

# 1 学期 期**末**試験 対策講習

## 中 3 甲陽物理化学

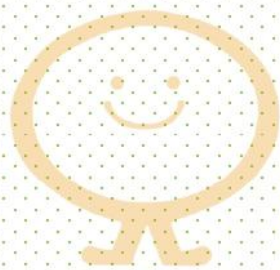
本日・明日に授業で扱う内容は

化学「酸化と還元」の応用

物理「有効数字」「電流と熱」です。

重要な問題を集めていますので、必ず試験前に解き直しをすること。

※ 明日のこのテキストを使用しますので  
忘れずにご持参ください。

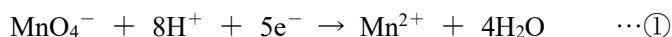


STUDY COLLABO.

## < 化学編 >

1

濃度が分からない過酸化水素水 10.0mL をビーカーに入れ、さらに純水と A 硫酸を加えた。さらに、0.0200mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下すると、17.6mL で B 色の変化が表れた。この反応の過マンガン酸イオンの半反応式は、次のように示される。

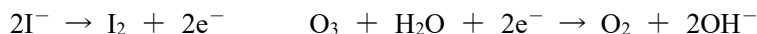


- (1) 下線部 A について、硫酸ではなく硝酸を用いた場合、どのような不都合があるか簡潔に答えよ。
- (2) ①式のように、過酸化水素の半反応式を記せ。
- (3) 過酸化水素と過マンガン酸カリウムが反応したときの化学反応式を、イオンを使用せずに答えよ。
- (4) 下線部 B について、ビーカー内の水溶液は何色から何色に変化するか。
- (5) 最初の過酸化水素水の濃度[mol/L]を求めよ。

2

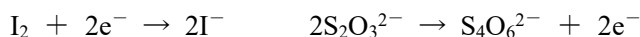
ある気体中に含まれるオゾンの含有率を調べるため、以下の実験をおこなった。

実験 1：十分な量のヨウ化カリウム水溶液に、標準状態で 5.6L の気体を通じたところ、ヨウ素が生成した。この反応のヨウ化物イオン、オゾンの反応は



で表される。ただし、気体中にヨウ化物イオンと反応するのはオゾンだけであるとする。

実験 2：実験 1 の水溶液に少量のデンプン水溶液を加え、0.10mol/L のチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定したところ、終点までに 4.8mL を要した。このときの反応は、



で表される。

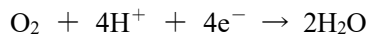
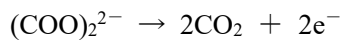
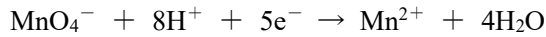
- (1) 下線部について、実験 2 でデンプン水溶液を加えたとき、水溶液は何色に変化するか。また、色の変化は、デンプンと何の物質が反応するのかを、化学式で答えよ。
- (2) 実験 1, 2 で酸化剤としてはたらく物質を、それぞれ化学式で答えよ。
- (3) 実験 1 で起こる酸化還元反応を、化学反応式でイオンを使用せずに記せ。
- (4) 実験 1 の酸化還元反応で、移動した電子の物質量を答えよ。
- (5) 標準状態における気体 5.6L に含まれていたオゾンの体積の割合を%で答えよ。

3

ある河川の COD を調べるため、以下の操作をして、河川の水にある有機物の量を測定した。

- ① ある河川の水 100mL をビーカーに入れ、そこに硫酸と  $6.0 \times 10^{-5} \text{mol}$  の過マンガン酸カリウムを加えて、有機物を全て反応させた。
- ② 次に、シュウ酸ナトリウムを  $1.5 \times 10^{-4} \text{mol}$  を全て反応させたところ、水溶液の色は無色となった。
- ③ 水溶液中に残ったシュウ酸ナトリウムを反応させるために、過マンガン酸カリウムは  $1.8 \times 10^{-6} \text{mol}$  滴下する必要がある。

また、今回の反応では、過マンガン酸イオン、シュウ酸イオン、酸素は以下のように反応する。



- (1) シュウ酸ナトリウムを 1mol 反応させるために、過マンガン酸カリウムは何 mol 必要か。
- (2) ①で、有機物と反応した過マンガン酸カリウムの物質量を求めよ。
- (3) 過マンガン酸カリウム 1mol が反応する有機物を酸素で反応させる場合、酸素は何 mol 必要か答えよ。
- (4) ①で、有機物を反応させるために、過マンガン酸カリウムではなく酸素を用いた場合、必要な酸素の物質量を答えよ。
- (5) この河川の水 1L あたりに含まれる有機物を全て酸化させるために必要な酸素の質量を答えよ。ただし、単位は mg/L とし、酸素の原子量は 16 とする。
- (6) 河川の水の塩分濃度が高い場合、操作①の前に硝酸銀を入れて塩化銀を沈殿させることで、水中から塩化物イオンを取り除くことがある。水中に塩化物イオンが残っていると、どのような不都合があるか答えよ。

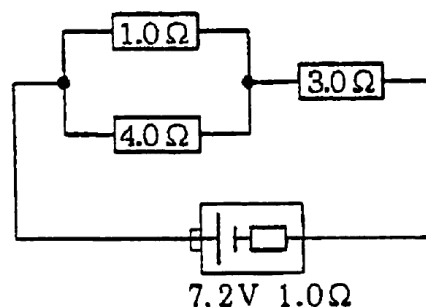
## ＜物理編＞

4 有効数字を考慮して、次の計算をせよ。

- (1)  $17.6 + 0.29 - 0.018$                       (2)  $14 + 3.0 \times 3.1$                       (3)  $2.47 \times 2.21 \times 1.50$   
 (4)  $22.4 \times 7.25 \div 2.5 \times 6.2$                       (5)  $(2 \times 10^{-6})^2 \div 5.0$                       (6)  $(1.2 \times 10^{12}) \div (4.8 \times 10^{-6})$

5 図のように、電池（起電力 7.2 V、内部抵抗 1.0 Ω）に、3つの抵抗（1.0 Ω、3.0 Ω、4.0 Ω）を接続した。

- (1) 3つの抵抗の合成抵抗は何 Ω か。  
 (2) 電池を流れる電流は何 A か。  
 (3) 3.0 Ω の抵抗で消費される電力はいくらか。  
 (4) 4.0 Ω の抵抗で消費される電力はいくらか。  
 (5) 4.0 Ω の抵抗で 1.0 分間に発生する熱量はいくらか。



J と cal の両方で答えよ。

6 消費電力 1.0 kW の電気ポットがある。これを使って、20.0 °Cの水を 70.0 °Cのお湯にすることを考える。ただし、消費電力はすべて水に吸収されるものとし、水の比熱を 4.2 J/g · K とする。

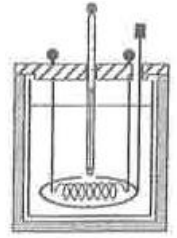
- (1) 水に吸収された熱量はいくらか。  
 (2) 何分かかかるか。  
 (3) これにかかる電気代はいくらか。ただし、電気代は 1kWh で 20 円とする。

7 100 V-40 W 電球 X と 100 V-100 W 電球 Y がある。ただし、この電球は発熱しても抵抗値が変わらないものとする。

- (1) 電球 X と電球 Y のフィラメントの電気抵抗は、それぞれいくらか。  
 (2) 電球 X と電球 Y を並列にして 100 V の電源に接続したとき、電球 X の消費電力は電球 Y の何倍か。  
 (3) 電球 X と電球 Y を直列にして 100 V の電源に接続したとき、電球 X の消費電力は電球 Y の何倍か。  
 (4) 電球 X と電球 Y を直列にして、電源電圧を 0 V から増加させたとき、最初につくのはどちらか。  
     ① 100 V-40 W 電球 X                      ② 100 V-100 W 電球 Y                      ③ 同じ  
 (5) 電球 X と電球 Y を直列に接続したとき明るいのはどちらか。また並列に接続したときはどうか。  
     ① 100 V-40 W 電球 X                      ② 100 V-100 W 電球 Y                      ③ 同じ

8 以下の問いに答えよ。

- (1) 水の比熱を cal を使って答えよ。
- (2) 熱の仕事当量はいくらか。有効数字 3 桁で答えよ。
- (3) 右図のような水熱量計がある。銅製容器の質量を測ると  $1.0 \times 10^2 \text{ g}$  で、この容器に水を入れて質量を測ると、 $3.0 \times 10^2 \text{ g}$  であった。次に、熱量計内の電熱線に 2.0 V の電圧をかけ、2.5 A の電流を流したところ、はじめ  $22.0 \text{ }^\circ\text{C}$  であった水温が、15 分後に  $27.0 \text{ }^\circ\text{C}$  になった。ただし、銅の比熱を  $0.092 \text{ cal/g} \cdot \text{K}$  とする。
- (3) この実験の消費電力を求めよ。
- (4) ニクロム線から発生したジュール熱を求めよ。
- (5) 水と銅製容器が吸収した熱量を温度から求めよ。
- (6) この実験で求められる熱の仕事当量はいくらか。ただし、ニクロム線から発生した熱はすべて、銅製容器と水が吸収するものとして計算せよ。
- (7) この実験を 1 クラス 12 班編制で 5 クラス実験したとすると、電気代はいくらになるか。ただし、電気代は 1 kWh で 25 円とする。



以上のようにして熱の仕事当量を求める上で、ニクロム線から発生した熱はすべて、銅製容器と水が吸収するものと仮定したが、これについて以下を考える。

- (8) この実験中に次のア、イのようなことが起きた。これを無視して実験を続けたとき、得られた仕事当量は定数表の真の値に比べてどうなるか。①～③から最も適当なものを選べ。  
ア. 激しくかき混ぜすぎて、水がまわりに飛び散った。  
イ. かき混ぜ棒や、容器内の空気に熱が逃げた。

- ① 小さくなる      ② 変わらない      ③ 大きくなる

## 【解答】

- 1 (1) 硝酸が酸化剤として過酸化水素と反応してしまうため。  
(2)  $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$   
(3)  $2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{MnSO}_4 + 5\text{O}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$   
(4) 無色→赤紫色 (5)  $8.80 \times 10^{-2} \text{mol}$
- 2 (1) 色：青紫 化学式： $\text{I}_2$  (2) 実験1： $\text{O}_3$  実験2： $\text{I}_2$   
(3)  $\text{O}_3 + 2\text{KI} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + \text{I}_2 + 2\text{KOH}$  (4)  $4.8 \times 10^{-4} \text{mol}$  (5) 0.096%
- 3 (1) 0.4mol (2)  $1.8 \times 10^{-6} \text{mol}$  (3) 1.25mol (4)  $2.25 \times 10^{-6} \text{mol}$   
(5) 0.72mg/L (6) 塩化物イオンが過マンガン酸カリウムと反応する可能性があるため。
- 4 (1) 17.9 (2) 23 (3) 8.19 (4)  $4.0 \times 10^2$  (5)  $8 \times 10^{-13}$  (6)  $2.5 \times 10^{17}$
- 5 (1)  $\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{1} + \frac{1}{4} = \frac{5}{4}$  よって  $R_{14} = \frac{4}{5} = 0.8$  よって  $0.8 + 3 = 3.8\Omega$   
(2)  $E = RI$  より  $7.2 = (3.8 + 1.0) \times I$  よって  $I = 1.5\text{A}$  (3)  $P = RI^2 = 3 \times 1.5^2 = 6.75 \approx 6.8\text{W}$   
(4)  $I_1 : I_4 = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_4} = \frac{1}{1} : \frac{1}{4} = 4 : 1$   $I_1 + I_4 = 1.5$  より  $I_4 = 0.3$   $P = RI^2 = 4 \times 0.3^2 = 0.36\text{W}$   
(5)  $W = Pt = 0.36 \times 60 = 21.6 \approx 22\text{J}$   $W = J \times Q$  より  $21.6 = 4.19 \times Q$  よって  $Q = 5.15 \approx 5.2\text{cal}$
- 6 (1)  $Q = mc\Delta t = 2.0 \times 10^3 \times 4.2 \times (70 - 20) = 4.2 \times 10^5 \text{J}$   
(2)  $W = Pt$  より  $4.2 \times 10^5 = 1.0 \times 10^3 \times t$  よって  $t = 420$  秒なので、7分  
(3)  $W = Pt = 1.0 \times \frac{7}{60} [\text{kWh}]$  ゆえに  $\frac{7}{60} \times 20 = 2.33$  円
- 7 (1) X :  $250\Omega$  Y :  $100\Omega$  (2) 0.4倍 (3) 2.5倍 (4) ① (5) 直列：① 並列：②
- 8 (1)  $1 \text{ cal/g} \cdot \text{K}$  (2)  $4.19 \text{ J/cal}$  (3)  $P = I \cdot V = 2.5 \times 2.0 = \underline{5.0 \text{ W}}$   
(4)  $W = P \cdot t = 5.0 \times 15 \times 60 = 4500$   $\therefore \underline{4.5 \times 10^3 \text{ J}}$   
(5)  $Q = (m_{\text{水}} \cdot c_{\text{水}} + m_{\text{銅}} \cdot c_{\text{銅}}) \Delta T = \{(3.0 \times 10^2 - 1.0 \times 10^2) \times 1 + 1.0 \times 10^2 \times 0.092\} \times (27.0 - 22.0) = 1046$   
 $\therefore \underline{1.0 \times 10^3 \text{ cal}}$   
(6)  $W = J \cdot Q$  より  $4500 = J \cdot 1040$   $J \approx 4.32$   $\therefore \underline{4.3 \text{ J/cal}}$   
(7) 1.9円 (8) ア：① イ：③