



2022 年度 東京慈恵会医科大学

【 講 評 】

①の分留の理論は初見の学生も多く、面食らったのではないかと。文章を丁寧に読んで拾える部分を拾うくらいで先に進むべきであろう。②も光触媒という珍しいテーマが取り上げられていたが、リード文に従って処理していくと問題自体は標準的な内容であったといえる。問5で浸透圧が絡んでいることに気が付いたかがポイント。③、④は標準問題。これらをきちんと得点できたかで大きく差がついたと思われる。

【 解 答 】

1.

問1 ア…分留 イ…表面 ウ…気液 エ…オストワルト オ…共通イオン

問2 a…B b…B c…A (1) a (2) a (3) a (4) b

問3 (i) 68% (ii) 100°C

問4 82.6°C

問5 (i) a (ii) e

2.

問1 ア…活性化 イ…活性化 ウ…反応の速さ エ…吸 オ…負 カ…正 キ…陽イオン

問2 (i) $[\text{TiO}_2]^+ + 5, \text{Cl}^-$, $[\text{TiO}_2]^- + 3, \text{K}^+$ (ii) Nb_2O_5

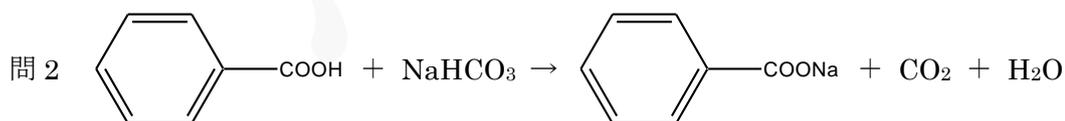
問3 (2) - (3) - (4) + (5) +

問4 (i) $4\text{OH}^- \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$ (ii) $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$

問5 (i) $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ (ii) 1.2 L

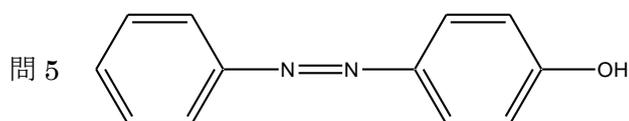
3.

問1 ア…抽出 イ…ろ過 ウ…フェノキシド エ…再結晶 オ…クロマトグラフィー



問3 $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

問4 スズ



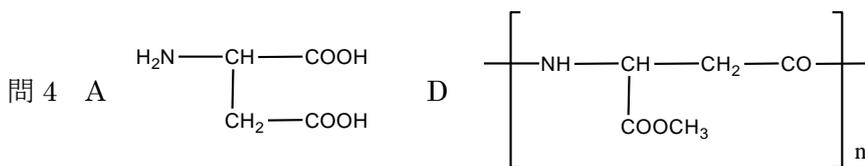
問6 水と混ざらない。混合物と反応しない。

4.

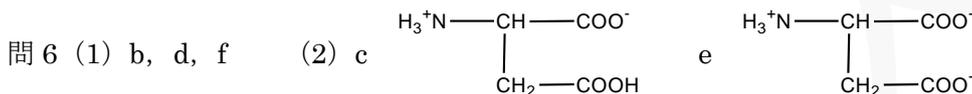
問1 マテリアル

問2 イ…カルボキシ ウ…アミド エ… α -ヘリックス

問3 (1) d (2) a, f, g



問5 7.8×10^3 個



【 解 説 】

1.

・ 図2について

組成 $x_{1A}(l)$ の液体混合物を加熱すると、沸点曲線との交点の温度 T_1 に至り沸騰が始まる。この温度で得られた気体の組成はその温度の露点曲線とこの温度の交点組成 $x_{1A}(g)$ になる。グラフより、 $x_{1A}(l)$ に比べ、 $x_{1A}(g)$ のほうが B の組成が増えていることがわかる。この気体（蒸留物）を冷却して再度同様の操作を行えばさらに B の組成が増加することとなる。よって最終的には蒸留物では B の組成が増加し、温度計 1 は T_B に近づく。

一方、蒸留を進めると、上述の通り液体混合物から B が失われていくため、混合物中の A のモル分率は増加する。蒸留を繰り返せば混合物から B が失われていくのだから、最終的には混合物の組成はほぼ A となるため、残留物の温度計 2 は T_A に近づく。

結局、蒸留物中には沸点の低いものが、残留物には沸点の高いものが存在することになる。

・ 図3について

組成図に極大値があるので、上記の操作を行うと、A（硝酸）のモル分率が x_{aA} より小さければ蒸留物中には水が、残留物には共沸混合物が得られることになる。よって A（硝酸）の組成を増やしたいのであれば、混合物中の A（硝酸）のモル分率を x_{aA} より高くして上記の操作を行う必要がある。

・ 図4について

組成図に極小値があるので、上記の操作を行うと、A（エタノール）のモル分率が x_{aA} より小さければ蒸留物中には共沸混合物が、残留物には水が得られることになる。よって A（エタノール）の組成を増やしたいのであれば、混合物中の A（エタノール）のモル分率を x_{aA} より高くして上記の操作を行う必要がある。

問1 オ 硝酸マグネシウムを加えると、共通イオン効果によって水溶液中の硝酸イオン濃度が上がるため、硝酸の電離が抑制される。よって混合物中の硝酸のモル分率が大きくなる。

問3 (i)
$$\frac{63 \times 0.38}{18 \times (1 - 0.38) + 63 \times 0.38} \times 100 = 68.2 \rightarrow 68\%$$

(ii) 上述の通り、希硝酸では流出液は水となるので、沸点は 100°C 。

問4 硝酸マグネシウムを加えてモル分率を上げれば、流出液は硝酸となるので、沸点は 82.6°C 。

問5 エタノールのモル分率を上げるために、エタノール中の水分子を奪えばよい。

(a) ヘキサンは吸水作用がない。

(b) NaOH が水を吸収して電離するが、水酸化ナトリウムは強塩基なので、電離平衡が関与しているとは言えない。

(c) $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$ と反応が起こる。この反応は電離平衡が関与しているとは言えない。

(d) $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$ と反応が起こる。この反応は電離平衡が関与しているとは言えない。

(e) クエン酸は弱酸なので、その塩は塩の加水分解を起こし、水を消費する。この反応は塩の加水分解であり、電離平衡が関与しているといえる。

2.

問1 A 単体で最も酸化力が強いものはフッ素である。

E 下線で起こる反応は水の電気分解と同じ結果となるので、必要なエネルギーは 286kJ 。この反応では中和反応を事前に行っているため、中和反応からのエネルギー+光反応プロセスからのエネルギー= 286kJ となればよい。(3) は電気分解より吸熱、(4) は電池反応より発熱、(5) は気体の水への溶解より発熱なので、中和熱 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O} + Q\text{kJ}$ の値は

$$\frac{1}{2}(-3)-(4)-(5)\times 2 = \frac{1}{2}(-(-446)-184-75\times 2) = 56\text{kJ}$$

よって、光反応によるプロセスから得られるエネルギーは $286-56=230\text{kJ}$

問2 (i) O の酸化数を -2 とする。Ti の酸化数を x とすると、Ti の原子番号は 22 より

$$[\text{TiO}_2]^+ : x+(-2)\times 2=+1 \quad x=+5 \quad \text{原子番号 } 22-5=17 \text{ の Cl}$$

$$[\text{TiO}_2]^- : x+(-2)\times 2=-1 \quad x=+3 \quad \text{原子番号 } 22-3=19 \text{ の K}$$

(ii) ${}_{41}\text{Nb}$ より電子配置は (Kr の配置+5) なので、 O^{2-} とのイオン結合は Nb_2O_5

問5 電気分解により流れた電子の物質量は $\frac{1.9\times 10^4}{9.6\times 10^4}\text{mol}$ であり、反応により同量のイオンが両電解槽から失われる。

両電解槽の電荷のつり合いのために、陽イオン交換膜を通して TiO_2 電極側から Pt 電極側に

$\frac{1.9\times 10^4}{9.6\times 10^4}\text{mol}$ の Na^+ が移動することとなるから、両側の粒子モル濃度差は $\frac{1.9\times 10^4}{9.6\times 10^4}\times 2$ mol/L である。Pt

電極側のほうが高濃度となっているので、水は Pt 電極側に流入しようとする。両側の液面の高さが等しいので、この浸透圧と大気圧の和が発生した水素の示す圧力であるから、水素の圧力を P とすると

$$P = \frac{1.9\times 10^4}{9.6\times 10^4}\times 2 \times 8.3\times 10^3 \times 297 + 1.00\times 10^5 \quad P = 1.97\times 10^5 \rightarrow 2.0\times 10^5 \text{ Pa}$$

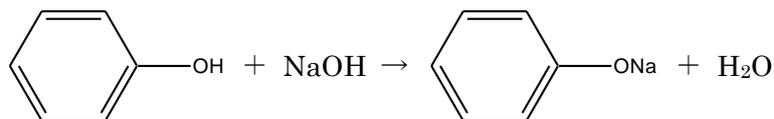
また、このときの体積 V は、Pt 電極側から発生する水素の物質量が $\frac{1.9\times 10^4}{9.6\times 10^4}\times \frac{1}{2}\text{mol}$ であるので

$$V = \frac{1.9\times 10^4}{9.6\times 10^4}\times \frac{1}{2}\times 8.3\times 10^3 \times 297}{1.97\times 10^5} = 1.23 \rightarrow 1.2\text{L}$$

3.

問2 解答に示す反応により二酸化炭素が発生し、分液漏斗の内圧が上昇する危険がある。

問3 本操作を手早く行くとフェノールの中和反応である以下の反応が起こる。



注) 「予想される反応」とあるので、けん化反応のことを指示しているものと解釈した。上記の反応は「目的の反応」である。なお、エステルのけん化は強塩基を加え加熱しないと基本的には起こらない。

問6 このほか、「抽出後に容易に除去できる（沸点が低い）」や「毒性が小さい」なども解答になりうる。

4.

問1 このほか、ケミカルリサイクルやサーマルリサイクルも可であろう。

問5 繰り返し単位の式量が129であり、繰り返し単位中にカルボニル基が2個あるので

$$\frac{5.0 \times 10^5}{129} \times 2 = 7.75 \times 10^3 \rightarrow 7.8 \times 10^3$$

問6 (1) 弱酸（弱塩基）とその塩の混合状態の部分を選べばよい。

(2) 電離定数が小さい側鎖のカルボキシ基の電離が劣後すると考えればよい。

以上

お問い合わせは ☎0120-302-872

<https://keishu-kai.jp/>