生成する。	分子量 20 の水が生成する。
⑦	分子量 20 の水が生成する。	分子量 18 の水が生成する。
⑧	分子量 20 の水が生成する。	分子量 18 の水と分子量 20 の水が生成する。
⑨	分子量 20 の水が生成する。	分子量 20 の水が生成する。

問4 酢酸とエタノールから酢酸エチルが生成する反応は可逆反応であり、次のように表される。



この反応における平衡定数 K は次のように表される。ただし、 $[\text{X}]$ は X のモル濃度 $[\text{mol/L}]$ を表している。

$$K = \frac{[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]}$$

いま、ある温度で酢酸 1.00 mol とエタノール 1.20 mol を混合して反応させたところ、酢酸エチルが 0.80 mol 生成して平衡状態になった。この反応溶液にさらに酢酸を 0.20 mol 加えて同じ温度で平衡状態になるまで反応させたとき、新たに生成する酢酸エチルの物質質量 $[\text{mol}]$ を . $\times 10^{-\text{$ mol のように有効数字 2 桁の数値で表すとき、 $\sim$ に入る数字を、次の①～⑩のうちから一つずつ選びなさい。ただし、 $\sqrt{2.0} = 1.4$ とする。なお、同じ選択肢を繰り返し選んでもよい。

- | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 | ⑤ 5 |
| ⑥ 6 | ⑦ 7 | ⑧ 8 | ⑨ 9 | ⑩ 0 |

5 次の文章を読み、下の問1～3に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 4 〕

スチレンに少量の *p*-ジビニルベンゼンを混ぜて ア 重合させると三次元立体網目構造をもつ合成樹脂が得られる。この樹脂に イ を作用させてスルホ基を導入したものを_(a)陽イオン交換樹脂という。

(b) イオン交換樹脂を用いて、複数のアミノ酸の混合物から各アミノ酸を分離することができる。

問1 文中の空欄 ア，イ に当てはまる語句の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。 1

	ア	イ
①	縮合	濃塩酸
②	縮合	濃硝酸
③	縮合	濃硫酸
④	開環	濃塩酸
⑤	開環	濃硝酸
⑥	開環	濃硫酸
⑦	共	濃塩酸
⑧	共	濃硝酸
⑨	共	濃硫酸

問2 下線部(a)について、スチレンと *p*-ジビニルベンゼンを物質量比 10 : 1 で反応させて得られた高分子化合物 A を 4.68 g はかり取り、スルホ基を導入したところ、陽イオン交換樹脂 B が 7.08 g 得られた。次の(1)、(2)に答えなさい。

- (1) 高分子化合物 A の平均分子量は 5.85×10^5 であった。A の 1 分子中には、平均してベンゼン環がいくつ含まれるか。その数として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 2 個

- ① 1.00×10^3 ② 1.10×10^3 ③ 2.00×10^3
④ 2.20×10^3 ⑤ 5.00×10^3 ⑥ 5.50×10^3

- (2) スルホ基はスチレン由来のベンゼン環にのみ導入され、ベンゼン環 1 つあたりスルホ基が 1 つ導入されるものとするとき、陽イオン交換樹脂 B のスチレン由来のベンゼン環の何%にスルホ基が導入されたか。その値として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 3 %

- ① 54 ② 58 ③ 60 ④ 68 ⑤ 75 ⑥ 81

問3 文中の下線部(b)について、十分な量の陽イオン交換樹脂をカラムに詰め、 $\text{pH} = 3.2$ の緩衝液に溶解したアラニン、グルタミン酸、およびリシンの混合溶液をカラムの上部に入れた。その後、緩衝液の pH を 3.2 から段階的に上昇させながら、緩衝液をカラムの上部から流し、アミノ酸を溶出させた。この一連の操作により溶出したアミノ酸を溶出順に並べたものとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 4

- ① アラニン→グルタミン酸→リシン ② アラニン→リシン→グルタミン酸
③ グルタミン酸→アラニン→リシン ④ グルタミン酸→リシン→アラニン
⑤ リシン→グルタミン酸→アラニン ⑥ リシン→アラニン→グルタミン酸