

関西医科大学(後期) 化学

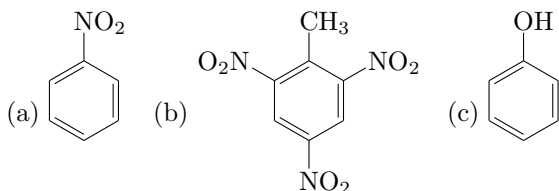
2019年3月2日実施

I

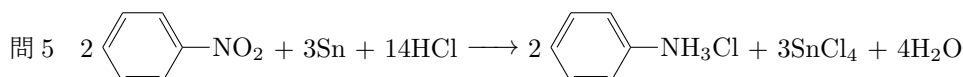
問1 (ア) 芳香 (イ) ニトロ (ウ) 爆発 (エ) 黄 (オ) 分液漏斗 (カ) 上

問2 (i) 触媒 (ii) 活性化エネルギーを下げる働き. (15字)

問3 (A) ニトロベンゼン (B) TNT (2,4,6-トリニトロトルエン) (C) フェノール

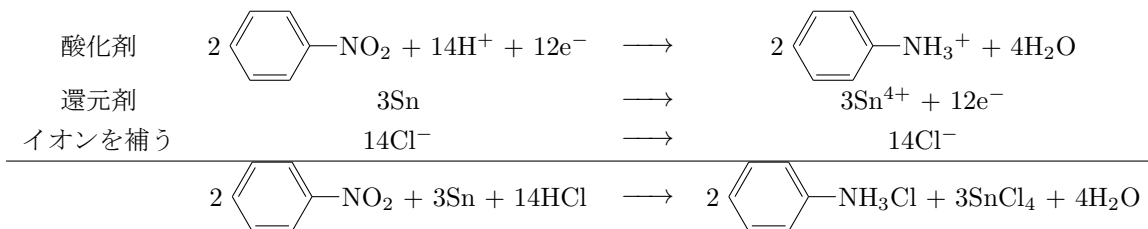


問4 (i) さらし粉水溶液 (ii) 赤紫色



解説

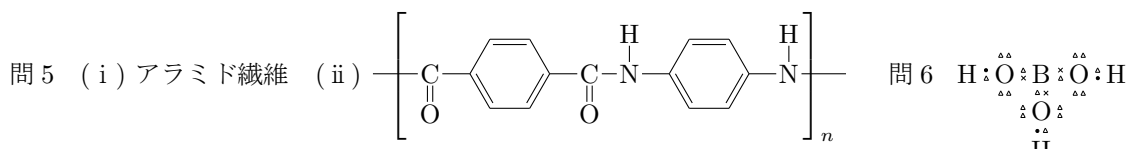
問5 ニトロベンゼンがスズと塩酸で還元されアニリン塩酸塩が生成する反応式は以下の通り.



II

問1 (ア) 蒸留 (イ) クロマトグラフィー (ウ) 逆浸透 (エ) 水分子 問2 $2.87 \times 10^4 \text{ hPa}$

問3 $2.30 \times 10^3 \text{ kJ}$ 問4 (ア) 4.06×10^{-10} (イ) 3.08×10^{-10}



解説

問1(ア) 溶媒を一旦蒸発させた後にその蒸気を冷却して回収する分離精製法を蒸留という.

(イ) 樹脂などに物質が吸着する度合いの違いを利用する分離精製法をクロマトグラフィーという.

(ウ) 溶液と純溶媒を半透膜で隔てた状態で、溶液側にその浸透圧以上の圧力を掛けることで新たに純溶媒を得る方法を逆浸透法という.

(エ) リチウムイオンは水溶液中で水分子が $\text{O}^{\delta-}$ の部分で多数吸着し、水和イオンとして存在している.

問2 それぞれのイオン濃度をそのイオン式量 (=原子量) で割って足し合わせることで、体積モル濃度の総和が求まる。

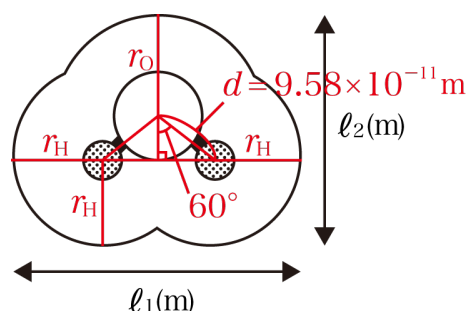
$$\Pi = CRT = \left(\frac{1.15 \times 10^4 \times 10^{-3}}{23.0} + \frac{1.22 \times 10^3 \times 10^{-3}}{24.3} + \frac{2.13 \times 10^4 \times 10^{-3}}{35.5} \right) \times 8.31 \times 10^3 \times (27 + 273) = 2.866... \times 10^6 \text{ Pa} \doteq 2.87 \times 10^6 \text{ Pa} = \underline{2.87 \times 10^4 \text{ hPa}}$$

問3 27 °C から 100 °C までの温度上昇に必要な熱量と、蒸発に必要な熱量を足し合わせて、

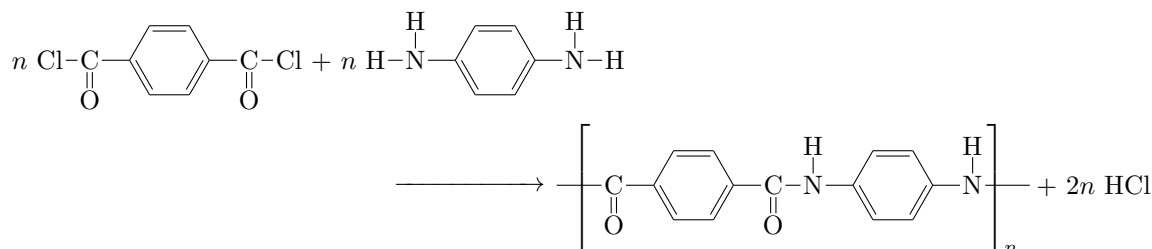
$$4.22 \times 9.00 \times 10^2 \times (100 - 27) \times 10^{-3} + \frac{9.00 \times 10^2}{18.0} \times 40.5 = 2.302... \times 10^3 \\ \doteq \underline{2.30 \times 10^3 \text{ kJ}}$$

問4 水素原子と酸素原子の中心間の距離を $d = 9.58 \times 10^{-11} \text{ m}$ とし、図のように補助線を引くと、

$$\begin{aligned} \ell_1 &= 2 \times \frac{\sqrt{3}}{2} d + 2r_{\text{H}} \\ &= 1.73 \times 9.58 \times 10^{-11} + 2.40 \times 10^{-10} \\ &= 4.057... \times 10^{-10} \\ &\doteq \underline{4.06 \times 10^{-10} \text{ [m]}} \\ \ell_2 &= r_{\text{O}} + r_{\text{H}} + \frac{1}{2} d \\ &= 1.40 \times 10^{-10} + 1.20 \times 10^{-10} + 4.79 \times 10^{-11} \\ &= 3.079 \times 10^{-10} \\ &\doteq \underline{3.08 \times 10^{-10} \text{ [m]}} \end{aligned}$$



問5 芳香族ポリアミド系合成繊維である**アラミド繊維**は強度や弾力性、耐熱性に優れ、登山用ロープや防弾チョッキ、消防服などに用いられる。p-フェニレンジアミンとテレフタル酸ジクロリドの縮合重合により生成するときの反応式は、



問6 ホウ素原子Bは13族典型元素であり、価電子としては不対電子を3つだけ持つ。そのためホウ酸におけるホウ素原子は最外殻が8個にならず、オクテット則を満たさない。

III

問1 $9.00 \times 10^{-2} \text{ mol}$ 問2 $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

問3 $8.40 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ 問4 $2.24 \times 10^{-3} \text{ mol}$

問5 $4.81 \times 10^{-2} \text{ mol}$ 問6 12.5 hPa

解説

問1 気体の状態方程式より $n = \frac{PV}{RT} = \frac{(2493 \times 10^2) \times (900 \times 10^{-3})}{8.31 \times 10^3 \times 300} = \underline{9.00 \times 10^{-2} \text{ mol}}$

問2 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ は強塩基なので酸性の気体である CO_2 と中和反応し、不溶性の塩 BaCO_3 が沈殿する。

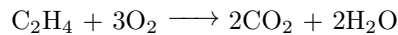
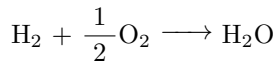
問3 $1 \times 1.40 \times 10^{-2} \times \frac{12.0}{1000} = 2 \times C \times \frac{10.0}{1000} \implies C = \underline{8.40 \times 10^{-3} \text{ mol/L}}$

問4 $(10.0 \times 10^{-3} - 8.40 \times 10^{-3}) \times 1.40 = \underline{2.24 \times 10^{-3} \text{ mol}}$

問5 下線部②の時，容器下部に水溶液が存在することから気相中に水蒸気が飽和している．その分圧を引いて，酸素分圧 P_{O_2} は， $P_{O_2} = 1016 - 36 = 980 \text{ hPa}$ となる．気体の体積は 10.0 L のままなので求める物質量は，

$$\frac{(1100 - 980) \times 10^2 \times 10.0}{8.31 \times 10^3 \times 300} = 0.0481347\dots \doteq 4.81 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

問6 水素，エチレン，プロパンそれぞれの燃焼の反応式は，



$C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O$ であり，元々存在していた H_2 を $x \text{ mol}$ ， C_2H_4 を $y \text{ mol}$ ， C_3H_8 を $z \text{ mol}$ とおくと，問1，問4，問5のデータから次の3つの方程式が立つ．

$$\begin{cases} x + y + z = 0.0900 \\ 2y + 3z = 0.00224 \\ \frac{1}{2}x + 3y + 5z = 0.0481347 \end{cases}$$

これを解いて， $y = 0.0004504 \text{ mol}$ が求まるので，求めるエチレン分圧 $P_{C_2H_4}$ は，

$$P_{C_2H_4} = P_{\text{all}} \times \frac{y}{x + y + z} = 2493 \times \frac{0.0004504}{0.0900} = 12.47 \doteq 12.5 \text{ hPa}$$

IV

問1 (a) $CH_3CH(ONa)CH_2CH(ONa)CH_3$ (b) $CH_2=CH_2$ (c) $HOCOCH_2CH_2COOH$

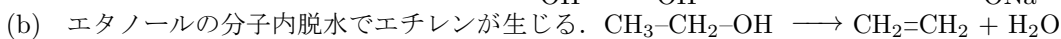
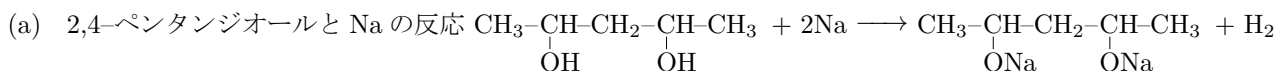
問2 $H^+ + HCO_3^- \longrightarrow H_2O + CO_2$

問3 (i) 1.70×10^2 (ii) (溶液の密度が与えられていないので) 解答不能

問4 (i) 16.0 (ii) 1.69 mol (iii) (c)

解説

問1



(c) 1,4-ブタンジオール $HO-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ のヒドロキシ基の両方は第一級アルコールなので，二クロム酸イオンで酸化するとアルデヒド基を経てカルボキシ基に変化する．

問2 塩基性化合物の炭酸水素塩は過剰な胃酸を中和し胃壁への刺激を緩和するはたらきがある．

問3

(i) 塩の分子量（本当は式量）を M とすると，この塩 0.283 g の 1 L 溶液の体積モル濃度は $\frac{0.283}{M} \text{ mol/L}$ 塩がすべて電離することを考慮して，ファンツホッフの公式 $\Pi = CRT$ は $83.1 \times 10^2 = \frac{0.283}{M} \times 2 \times 8.31 \times 10^3 \times 300$ となり，これを計算して $M = 169.8 \doteq 1.70 \times 10^2$

(ii) 希釈後の溶液の質量モル濃度 $m \text{ mol/kg}$ は， $\Delta t = K_f \times 2m$ より， $4.44 = 1.85 \times 2m$ $m = 1.20 \text{ mol/kg}$ この問題を解くためには，希釈前の溶液の密度 $d_1 \text{ g/cm}^3$ と希釈後の溶液の密度 $d_2 \text{ g/cm}^3$ が必要である．希釈後の溶液 100 mL 中に含まれる溶質が $x \text{ g}$ とする．

溶液	100 mL	→	100 d_2 g	
溶媒			100 $d_2 - x$ g	1000 g
溶質	x g	→	$\frac{x}{169.8}$ mol	1.2 mol

$$x = \frac{20376}{1203.76} d_2 = 16.92 d_2 \text{ g}$$

10倍希釈前の飽和溶液の溶解度を s とすると，

溶液	10 mL	→	10 d_1 g	
溶媒			10 $d_1 - 16.92d_2$ g	100 g
溶質	16.92 d_2 g			s g

$$s = \frac{1692d_2}{10d_1 - 16.92d_2} \text{ g}$$

希釈前の溶液，希釈後の溶液ともに濃度が大きいため， d_1, d_2 は 1 とは近似できない (近似すると $s < 0$ となる).

また仮に，溶質をどれだけ溶かしても溶媒の体積が不変であると仮定すると，

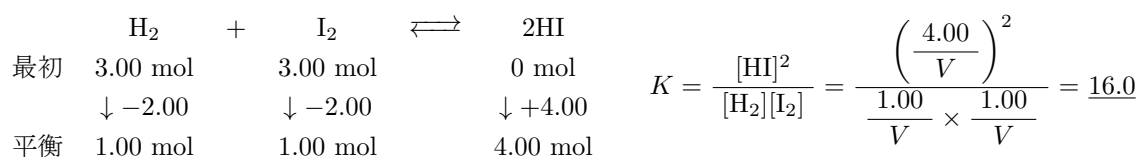
希釈後			希釈前		
溶液	100 mL		溶液	10 mL	
溶媒	100 mL = 100 g		溶媒	10 mL = 10 g	100 g
溶質	0.120 mol = 20.376 g		溶質	0.120 mol = 20.376 g	s g

この場合の溶解度は $s \doteq 204$ となる. なお，式量 168 の塩化セシウム CsCl の 30 °C での溶解度は 197 で，この値に近い.

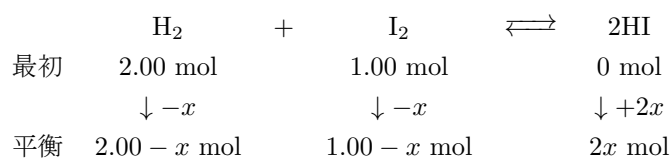
【注】3月7日関西医科大学から正式に出題ミスであり問題を削除した上で全員正解として扱うという発表があった.

問 4

(i) 気体の体積を V L とすると，



(ii) H_2 と I_2 の平衡までの変化量を x mol とすると，



$$K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{\left(\frac{2x}{V}\right)^2}{\frac{2.00-x}{V} \times \frac{1.00-x}{V}} = 16.0 \quad \text{整理すると } 3x^2 - 12x + 8 = 0$$

これを解いて， $x = \frac{6 \pm 2\sqrt{3}}{3}$ 変化量の範囲が $0 < x < 1.00$ であることより $x = \frac{6 - 2\sqrt{3}}{3}$

平衡時のヨウ化水素は $2x = \frac{4 \times (3 - \sqrt{3})}{3} = \frac{4 \times (3 - 1.73)}{3} = 1.693 \doteq 1.69$ mol

(iii) ル・シャトリエの原理によると，高圧にすると気体の分子数が少なくなる方向に移動するが，この平衡では左辺の係数の和と右辺の係数の和が等しくどちらの方向に移動しても気体の分子数は少なくなるので平衡は移動しない.

講評

- I [芳香族化合物]
(やや易) ニトロベンゼンをスズと塩酸で還元する反応式は医学部入試では頻出。満点を目指したい。
- II [淡水の製法, 浸透圧, 比熱, 分子の構造, 合成繊維, 電子式]
(標準) 用語の穴埋めは埋めにくいところもあった。計算問題は計算がやや汚いものの内容は標準的。ここでの失点は減らしたい。
- III [混合気体の燃焼反応と中和滴定]
(やや難) 状況を理解するには問題文をしっかりと読む必要があり, 計算も重かった。特に問6は割り切れない数値で方程式を解く必要があり, 計算が非常に重い。解ける他の問題に注力する事も重要。出来ることなら問5までは解きたい。
- IV [脂肪族化合物の構造, 酸塩基, 浸透圧と凝固点降下, 化学平衡]
(標準) 問3(ii)は溶液の密度が与えられておらず計算不能。早い段階で見切りをつける判断力が求められた。その他の問題に関しては標準的なのでしっかりと点を集めたい。

全体的に計算が重く, 出来たという感触があった受験生は少なかったものと思われる。大問3の問6や大問4の問3などに素早く見切りをつけて点数を集める必要があった。昨年度よりも理論計算問題が多い分, 得点しにくい出題で難化したといえるが, 後期試験で定員も少ないことから, 目標は70%。

医学部進学予備校

メビオ

〒540-0033 大阪市中央区石町2-3-12 ヘルヴォア天満橋

 **0120-146-156**

<https://www.mebio.co.jp/>

M e B i o
S c h o l a s t i c s 