

東海大学医学部(2日目) 化学

2025年2月3日実施

1

問1 D 問2 F 問3 (1) D (2) B (3) D

解説

問1 バランスシートは次の通り.

	C(黒鉛)	+	CO ₂ (気)	⇌	2CO(気)	気体の合計
はじめ	a		b		0	b
変化	$-x$		$-x$		$+2x$	
平衡	$(a-x)$		$b-x$		$2x$	$b+x$

よって二酸化炭素の分圧 $P_{\text{CO}_2} = P \times \frac{b-x}{b+x}$ となる.

問2 問1と同様にして一酸化炭素の分圧を求めると $P_{\text{CO}} = P \times \frac{2x}{b+x}$ となる.

$$\text{よって } K_p = \frac{\left(\frac{2x}{b+x}P\right)^2}{\frac{b-x}{b+x}P} = \frac{4x^2P}{b^2-x^2}$$

問3 (1) 問2の式に $P = 3.60 \times 10^5$, $K_p = 1.80 \times 10^5$ を代入して

$$1.80 \times 10^5 = \frac{4x^2 \times 3.60 \times 10^5}{b^2 - x^2} \Leftrightarrow 1 = \frac{8x^2}{b^2 - x^2} \Leftrightarrow 1 = \frac{8x^2}{b^2 - x^2}$$

$$\text{これを解いて } \frac{x^2}{b^2} = \frac{1}{9} \quad \therefore \frac{x}{b} = \frac{1}{3} = 0.333... \doteq 0.33$$

(2) 黒鉛がすべて消費された瞬間は $\text{CO}_2 = \frac{b}{2} \text{ mol}$, $\text{CO} = b \text{ mol}$ である. これと $K_p = 1.80 \times 10^5$ を問2の式に代入し,

$$1.80 \times 10^5 = \frac{\frac{4b^2}{4}P}{b^2 - \frac{b^2}{4}} = \frac{4P}{3} \quad \text{これを解いて } P = 1.35 \times 10^5 \text{ Pa}$$

(黒鉛がすべて消費された瞬間に平衡に達したとみなして解答した.)

(3) 黒鉛がすべて消費されたので $\text{CO}_2 = \frac{b}{2} \text{ mol}$, $\text{CO} = b \text{ mol}$, さらに圧力 $P = 3.60 \times 10^5$ を問2の式に代入し,

$$K_p = \frac{b^2 \times 3.60 \times 10^5}{b^2 - \frac{b^2}{4}} = 4.8 \times 10^5 \text{ Pa}$$

グラフの縦軸の値が $4.8 \times 10^5 \text{ Pa}$ となる温度は 1040 K と 1060 K の間である.

2

問 1 E 問 2 C 問 3 F 問 4 PbCrO₄ 問 5 E

解説

5種類の金属イオンに水酸化ナトリウム水溶液, アンモニア水を加えたときの変化は次のようになる。

少量のアンモニア水 または

	少量の水酸化ナトリウム水溶液	過剰量の水酸化ナトリウム水溶液	過剰量のアンモニア水
Pb ²⁺ (無色)	Pb(OH) ₂ ↓ (白色)	[Pb(OH) ₄] ²⁻ (無色)	Pb(OH) ₂ ↓ (白色)
Cu ²⁺ (青色)	Cu(OH) ₂ ↓ (青白色)	Cu(OH) ₂ ↓ (青白色)	[Cu(NH ₃) ₄] ²⁺ (濃青色)
Fe ³⁺ (黄褐色)	水酸化鉄(Ⅲ)↓ (赤褐色)	水酸化鉄(Ⅲ)↓ (赤褐色)	水酸化鉄(Ⅲ)↓ (赤褐色)
Zn ²⁺ (無色)	Zn(OH) ₂ ↓ (白色)	[Zn(OH) ₄] ²⁻ (無色)	[Zn(NH ₃) ₄] ²⁺ (無色)
Ba ²⁺ (無色)	Ba ²⁺ (無色)	Ba ²⁺ (無色)	Ba ²⁺ (無色)

以上のことから, (ア)~(オ)の水溶液中に含まれる金属イオンは次のように決定できる。

- (ア) 過剰量の水酸化ナトリウム水溶液, アンモニア水の両方で沈殿が溶解しているので含まれているのは Zn²⁺ である。
- (イ) 過剰量の水酸化ナトリウム水溶液, アンモニア水の両方で沈殿が溶解していないので含まれているのは Fe³⁺ である。
- (ウ) 過剰量のアンモニア水にだけ沈殿が溶解しているので含まれているのは Cu²⁺ である。
- (エ) 過剰量の水酸化ナトリウム水溶液にだけ沈殿が溶解しているので含まれているのは Pb²⁺ である。
- (オ) 水酸化ナトリウム水溶液, アンモニア水いずれにも沈殿していないので含まれているのは Ba²⁺ である。

問 1 Zn²⁺ は過剰の水酸化ナトリウム水溶液で [Zn(OH)₄]²⁻ に, 過剰のアンモニア水で [Zn(NH₃)₄]²⁺ になるがどちらも無色溶液である。

問 2 Fe³⁺ は水酸化ナトリウム水溶液やアンモニア水によって水酸化鉄(Ⅲ)の赤褐色沈殿となる。

問 3 Cu²⁺ は硫化水素によって CuS の黒色沈殿となる。

問 4 Pb²⁺ はクロム酸カリウム水溶液によって PbCrO₄ の黄色沈殿となる。

問 5 Ba²⁺ は硫酸によって BaSO₄ の白色沈殿となる。

3

問 1 X 三酸化硫黄 Y 水素 問 2 D 問 3 C 問 4 B 問 5 D

解説

問 1 接触法のそれぞれの反応式は次のとおり。

- ① S + O₂ → SO₂
- ② 2SO₂ + O₂ → 2SO₃
- ③ SO₃ + H₂O → H₂SO₄

(発煙硫酸は H₂SO₄ を溶媒にして SO₃ が溶け込んでいる状態。その SO₃ が希硫酸中の H₂O と反応し, 生成した H₂SO₄ により硫酸濃度が上がっていく)

これより, X は SO₃ であり, 名称は**三酸化硫黄**である。

また, 水素よりイオン化傾向の大きい金属, 例えば亜鉛と希硫酸が反応すると,



のように反応し, H₂ を発生する。よって Y は**水素**である。

問 2 理論上, S 1 mol から H₂SO₄ は 1 mol 生成する。求める値を w [kg] とすると,

$$\frac{1.6 \times 10^3}{32.0} : \frac{0.98 \times w \times 10^3}{98.0} \implies w = 5.0 \text{ kg}$$

問3 各文の正誤は次のとおり。

- (ア) 濃硫酸は塩基性の気体であるアンモニアと中和反応をおこして吸収してしまうので、アンモニアの乾燥剤には使えない。誤文
- (イ) 沸点が高く、不揮発性の酸である。誤文
- (ウ) 有機化合物に濃硫酸を作用させて加熱すると、濃硫酸がそこに含まれる水素原子と酸素原子を水分子として奪うので、脱水反応の触媒として働く。正文
- (エ) 加熱した濃硫酸には強い酸化作用があるので、銅や銀を溶かす。誤文
- (オ) 濃硫酸を水に溶解すると多量の熱が発生する（溶解エンタルピーが負でその絶対値が大きい）ので、濃硫酸を希釈するときは多量の水に濃硫酸を少量ずつ加える必要がある。正文

問4 溶質として含まれている H_2SO_4 の質量が希釈の前後で等しいので、求める濃硫酸を V [L] とすると、

$$V \times 1.8 \times \frac{98}{100} = 4.9 \times 1.1 \times \frac{18}{100} \implies V = 0.55 \text{ L}$$

問5 水素よりもイオン化傾向が大きい（正確には、さらに生成する硫酸塩が水に不溶でない）ものを選ぶ。今回該当するのは亜鉛、鉄、リチウム、アルミニウムの4つである。

4

問1 トリクロロメタン（またはクロロホルム） 問2 E 問3 D 問4 C

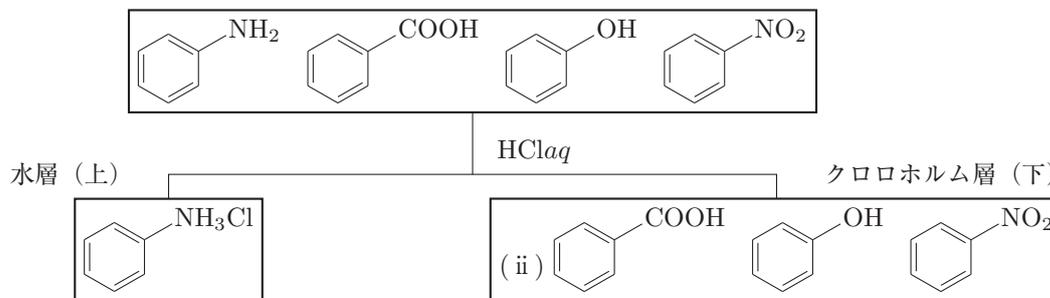
問5 安息香酸ナトリウム

解説

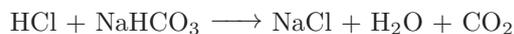
問1 メタンの塩素三置換体 CHCl_3 はトリクロロメタンまたはクロロホルムと命名される。

問2 メタンとヘキサンは同じ一般式 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ で表されるアルカンに属する。このような関係を同族体という。

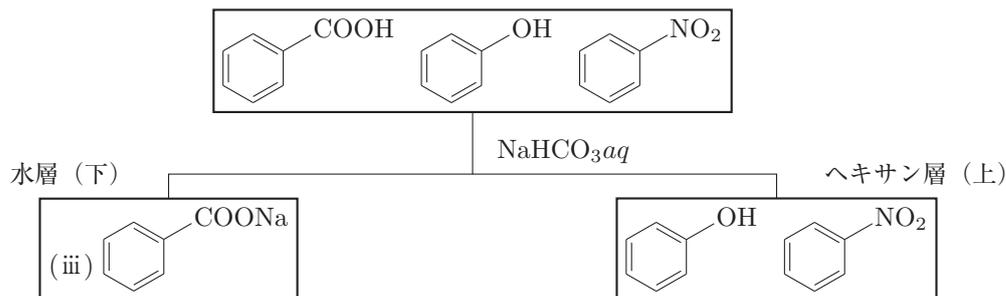
問3, 問4 下線部 (ii) までの抽出分離の様子は次のようになっている。クロロホルムの密度は水よりも大きいため、ここまでの操作では水層が上になる。



(i) の操作ではアニリンの中和で余った塩酸が以下の反応を起こし、二酸化炭素が発生する。



問5 上記のクロロホルム層の溶媒を取り除いた後、残った有機化合物にヘキサンを加えて溶解した後の抽出分離の様子は次のようになっている。ヘキサンの密度は水よりも小さいため、ここでの操作では水層が下になる。



5

問 1 (1) B (2) G (3) C 問 2 (1) G (2) B

解説

問 1 (1) $75 \times 2 + 149 + 165 + 181 - (18 \times 4) = 573$

(2) 各文の正誤は次のとおり

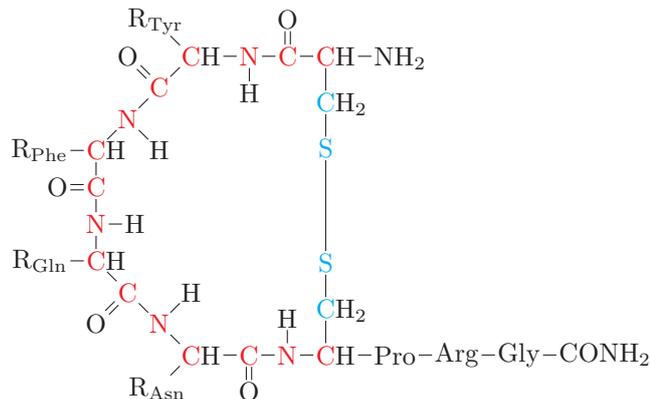
(ア) ニンヒドリン反応は、ニンヒドリンの水溶液を加えて加熱すると紫色を呈するもので、アミノ酸、ペプチド、タンパク質で陽性となるのでペプチド A も陽性である。正文

(イ) キサントプロテイン反応は、濃硝酸を加えて加熱すると黄色、さらに塩基性になると橙色を呈するもので、芳香族アミノ酸やそれを含むペプチド、タンパク質で陽性となる。ペプチド A は構成アミノ酸として Phe や Tyr を含むので陽性となる。正文

(ウ) 通称硫黄反応とよばれるもので、含硫アミノ酸やそれを含むペプチド、タンパク質で陽性となる。ペプチド A は構成アミノ酸として Met を含むので陽性となる。正文

(3) まず、酵素 D で処理して Tyr が得られたので、N 末端の「アミノ酸 1」は Tyr と決定できる。次に酵素 C で処理すると芳香族アミノ酸である Tyr の右側が切断されたので当然 Tyr を生じるが、もう一つ生成した Met はペプチド A の C 末端、つまり「アミノ酸 5」の位置に存在し、その左側の「アミノ酸 4」と「アミノ酸 5」の間が切断されて生成したと考えられる。その位置が酵素 C で切断されるためには「アミノ酸 4」がもう一つの芳香族アミノ酸である Phe でないといけない。残りの 2 つ、「アミノ酸 2」と「アミノ酸 3」が Gly である。

問 2 (1) まず、Cys どちらのジスルフィド結合の部分以外の、通常のペプチド鎖の部分数を数える。ここに存在する Tyr, Phe, Gln, Asn の 4 つのアミノ酸由来の原子が 3 つずつ (元々のアミノ酸中の $-\text{NH}_2$ の N, 側鎖が結合する α 炭素の C, 元々の $-\text{COOH}$ の C)。図 2 の上の Cys 由来が C 原子 2 つ, 下の Cys 由来が C 原子 1 つと N 原子 1 つの計 4 個で合計 16 個存在する (下図の赤文字の原子)。次に Cys の側鎖どうしの部分が $-\text{CH}_2-\text{S}-\text{S}-\text{CH}_2-$ の構造をもち、環構造内の原子は 4 個存在する (下図の青文字の原子) ので、求める値は合計 20 個となる。



(2) ジスルフィド結合を還元して切断すると、ペプチド B は N 末端から順に N-Cys-Tyr-Phe-Gln... という鎖状構造になる。ここに酵素 C を作用させると芳香族アミノ酸の Tyr および Phe の右側が切断されるので、得られるアミノ酸 (ペプチドではない) は Phe のみである。Phe の等電点は 5.5 であり、必須アミノ酸でもあるので問題文と矛盾しない。

講評

- 1 [圧平衡定数] (やや難) 「固体は平衡定数の式に入れない」「温度が一定なら圧平衡定数は一定」などの平衡の概念の理解を確かめる問題だった。計算自体は煩雑ではないが、グラフを活用する必要がある問題等もあり手こずった受験生も多かったかもしれない。
- 2 [金属イオンの沈殿反応] (易) 金属イオンが溶解した5種類の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液やアンモニア水を加えたときの沈殿生成の有無から含まれる金属イオンを推定させ、それらの水溶液にいろいろな試薬を加えたときに生じる沈殿の色や化学式を問う問題が出題された。いずれも基礎的な知識があれば解くことが可能な問題ばかりであった。
- 3 [硫酸] (やや易) 硫酸の工業的製法・硫酸の性質・希釈における体積計算についての出題だったが、どれも難易度は高くなく、計算もきれいに求まる数値だったので、是非ともミスなく突破してもらいたい。
- 4 [有機化合物の抽出分離] (やや難) 抽出溶媒を途中で変更するという見慣れない操作に面食らった受験生は多かっただろう。クロロホルムを用いた場合とヘキサンを用いた場合で水層/油層の上下関係が逆転することに注意しながら丁寧に情報を整理する必要がある。
- 5 [アミノ酸とペプチド] (標準) 鎖状ペプチドの配列決定、および構造が与えられた環状ペプチドについての問題だった。登場するすべてのアミノ酸の構造式や分子量が与えられていたので、アミノ酸やペプチドの代表的な検出反応や、ジスルフィド結合についての知識があり、かつ問題文からヒントを読み取る力があれば対応できた。類題を解いていたかどうかで差がつくだろう。

難易度が低く典型題である **2** **3** を確実におさえた上での勝負。2024年度の2日目と比較すると難化していた。今年度2/2日程ほどの高得点勝負にはならないだろう。一次通過のボーダーは75%。

メルマガ無料登録で全教科配信! 本解答速報の内容に関するお問合せは… メビオ ☎0120-146-156 まで

<p>医学部進学予備校</p> <h1 style="font-size: 2em;">メビオ</h1> <p>☎0120-146-156 https://www.mebio.co.jp/</p>	 <p>医学部専門予備校 heart of medicine YMS</p> <p>医学部専門予備校 英進館メビオ 福岡校</p>	<p>☎03-3370-0410 https://yms.ne.jp/</p> <p>☎0120-192-215 https://www.mebio-eishinkan.com/</p>	 <p>登録はこちらから</p>
---	--	---	---

諦めない受験生をメビオは応援します!

医学部後期入試

ガイダンス

参加無料

2/11 (火・祝)

14:00~14:30 医学部進学予備校メビオ校舎

詳細やお申込はこちらから 

私立医学部

大学別後期模試

2025年入試対策

2/13	近畿大学医学部	詳細やお申込はこちらから 
2/19	金沢医科大学	
2/20	昭和大学医学部	
2/23	聖マリアンナ医科大学	

医学部進学予備校 **メビオ** ☎0120-146-156

校舎にて個別説明会も随時開催しています。
【受付時間】9:00~21:00 (土日祝可)

大阪府大阪市中央区石町 2-3-12 ベルヴォア天満橋
天満橋駅(京阪/大阪メトロ谷町線)より徒歩3分