

近畿大学医学部(後期) 化学

2023年2月26日実施

I

- (a) (ア) (b) 硫酸鉄(II):(エ), 塩化鉄(III):(ウ), 硫酸銅(II):(ア)
- (c) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ [1] 16 (mL) (d) [2] 銀 [3] 金 [4] 自由
- (e) [5] Cu_2S [6] 陰 [7] 陽
- (f) $3\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \longrightarrow 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2$ (1)
- $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO} \longrightarrow 3\text{FeO} + \text{CO}_2$ (2)
- $\text{FeO} + \text{CO} \longrightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$ (3)
- $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \longrightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ (4)
- (g) (ア), (ウ) (h) $\text{FeS} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{S}$, 酸化剤: SO_2

解説

- (a) (ア) 遷移元素は全て金属元素である。
(イ) Cr と Cu の最外殻電子数は 1 である。
(ウ) 同一周期の遷移元素の性質は似ているものが多いが同じではない。
(エ) 遷移元素は融点の高いものが多い。
- (b) 水溶液の色は Fe^{2+} が淡緑色, Fe^{3+} が黄褐色, Cu^{2+} が青色。
- (c) 二クロム酸カリウムの酸化剤の半反応式は $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$
過酸化水素の還元剤の半反応式は $\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
硫酸酸性下で二クロム酸カリウムと過酸化水素の反応式は
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{O}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$
二クロム酸カリウム水溶液の使用量を x mL とすると
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 : \text{H}_2\text{O}_2 = 1 : 3 = 0.10 \times \frac{x}{1000} : 0.24 \times \frac{20}{1000} \implies x = 16 \text{ mL}$
- (d) 電気伝導性が最も高いのは銀, 展性・延性が最も大きいのは金, ともに自由電子が関与している。
- (e) 硫化銅(I)の化学式は Cu_2S , 銅の電解精錬では硫酸銅(II)水溶液中で陽極に粗銅, 陰極に純銅を用いて電気分解する。陽極では主に $\text{Cu} \longrightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$ の反応が, 陰極ではほぼ $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}$ のみの反応が起こる。
- (f) 鉄の精錬では高炉中で赤鉄鉱 Fe_2O_3 が CO により還元されて $\text{Fe}_3\text{O}_4 \longrightarrow \text{FeO} \longrightarrow \text{Fe}$ となる。その際 CO は酸化されて CO_2 になる。

◀◀ 模試・講座のご案内 ▶▶

メビオ学校説明会・無料体験を実施しています

※詳細は最終面をご確認ください

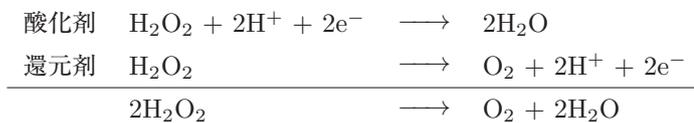
- (g)(ア) $K_4[Fe(CN)_6]$ はヘキサシアニド鉄(II)酸カリウムである。
 (イ) チオシアン酸カリウムを加えて血赤色溶液になるのは Fe^{3+} を含む水溶液。
 (ウ) ステンレス鋼は Cr を約 10 % 以上含む鉄合金で, Cr の不動態被膜が形成されて耐食性が高い。
 (エ) MnO_2 は不均一触媒だが, $FeCl_3$ 水溶液は均一触媒である。
 (h) 硫化水素と二酸化硫黄の反応では二酸化硫黄が酸化剤で硫化水素は還元剤として働き,
 反応式は $2H_2S + SO_2 \longrightarrow 3S + 2H_2O$ となる。

II

- 問 1 (a) $2H_2O_2 \longrightarrow O_2 + 2H_2O$ (b) (イ) (c) 2.0×10^3 Pa
 (d) 2 2.0×10^{-3} (mol) 3 4.1×10^{-3} (mol) 4 1.5 (mol/L) 5 6.8×10^{-3} (mol/L·s)
 (e) 4.0×10^{-3} /s (f) 1.4 mol/L
 問 2 (a) 940 kJ/mol (b) 0.60 mol (c) 窒素 : 1.2×10^5 Pa, アンモニア : 2.4×10^5 Pa
 (d) $K_c = 4.4 \times 10^3$ L²/mol², $K_p = 2.8 \times 10^{-10}$ /Pa²

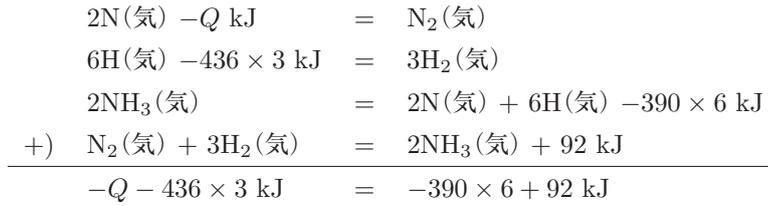
解説

- 問 1 (a) 酸化マンガン(IV)を触媒とする過酸化水素の自己酸化還元反応である。反応式は次のようにしてつくることができる。



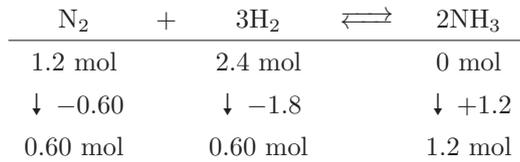
- (b) 求める体積を v [mL] とすると, $H_2O_2 = 34$ より,
 $v \times 1.1 \times \frac{34}{100} \times \frac{1}{34} = 1.9 \times \frac{500}{1000} \iff v = 86.3... \doteq 86$ mL
 (c) 求める水蒸気圧を $P \times 10^5$ [Pa] とおく。水蒸気を除く前後で酸素の物質質量と温度が不変なので, ボイルの法則を用いて, $(1.0 - P) \times 10^5 \times 50 = 1.0 \times 10^5 \times 49 \iff P = \frac{1}{50} = 0.020$ より, 求める値は 2.0×10^3 Pa
 (d) 2 求める値を n [mol] とおく。気体の状態方程式を用いて,
 $1.0 \times 10^5 \times \frac{49}{1000} = n \times 8.3 \times 10^3 \times (273 + 17) \iff n = 0.00203... \doteq 2.0 \times 10^{-3}$ mol
3 $2.03 \times 10^{-3} \times 2 = 4.06 \times 10^{-3} \doteq 4.1 \times 10^{-3}$ mol
4 過酸化水素の濃度変化は溶液の体積を 1 L あたりに換算して,
 $4.06 \times 10^{-3} \times \frac{1000}{10} = 4.06 \times 10^{-1}$ mol/L なので, $1.9 - 0.406 = 1.494 \doteq 1.5$ mol/L
5 $\frac{-(1.49 - 1.9)}{60 - 0} = 6.83... \times 10^{-3} \doteq 6.8 \times 10^{-3}$ mol/(L·s)
 (e) 表 1 の値を $\bar{v} = k[\overline{H_2O_2}]$ (\bar{v} , $\overline{H_2O_2}$ は平均を表す) に代入して,
 $6.8 \times 10^{-3} = k \times \frac{1.9 + 1.5}{2} \iff k = 4.0 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$
 (f) 温度変化がなければ k の値は不変なので, 80 秒後の $[H_2O_2]$ を C [mol/L] とおき, (e) と同様に立式して,
 $\frac{-(C - 1.5)}{80 - 60} = 4.0 \times 10^{-3} \times \frac{1.5 + C}{2} \iff C = 1.38... \doteq 1.4$ mol/L

問2 (a) 以下のように熱化学方程式を足し合わせる.



よって, $Q = 940 \text{ kJ/mol}$

(b) 平衡時の各物質の物質量を整理すると以下ようになる.



(c) 窒素について, $P_{\text{N}_2} = \frac{0.60 \times 8.3 \times 10^3 \times 480}{20} = 1.19... \times 10^5 \text{ Pa} \doteq 1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$

(b) よりアンモニアの物質量は窒素の物質量の2倍であるから,

$$P_{\text{NH}_3} = 1.19 \times 10^5 \times 2 = 2.38 \times 10^5 \text{ Pa} \doteq 2.4 \times 10^5 \text{ Pa}$$

(d) $K_c = \frac{\left(\frac{1.2}{20}\right)^2}{\left(\frac{0.60}{20}\right) \times \left(\frac{0.60}{20}\right)^3} = 4.44... \times 10^3 \text{ Pa} \doteq 4.4 \times 10^3 \text{ L}^2/\text{mol}^2$

$$K_p = \frac{P_{\text{NH}_3}^2}{P_{\text{N}_2} \times P_{\text{H}_2}^3} = \frac{(2.4 \times 10^5)^2}{1.2 \times 10^5 \times (1.2 \times 10^5)^3} = 2.77... \times 10^{-10} \text{ Pa} \doteq 2.8 \times 10^{-10} \text{ Pa}^2$$

別解

$P = \frac{n}{V} \times RT = CRT$ であるから,

$$K_p = \frac{P_{\text{NH}_3}^2}{P_{\text{N}_2} \times P_{\text{H}_2}^3} = \frac{([\text{NH}_3]RT)^2}{([\text{N}_2]RT) \times ([\text{H}_2]RT)^3} = K_c \times \frac{1}{(RT)^2}$$

ここに数値を代入して

$$K_p = 4.44 \times 10^3 \times \frac{1}{(8.3 \times 10^3 \times 480)^2} = 2.79... \times 10^{-10} \text{ Pa} \doteq 2.8 \times 10^{-10} \text{ Pa}^2$$

講評

I [遷移元素の性質] (易)

問題文の最初を読んで「遷移元素」とあったのでたじろいだ受験生もいたかもしれないが、問われている内容は全て基本的なので、この問題で落としたいところ。

II 問1 [蒸気圧・反応速度] (標準)

過酸化水素の分解による酸素の生成反応について、水上捕集時の水蒸気圧および反応速度や速度定数を求める問題だった。速度論について丁寧に学習してきた受験生にとって解法が思いつかない間はなかったと思われる。要領よく作業できたかどうかで得点差がついただろう。

問2 [熱化学・化学平衡] (標準)

窒素と水素によるアンモニアの生成を題材にした熱化学・化学平衡に関する出題。受験化学としてはオーソドックスなテーマであり、問われた内容も標準的であった。

III [ビニロン] (標準)

知識問題については基本的な用語が多く、失点したくない。(g)ではアセタール化されていない単位が炭素数2ずつで記されているのに対して、アセタール化された単位は炭素数4ずつで構造を記す必要があること、それに伴って繰り返しの回数 $\frac{x}{100}n$ と [4] の合計は n にはならないことに気をつけたい。(f)の浸透圧の値から高分子の平均分子量および平均重合度を求める問題は典型問題であり計算もしやすく数値設定されていたので、クリアしたいところ。

IおよびIIIの知識問題は易しく、失点できない。IIやIIIの標準的な計算問題をいかにミスなくこなせたかの勝負だろう。IIでは数値計算の際に何桁の数字を用いて計算するかで悩んだかもしれない。問1問2とも本来は答えるべき桁数+1桁で計算すべきであるが、計算のしやすさを優先し解答と同じ桁数で計算したとしても答えに誤差は生じなかった。2022年度後期および2023年度前期より易化しており、一次合格には75%欲しい。

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

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

学校説明会 無料体験授業

詳しくはこちら



メビオ校舎にて実施中

メビオがどのようにしてこれまで医学部合格の実績を勝ち取ってきたか、そのメソッドについて説明いたします。また、メビオが誇る一流精鋭講師陣による無料体験授業を受講できます。

同じ日に実施可能なメニュー

- ・学力診断テスト
- ・校舎見学
- ・寮見学
- ・学習相談

日時
毎日 10:00~20:00

場所
医学部進学予備校メビオ校舎

2泊3日無料体験

- ・3/ 5(日)~3/ 7(火)
- ・3/12(日)~3/14(火)

どちらか好きな日をお選びください。

授業・食堂・寮 / 毎週日月火

多数の医学部合格者を生み出してきたメビオのすべてを2泊3日でじっくり無料体験できます。

- 「メビオの授業の様子を体感したい」
- 「どんな講師がいるか気になる」
- 「寮に入ろうか悩んでいる」

そんな方はぜひ一度体験してみてください。

通学生(寮利用なし)の無料体験も受け付けています。

詳しくはこちら



詳しくは Web または お電話で