

明理工 「た」 解答速報 化学

※ ほぼGemini 3 Pro Previewに解かせたのを確認し修正しています。正確性については一切保証しません。また、大学とは一切関係ない個人が作成したものです。

解答一覧

【D】 原子の構造・無機化学

問題番号	解答	内容 (要約)
(1) [ア]	①	炭素原子の構成粒子 (6, 6, 6)
(2) [イ]	⑥	二酸化硫黄と亜硫酸水素ナトリウム
(3) [ウ]	⑧	全て酸化剤 (酸化・酸化・酸化)
(4) [エ]	⑨	アンモニア水の希釈 (2.3×10^2 mL)
(5) [d]	\sqrt{CK}	電離平衡における水素イオン濃度
(6) [オ]	①	NaCl型 (配位数6) の限界半径比 ($\sqrt{2} - 1 \approx 0.41$)
(6) [カ]	⑦	CsCl型 (配位数8) の限界半径比 ($\sqrt{3} - 1 \approx 0.73$)
(6) [キ]	④	LiF(6) と GaN(4) の配位数
(7) [ク]	④	水溶液B: 希硫酸 (H_2SO_4)
(7) [ケ]	⑥	水溶液C: 水酸化ナトリウム (NaOH)
(7) [コ]	④	酸性で赤橙色に変化する試験管 (a, b)
(7) [サ]	②	PbCl_2 の原子数比 (1:2)
(7) [シ]	②	PbCrO_4 の原子数比 (1:2)

【E】 理論化学

問題番号	解答	内容 (要約)
(1) [あ][い][う]	⑤	
(2) [イ]	⑦	2倍
(3) [ウ]	②	「高」と「 M_C/M_D 」倍
(4) [エ]	⑦	$P/3$
(5) [オ]	⑧	6倍

問題番号	解答	内容 (要約)
(5) [カ]	⑥	$3P_1$
(5) [キ]	⑦	$4P_1$
(5) [ク]	⑥	3倍
(5) [ケ]	⑦	$4P_1$
(6) [e]	-	$\frac{it}{F}$
(6) [コ]	③	還元・水素・陰極
(6) [サ]	⑥	$\frac{4a+2}{3a+1}$

【F】 有機化学・高分子

問題番号	解答	内容 (要約)
(1) [ア]	③	エチレングリコール
(2) [イ]	②	グルタミン酸・カルボキシ基
(3) [ウ]	②	1個・同じ・鎖状構造
(4) [エ]	①	イオン交換樹脂・ <i>p</i> -ジビニルベンゼン
(5) [オ]	⑦	
(5) [カ]	⑤	エチレン (ワッカー法)
(5) [キ]	⑨	
(5) [ク]	⑨	
(5) [ケ]	⑨	
(6) [コ]	④	フェノール
(6) [サ]	②	アニリン
(6) [シ]	②	C_9H_{12}
(6) [ス]	⑥	8種類
(6) [セ]	⑥	ニトロ化
(6) Aの構造	-	1,2,4-トリメチルベンゼン

【D】 原子の構造・無機化学

(1) [ア] 炭素原子 ^{12}C の構成粒子

- 陽子 (Protons): 原子番号が6なので、陽子は **6個** です。
- 中性子 (Neutrons): 質量数(左上の数字)は「陽子数+中性子数」です。 $12 - 6 = 6$ なので、中性子は **6個** です。
- 電子 (Electrons): 中性原子では陽子数と等しいため、電子は **6個** です。
- したがって、(陽子, 中性子, 電子) = (6, 6, 6) となる組み合わせを選びます。
- 解答: 画像内の表を確認すると、該当するのは ① です。

(2) [イ] 硫黄の反応

- [え]: 酸化数が +4 の硫黄原子を含む化合物は、二酸化硫黄 (SO_2) です (Sの酸化数は+4)。硫化水素 (H_2S) のSは-2です。したがって、[え]は SO_2 です。
- [お]: 実験室で SO_2 を発生させるには、亜硫酸水素ナトリウム (NaHSO_3) などの亜硫酸塩に希硫酸を加えます (弱酸の遊離反応)。
 - 化学反応式: $\text{NaHSO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$
 - 選択肢の亜鉛(Zn)は水素発生、酢酸ナトリウムは酢酸発生、硫化鉄(II)は硫化水素発生に使われます。
- 解答: [え]が SO_2 、[お]が亜硫酸水素ナトリウムの組み合わせである ⑥ が正解です。

(3) [ウ] 酸化還元反応における役割

- i) 過酸化水素とヨウ化カリウム:
 $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 H_2O_2 中のOの酸化数は $-1 \rightarrow -2$ に減少 (還元された) しているため、相手を酸化する **酸化剤 [か]** として働いています。
- ii) 硫化水素と二酸化硫黄:
 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
 SO_2 中のSの酸化数は $+4 \rightarrow 0$ に減少 (還元された) しているため、相手を酸化する **酸化剤 [き]** として働いています。
- iii) 酸化マンガン(IV)と濃塩酸:
 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$
 MnO_2 中のMnの酸化数は $+4 \rightarrow +2$ に減少 (還元された) しているため、相手を酸化する **酸化剤 [く]** として働いています。
- すべて「酸化剤」として働いています。
- 解答: 「酸化・酸化・酸化」の組み合わせである ⑧ が正解です。

(4) [エ] アンモニア水の希釈

必要なアンモニアの物質質量(mol)を計算し、それを元の濃溶液からどれだけ取るかを計算します。

1. 作りたい溶液: 1.0 mol/L を 3.0 L 作るため、必要なアンモニアは $1.0 \times 3.0 = 3.0 \text{ mol}$ です。

2. 元の濃アンモニア水のモル濃度:

- 密度 0.90 g/cm^3 、質量パーセント濃度 25%、分子量 $\text{NH}_3 = 17$
- 溶液 1 L (1000 cm^3) あたりの質量は 900 g 。
- その中のアンモニアの質量は $900 \times 0.25 = 225 \text{ g}$ 。
- モル濃度 $C = \frac{225}{17} \text{ mol/L} \approx 13.24 \text{ mol/L}$

3. 希釈の計算:

- 必要な体積を $x \text{ [mL]}$ とすると、
- $\frac{225}{17} \times \frac{x}{1000} = 3.0$
- $x = \frac{3.0 \times 17 \times 1000}{225} = \frac{51000}{225} \approx 226.6$

4. 選択肢との照合:

◦ 約 227 mL なので、有効数字2桁で 2.3×10^2 です。

• 解答: ㉑ (2.3×10^2)

(5) [d] 電離平衡

	HA	\rightleftharpoons	H^+	+	A^-
反応前	C		0		0
変化量	$-C\alpha$		$+C\alpha$		$+C\alpha$
平衡時	$C(1-\alpha)$		$C\alpha$		$C\alpha$

$$K = \frac{C\alpha \cdot C\alpha}{C(1-\alpha)} = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha} \approx C\alpha^2$$

$$\therefore \alpha = \sqrt{\frac{K}{C}}$$

$$[H^+] = C\alpha = C\sqrt{\frac{K}{C}} = \sqrt{CK}$$

※ このような問題を何度も解いたことのある人にとっては答えを覚えていたかもしれない(私も覚えていました)

※ 今回(いやらしいことに) K_a ではなく K であることに要注意

※ 今回は $1-\alpha \approx 1$ の近似が使えたが超希薄溶液(無限希釈)、 α が大きい($\alpha > 0.05$ ぐらいが境目)ときで近似が使えない場合は諦めて2次方程式を解かないといけない

(6) 結晶格子とイオン半径比

[オ] 配位数6 (正八面体構造・NaCl型) の限界半径比

- 図2(b)のように、中心の陽イオンに4個の陰イオンが接し、かつ陰イオン同士も接する状態が限界です。
- 陰イオンの半径を r_- 、陽イオンの半径を r_+ とします。
- 断面の正方形の対角線の長さは $2(r_+ + r_-)$ 、一辺 (陰イオン同士の距離) は $2r_-$ です。
- 三平方の定理より、 $2(r_+ + r_-) = \sqrt{2} \times 2r_-$
- $r_+ + r_- = \sqrt{2}r_-$
- $\frac{r_+}{r_-} = \sqrt{2} - 1$
- 解答: 選択肢 ㉑ ($\sqrt{2} - 1 \approx 0.41$)

[カ] 配位数8 (正四面体構造・CsCl型) の限界半径比

- 正四面体の中心から頂点までの距離と、頂点間の距離の関係から導きます。
- 図3(b)の長方形において短辺と対角線において $2r_- : 2(r_+ + 2r_-) = 1 : \sqrt{3}$ となる
- これを変形して $\frac{r_+}{r_-} = \sqrt{3} - 1$ となります。
- 解答: 選択肢 ㉗ ($\frac{r_+}{r_-} = \sqrt{3} - 1 \approx 0.73$)

[キ] LiF と GaN の配位数

- LiF: $r_+/r_- = 0.076/0.133 \approx 0.57$
 - $0.414(\sqrt{2} - 1) < 0.57 < 0.732(\sqrt{3} - 1)$ なので、配位数は6です。
- GaN: $r_+/r_- = 0.047/0.146 \approx 0.32$
 - $0.225 < 0.32 < 0.414$ なので、配位数は4となります。

。選択肢の組み合わせとして、(LiF=6, GaN=4) が適切です。

- 解答: (6, 4) の組み合わせである ④ が正解です。

(7) 定性分析 (金属イオンの分離)

問題文の条件から、水溶液A～Dを特定します。

候補：過マンガン酸カリウム(KMnO₄ aq), 希塩酸(HCl aq), 希硝酸(HNO₃ aq), 希硫酸(H₂SO₄ aq), クロム酸カリウム(K₂CrO₄ aq), 水酸化ナトリウム(NaOH aq), ヨウ化カリウム水溶液(KI aq) から絞り込みます。

陰イオン → 陽イオン ↓	塩素イオン Cl ⁻	硫酸イオン SO ₄ ²⁻	水酸化物イオン OH ⁻	炭酸イオン CO ₃ ²⁻	クロム酸イオン CrO ₄ ²⁻ (黄)	ヨウ化物イオン I ⁻ (一応無色)	硝酸イオン NO ₃ ⁻ / 過マンガン酸イオン MnO ₄ ⁻ (赤紫)
鉛(II)イオン Pb ²⁺	白色沈殿 (PbCl ₂)	白色沈殿 (PbSO ₄)	白色沈殿 (Pb(OH) ₂)	白色沈殿 (PbCO ₃)	黄色沈殿 (PbCrO ₄)	黄色沈殿 (PbI ₂)	沈殿せず ※1
バリウムイオン Ba ²⁺	沈殿せず	白色沈殿 (BaSO ₄)	沈殿せず	白色沈殿 (BaCO ₃)	黄色沈殿 (BaCrO ₄)	沈殿せず	沈殿せず
マグネシウムイオン Mg ²⁺	沈殿せず	沈殿せず	白色沈殿 (Mg(OH) ₂)	白色沈殿 (MgCO ₃)	沈殿せず	沈殿せず	沈殿せず
アルカリ金属イオン K ⁺ , Na ⁺	沈殿せず	沈殿せず	沈殿せず	沈殿せず	沈殿せず	沈殿せず	沈殿せず

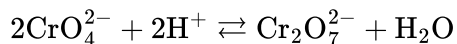
※1 過マンガン酸鉛(II)はそもそも物質として存在するかどうかすら不明

条件より

- 水溶液A: HCl aq
- 水溶液B: H₂SO₄ aq → [ク] ④
- 水溶液C: NaOH aq → [ケ] ⑥
- 水溶液D: K₂CrO₄ aq (これが最初に決まる)

[コ] (Dの色が赤橙色に変化した試験管):

クロム酸イオン (黄色) は、酸性条件下で二クロム酸イオン (赤橙色) に変化します。



酸である A(HCl) と B(H₂SO₄) を加えた試験管 a と b で色が変化します。

解答: a と b の組み合わせである ④

[サ] (下線部(x)の沈殿の原子数比):

下線部(x)は A(HCl) に Pb²⁺ を加えた沈殿 PbCl₂ です。

構成元素：金属(Pb) 1個：非金属(Cl) 2個

比率 = 1 : 2

解答: ②

[シ] (下線部(y)の沈殿の原子数比):

下線部(y)はD(クロム酸K)に Pb^{2+} を加えた沈殿 $PbCrO_4$ です。

構成元素: 金属(Pb, Cr) 2個: 非金属(O) 4個

比率 = 2 : 4 = 1 : 2

解答: ②

【E】 理論化学

(1) 同位体と原子量

[あ]・[い]: 同位体 (アイソトープ) の定義は、「原子番号 (陽子の数) が等しいが、質量数 (中性子の数) が異なる原子」のこと(周期表で同じ場所にあるものことだから同位体って名前がついたらしい)です。したがって、等しいものは陽子、異なるものは中性子です。

[あ] = 陽子, [い] = 中性子

[う]: 元素の原子量は、各同位体の相対質量とその存在比率 (%であれば100で割ったもの、比率であればその和で割ったもの) の加重平均で求められます。

存在比が R_1, R_2 なので、全体に対する割合はそれぞれ $\frac{R_1}{R_1+R_2}, \frac{R_2}{R_1+R_2}$ です。

$$\text{原子量} = m_1 \times \frac{R_1}{R_1+R_2} + m_2 \times \frac{R_2}{R_1+R_2} = \frac{m_1R_1+m_2R_2}{R_1+R_2}$$

正解: 陽子・中性子・ $\frac{m_1R_1+m_2R_2}{R_1+R_2}$ の組み合わせである ⑤ です。

(2) 空欄 [イ] 混合気体の平均分子量

気体A (分子量 M_A) の物質量を n_A 、気体B (分子量 $7M_A$) の物質量を n_B とします。

混合気体の平均分子量は $5M_A$ です。

$$\text{平均分子量の式: } \frac{n_A \times M_A + n_B \times 7M_A}{n_A + n_B} = 5M_A$$

これを解いて $n_B = 2n_A$

よって、気体Bの物質量は気体Aの物質量の 2倍 です。

正解: 選択肢 ⑦ (2)

(3) 空欄 [ウ] 沸点上昇

[え]: 不揮発性の溶質を溶かすと、純溶媒に比べて沸点は高くなります (沸点上昇)。よって「高」です。

[お]: 沸点上昇度 ΔT は、質量モル濃度 m に比例します ($\Delta T = K_b \cdot m$)。

・ 溶質C (分子量 M_C) の質量モル濃度 $m_C \propto \frac{w}{M_C}$

・ 溶質D (分子量 M_D) の質量モル濃度 $m_D \propto \frac{w}{M_D}$

$$\text{上昇度の比 } \frac{\Delta T_D}{\Delta T_C} = \frac{1/M_D}{1/M_C} = \frac{M_C}{M_D}$$

よって、溶質Dの溶液の沸点上昇度は、溶質Cの溶液 (ΔT) の $\frac{M_C}{M_D}$ 倍になります。

正解: 「高」と「 $\frac{M_C}{M_D}$ 」の組み合わせである ② です。

(4) 空欄 [エ] 圧平衡定数

	N_2O_4	\rightleftharpoons	$2NO_2$
初期	P		0
変化量	$-x$		$+2x$
平衡時	$P - x$		$2x$

全圧が $\frac{5}{4}P$ より、

$$(P - x) + 2x = \frac{5}{4}P$$

$$\therefore x = \frac{1}{4}P$$

平衡定数 k の計算：

$$k = \frac{(P_{NO_2})^2}{P_{N_2O_4}} = \frac{(\frac{1}{2}P)^2}{\frac{3}{4}P} = \frac{1}{3}P$$

結論：

解答は (7) $\frac{P}{3}$ となります。

(5) 気体の状態変化 (コックの開閉)

※ 容器 a, c では液体が最後まで残るので気液平衡が成り立ち、温度が同じならそれぞれの物質の分圧は変化しない

1. [オ] の算出：初期状態

コック I、II が閉じている状態です。各容器には液体が存在するため、気体の圧力はそれぞれの飽和蒸気圧と等しくなります。

・ 容器 a (気体 X):

- 圧力 $P_X = P_1$
- 体積 $V_a = 2V_1$
- 物質量 n_X は、状態方程式 $PV = nRT$ より：

$$n_X = \frac{P_1 \cdot 2V_1}{RT_1}$$

・ 容器 c (気体 Y):

- 圧力 $P_Y = 3P_1$
- 体積 $V_c = 4V_1$
- 物質量 n_Y は：

$$n_Y = \frac{3P_1 \cdot 4V_1}{RT_1} = \frac{12P_1V_1}{RT_1}$$

・ 比の計算:

$$\frac{n_Y}{n_X} = \frac{\frac{12P_1V_1}{RT_1}}{\frac{2P_1V_1}{RT_1}} = \frac{12}{2} = 6$$

答 [オ]: ⑧ 6

2. [カ] の算出：コック II 開放

コック II を開くと、容器 b と容器 c が連結されます。

- 容器 c には液体 Y が存在しています。
- 十分に時間が経過して平衡に達すると、空間 (b+c) は液体 Y の飽和蒸気で満たされます。
- 温度は T_1 で一定なので、飽和蒸気圧は変化しません。

したがって、容器 b 内の圧力は液体 Y の飽和蒸気圧 $3P_1$ となります。

答[カ]: ⑥ 3

3. [キ], [ク]の算出: コック I も開放

コック I も開くと、すべての容器 (a, b, c) が連結されます。

- 容器 a には液体 X が存在 → 空間全体の X の分圧は P_1 (Xの飽和蒸気圧)
- 容器 c には液体 Y が存在 → 空間全体の Y の分圧は $3P_1$ (Yの飽和蒸気圧)
- 互いに反応せず溶解もしないため、ドルトンの分圧の法則 (全圧=分圧の和) が成り立ちます。

[キ] 全圧の計算

$$P_{\text{total}} = P_X + P_Y = P_1 + 3P_1 = 4P_1$$

答[キ]: ⑦ 4

[ク] 物質量の比

容器 b 内部に着目します。

- 容器 b 内の X の分圧: $P_X = P_1$
- 容器 b 内の Y の分圧: $P_Y = 3P_1$
- 同一の体積 (容器 b)、同一の温度 (T_1) の下では、物質量の比は分圧の比に等しくなります。

$$\frac{n_{Y(b)}}{n_{X(b)}} = \frac{P_Y}{P_X} = \frac{3P_1}{P_1} = 3$$

答[ク]: ⑥ 3

4. [ケ]の算出: コック II 閉鎖後、昇温

この操作では、容器 a と容器 b のみが連結された系 (液体 Y は容器 c に隔離された状態) を考えます。

- 系の構成: 容器 a (気積 $2V_1$) + 容器 b (気積 $4V_1$) = 全気積 $6V_1$
- 液体: 容器 a に液体 X が存在。液体 Y は存在しない。
- 温度変化: $T_1 \rightarrow \frac{4}{3}T_1$

気体 Y の挙動 (ボイル・シャルルの法則)

コック II を閉じた時点で、容器 a+b 内に閉じ込められた気体 Y の物質量は一定です。また、液体 Y がいないため、気体 Y は理想気体の状態変化 (単なる熱膨張) として振る舞います。

- 変化前 (T_1): 分圧 $3P_1$
- 変化後 ($\frac{4}{3}T_1$): 体積一定、物質量一定なので、圧力は温度に比例します。

$$P'_Y = 3P_1 \times \frac{\frac{4}{3}T_1}{T_1} = 4P_1$$

気体 X の挙動 (飽和蒸気圧)

容器 a に液体 X が存在するため、気体 X の分圧 P'_X は、その温度 $\frac{4}{3}T_1$ における飽和蒸気圧となります (これが求めたい値です)。

全圧からの逆算

問題文より、変化後の容器 b 内の全圧 (=容器 a 内の全圧) は $8P_1$ です。

$$\text{全圧} = P'_X(\text{Xの蒸気圧}) + P'_Y(\text{Yの分圧})$$

$$8P_1 = P'_X + 4P_1$$

$$P'_X = 4P_1$$

したがって、温度 $\frac{4}{3}T_1$ における液体 X の飽和蒸気圧は $4P_1$ です。

答 [ケ]: ⑦ 4

(6)電気分解

※いつものNaOHaqの作り方の問題

[コ]

陰極（鉄）での反応：

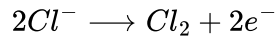
水溶液中の陽イオンは Na^+ と H^+ ですが、イオン化傾向の関係から Na^+ は還元されず、水分子 H_2O が電子を受け取ります。



したがって、水が還元（[か]）されて、水素 H_2 （[き]）が発生します。

陽極（炭素）での反応：

塩化物イオン Cl^- が酸化されます。



溶液の変化（[く]について）：

この電解槽は陽イオン交換膜で仕切られています。

- ・陰極側では、上記の反応により OH^- が生成され、負電荷が増えます。
- ・これを打ち消すために、陽極側から陽イオンである Na^+ が陽イオン交換膜を通して陰極側へ移動してきます。その結果、陰極側の電解液ではナトリウムイオンの濃度が増加します。よって、[く]は「陰」となります。

これらをまとめると、[コ]の正解は③です。

[サ]

流れた電子の物質量を n_e [mol] とすると、ファラデーの法則より $n_e = \frac{it}{F}$ です。

陰極側の各物質の変化量は以下の通りです。

- ・ Na^+ の増加量： Na^+ が電子 1 mol あたり 1 mol 移動してくるので、 $+n_e$ [mol]
- ・ H_2O の減少量：反応式 $2H_2O + 2e^- \longrightarrow \dots$ より、電子 1 mol あたり 1 mol 消費されるので、 $-n_e$ [mol]

よって[e]は $\frac{it}{F}$ となる。

電気分解開始時 ($t = 0$) の陰極側の物質量を、ナトリウムイオン $n_{Na}(0)$ 、水 $n_{H_2O}(0)$ と置きます。

問題文より、 $n_{Na}(0) = a \cdot n_{H_2O}(0)$ です。

1. 時間 t_1 経過したとき：

流れた電子の物質量を $N_1 = \frac{it_1}{F}$ とします。

このとき、条件より $n_{Na}(t_1) = 2a \cdot n_{H_2O}(t_1)$ となるので、

$$\frac{n_{Na}(0) + N_1}{n_{H_2O}(0) - N_1} = 2a$$

$n_{Na}(0) = a \cdot n_{H_2O}(0)$ を代入して整理すると：

$$a \cdot n_{H_2O}(0) + N_1 = 2a(n_{H_2O}(0) - N_1)$$

$$a \cdot n_{H_2O}(0) + N_1 = 2a \cdot n_{H_2O}(0) - 2aN_1$$

$$(1 + 2a)N_1 = a \cdot n_{H_2O}(0)$$

$$N_1 = \frac{a \cdot n_{H_2O}(0)}{2a + 1}$$

2. 時間 T 経過したとき：

求める時間を T とし、流れた電子の物質量を $N_T = \frac{iT}{F}$ とします。

このとき、条件より $n_{Na}(T) = 3a \cdot n_{H_2O}(T)$ となるので、

$$\frac{a \cdot n_{H_2O}(0) + N_T}{n_{H_2O}(0) - N_T} = 3a$$

これを同様に整理すると：

$$a \cdot n_{H_2O}(0) + N_T = 3a \cdot n_{H_2O}(0) - 3aN_T$$

$$(1 + 3a)N_T = 2a \cdot n_{H_2O}(0)$$

$$N_T = \frac{2a \cdot n_{H_2O}(0)}{3a + 1}$$

3. T を t_1 を用いて表す：

電流 i は一定なので、時間は流れた電子の物質量に比例します ($T = \frac{N_T}{N_1} t_1$)。

$$\frac{T}{t_1} = \frac{N_T}{N_1} = \frac{2a \cdot n_{H_2O}(0)}{3a + 1} \times \frac{2a + 1}{a \cdot n_{H_2O}(0)}$$

$$\frac{T}{t_1} = \frac{2(2a + 1)}{3a + 1} = \frac{4a + 2}{3a + 1}$$

したがって、[サ]の正解は⑥となります。

F 有機、高分子

(1) [ア] 水との混和性

解説：親水基 (-OHなど) に対し、疎水基 (炭化水素基) が小さいものが水によく溶けます。

エチレングリコール (HO-CH₂-CH₂-OH) は、2価アルコールであり極性が高く、水と任意の割合で混和します。

ヘキサン、ベンゼンなどは水に溶けません。1-ブタノールやフェノールは溶解度に限界があります。

正解：③ (エチレングリコール)

(2) [イ] アミノ酸の等電点

解説：等電点が5.0~6.0付近は中性アミノ酸、3.0付近は酸性アミノ酸、高ければ塩基性アミノ酸です。

[あ] は等電点3.2なので **酸性アミノ酸** である **グルタミン酸** です。

酸性アミノ酸は、側鎖にカルボキシ基 (-COOH) を持つため、分子全体として酸性を示します (アミノ基より **カルボキシ基** [い] の数が多い)。

正解：② (グルタミン酸・カルボキシ基)

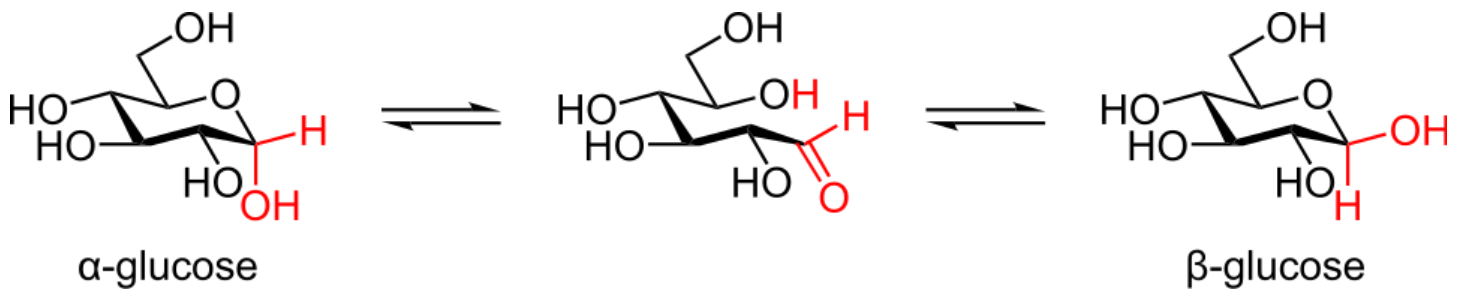
(3) [ウ] グルコースの構造

[う]・[え]：グルコース分子内の -OH の数について。

グルコースには1つの鎖状構造と2つの環状構造(α、β)があります。

鎖状構造：ホルミル基1個、第一級アルコール1個、第二級アルコール4個 (計5個の-OH)。

環状構造：ヘミアセタールヒドロキシ基1個、第一級アルコール1個、第二級アルコール3個 (計5個の-OH)。



Calvero - 投稿者自身による著作物, パブリック・ドメイン, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2570737>による

より

したがって、[う]は1、両構造で数は同じである([え])と判断できます。

※ちなみにフルクトースもこの構造でもヒドロキシ基は5個で同じ。

[お]:還元性を示す構造。

グルコースの還元性は、水溶液中で平衡にある鎖状構造のホルミル基(-CHO)に由来します。

正解: [う]=1、[え]=同じである、[お]=鎖状構造の組み合わせである②が適切です。

(4) [エ] イオン交換樹脂

[か]:酸性または塩基性の官能基を導入した樹脂はイオン交換樹脂です。

[き]:ポリスチレン系樹脂の架橋剤として共重合させるのは *p*-ジビニルベンゼン です。

正解: ① (イオン交換・*p*-ジビニルベンゼン)

(5) ヨードホルム反応と化合物Xの構造

[オ] ⑦

[カ] ⑤(エチレン)。ワッカー法。昔はアセチレン(②)に硫化水銀などを触媒にして水を付加して作っていたが水銀の危険性から消えた。

[キ] ⑨。まず-CHOが酸化されて-COOHに変化する。また、式の両辺の価数より[さ]、[し]の両方ともCOO⁻となる。

[ク] ⑨。[す]ケトン、[せ]中性

[ケ] 化合物Xの構造

まずヨードホルム反応を起こさない①、②、④、⑤、⑧は除外。

生成したCHI₃は 2.00×10^{-2} mol。

反応式(係数比1:1)より、生成した塩R-COONaも 2.00×10^{-2} molです。

塩の質量が2.48 gなので、モル質量は $2.48 \div 0.0200 = 124$ g/mol。

よって元のXの分子量は $124 - 23 + 1 = 102$ 。※今回は分子量が124になるものが選択肢にないが忘れないようにあとは残っている選択肢の分子量を計算する。

③:86,⑥:90,⑦:100,⑨:102

よって[ケ]:⑨

(6) 芳香族化合物の分離と構造決定

問題文の分離操作と反応から、各化合物を特定します。

分離の概要:

- **B:** 塩酸で抽出された水層Iから得られる → **塩基性 (アミン)**
- **C:** 炭酸水素ナトリウム (推定) 等で抽出された水層IIIから得られる → **強めの酸性 (カルボン酸)**
- **D:** 水酸化ナトリウムで抽出された水層IVから得られる → **弱めの酸性 (フェノール類)**
- **A:** 最後までエーテル層に残る → **中性物質**

(a) [コ] フェノールの製法

- 「イソプロピルベンゼンを酸化して…」とあるので、これは **クメン法** による **フェノール** の製法です。

- ・フェノールは弱酸性物質であり、分離操作では **D** の画分 (NaOH水溶液に溶け、HClで遊離) に相当します。
- ・ **正解: ④ (D)**

(b) [サ] アニリンの製法

- ・「ニトロベンゼンを還元して…」とあるので、これは **アニリン** です。
- ・アニリンは塩基性物質であり、分離操作では **B** の画分 (HCl水溶液に溶け、NaOHで遊離) に相当します。
- ・ **正解: ② (B)**

(c) [シ] Aの分子式

燃焼分析: C : $99.0 \times \frac{12}{44} = 27.0$ mg, H : $27.0 \times \frac{2}{18} = 3.0$ mg。

C : H = $\frac{27}{12} : \frac{3}{1} = 2.25 : 3 = 9 : 12$ 。

組成式・分子式は C_9H_{12} 。

- ・ **正解: ② (C_9H_{12})**

(d) [ス] 異性体の数

- ・分子式 C_9H_{12} の芳香族化合物の異性体の数。
 - プロピルベンゼン (側鎖1つ) : *n*-プロピル、イソプロピル (2種)
 - エチルトルエン (側鎖2つ) : *o*, *m*, *p* (3種)
 - トリメチルベンゼン (側鎖3つ) : 1,2,3-, 1,2,4-, 1,3,5- (3種)
 - 合計 : $2 + 3 + 3 = 8$ 種類。
- ・ **正解: ⑥ (8)**

(e) [セ] 反応の種類

- ・ニトロ化は、ベンゼン環の水素原子がニトロ基に置き換わる反応なので **ニトロ化**。
- ・ **正解: ⑥**

(f) Aの構造式

※今回は(d)を出すために全部候補を書き出した(おそらく8個)なのでこれから絞り込む。

まずベンゼン環の水素を他の元素に置き換えたときに3つの構造異性体ができたとすることで、*n*-プロピルベンゼン、イソプロピルベンゼン、1,2,4-トリメチルベンゼンの3つに絞り込める

(対称性などに要注意)

てかこの段階でプロピルベンゼン2つはxiの操作で区別できないこととxiの操作の結果に3という文字が入っている時点でおそらく1,2,4-トリメチルベンゼンとなる。

xiによって側鎖をすべてカルボン酸に変えた物質Eを生成。

Eの中和: E (カルボン酸) 1.0×10^{-3} mol (※推測) を中和するのに KOH (1.0×10^{-1} mol/L) が 30 mL 必要。

KOH の物質量 = $0.1 \times 0.030 = 3.0 \times 10^{-3}$ mol。

E 1mol に対して KOH 3mol が反応するため、Eは **3価のカルボン酸** です。

よって、Aはベンゼン環に **3つの側鎖 (メチル基)** を持ちます (トリメチルベンゼン)。

よって、Aは **1,2,4-トリメチルベンゼン** となる。