

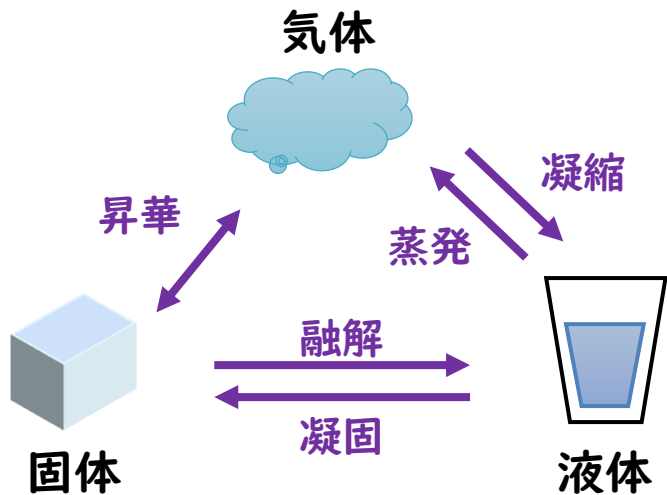
電験三種 オンライン講座

機械 過去問解説(8) 電気化学、電気加熱

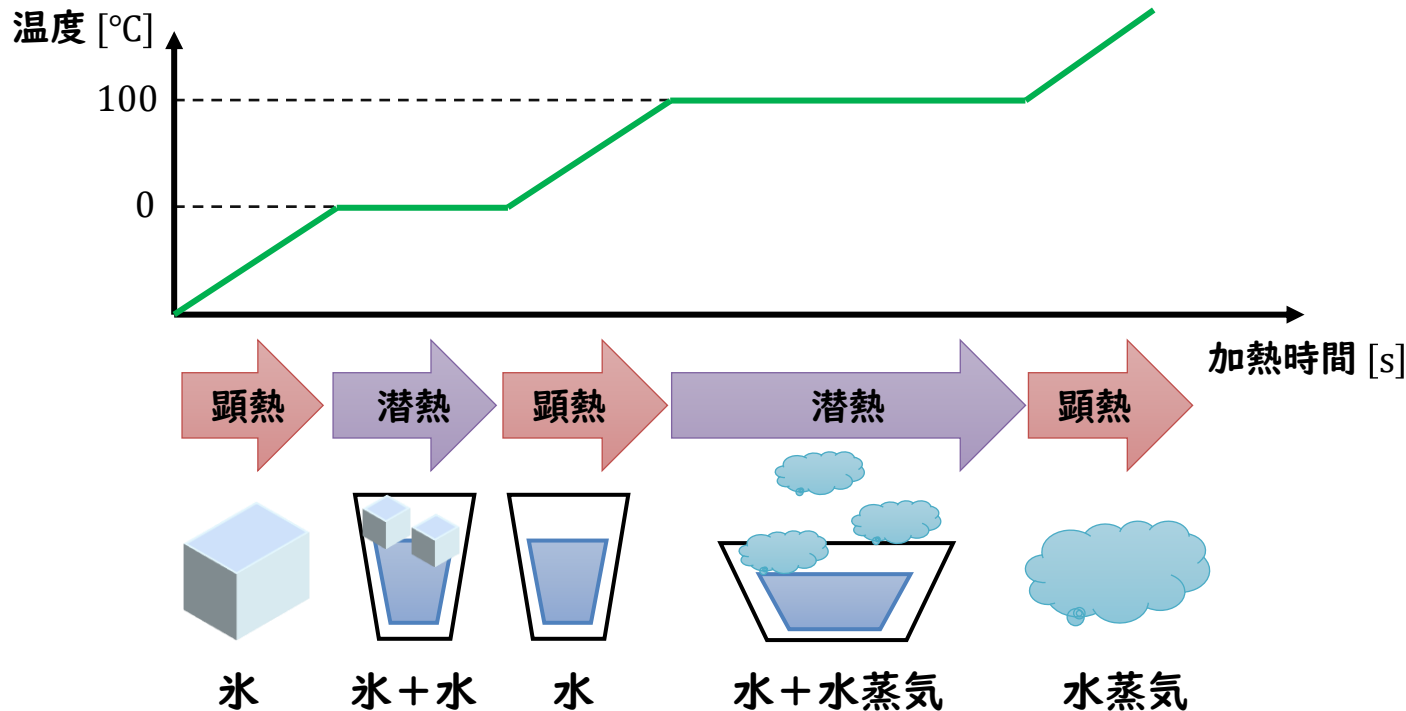


電気加熱

物質の状態変化と熱の関係



水の状態変化と温度の関係



顕熱：物質の温度変化に必要なエネルギー

$$Q = cmT$$

T : 温度差 [K]

Q : 熱量 [J]

c : 比熱 [kJ]/(kg · K)

m : 物質の質量 [kg]

潜熱：物体の状態変化の際に必要なエネルギー

$$Q = \beta m$$

Q : 熱量 [J]

β : 物質の潜熱 [kJ]/(kg)

m : 物質の質量 [kg]

<エネルギーの公式>

$$W [J] = P [W] \times t [s] = 3600 \times P \times h [W \cdot h] = cmT + \beta m$$

H15 問11



電気炉により、質量500 kgの鋳鋼を過熱し、時間20分で完全に溶解させるに必要な電力[kW]の値として、最も近いのは次のうちどれか。

ただし、鋳鋼の加熱前の温度は15°C、溶解の潜熱は314 kJ/kg、比熱は0.67 kJ/(kg・K)及び融点は1535°Cであり、電気炉の効率は80%とする。

- (1) 444 (2) 530 (3) 555 (4) 694 (5) 2900

H15 問11

電気炉により、質量500 kgの鋳鋼を過熱し、時間20分で完全に溶解させるに必要な電力[kW]の値として、最も近いのは次のうちどれか。

ただし、鋳鋼の加熱前の温度は15°C、溶解の潜熱は314 kJ/kg、比熱は0.67 kJ/(kg・K)及び融点は1535°Cであり、電気炉の効率は80%とする。

- (1) 444 (2) 530 (3) 555 (4) 694 (5) 2900

<エネルギーの公式>

$$W[\text{J}] = P[\text{W}] \times t[\text{s}] = 3600 \times P \times h[\text{W} \cdot \text{h}] = cmT + \beta m$$

顕熱：物質の温度変化に必要なエネルギー

潜熱：物体の状態変化の際に必要なエネルギー

$$Q = cmT$$

T: 温度差 [K]

Q: 熱量 [J]

c: 比熱 [kJ/(kg・K)]

m: 物質の質量 [kg]

$$Q = \beta m$$

Q: 熱量 [J]

β : 物質の潜熱 [kJ/(kg)]

m: 物質の質量 [kg]

H15 問11

電気炉により、質量500 kgの鋳鋼を過熱し、時間20分で完全に溶解させるに必要な電力[kW]の値として、最も近いのは次のうちどれか。

ただし、鋳鋼の加熱前の温度は15°C、溶解の潜熱は314 kJ/kg、比熱は0.67 kJ/(kg・K)及び融点は1535°Cであり、電気炉の効率は80%とする。

- (1) 444 (2) 530 (3) 555 (4) 694 (5) 2900

$$P \times 20 \times 60 \times 0.8 = cmT + \beta m$$
$$= 0.67 \times 500 \times (1535 - 15) + 314 \times 500$$

$$P = \frac{0.67 \times 500 \times (1535 - 15) + 314 \times 500}{20 \times 60 \times 0.8}$$

$$P = 694 \text{ kW}$$

<エネルギーの公式>

$$W[\text{J}] = P[\text{W}] \times t[\text{s}] = 3600 \times P \times h[\text{W} \cdot \text{h}] = cmT + \beta m$$

顕熱：物質の温度変化に必要なエネルギー

潜熱：物体の状態変化の際に必要なエネルギー

$$Q = cmT$$

T: 温度差 [K]

Q: 熱量 [J]

c: 比熱 [kJ/(kg・K)]

m: 物質の質量 [kg]

$$Q = \beta m$$

Q: 熱量 [J]

β : 物質の潜熱 [kJ/(kg)]

m: 物質の質量 [kg]

H17 問17

20°Cにおいて含水量70 kgを含んだ木材100 kgがある。これを100°Cに設定した乾燥器によって含水量が5kgとなるまで乾燥したい。次の(a)及び(b)に答えよ。

ただし、木材の換算乾燥状態での比熱を $1.25 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 、水の比熱と蒸発潜熱をそれぞれ $4.19 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 、 $2.26 \times 10^3 \text{ kJ}/\text{kg}$ とする。

(a) この乾燥に要する全熱量[kJ]の値として、最も近いものは次のうちどれか。

- (1) 14.3×10^3 (2) 23.0×10^3 (3) 147×10^3
(4) 161×10^3 (5) 173×10^3

(b) 乾燥器の容量（消費電力）を22kW、総合効率を55%とするとき、乾燥に要する時間[h]の値として、最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 1.2 (2) 4.0 (3) 5.0 (4) 14.0 (5) 17.0

H17 問17

20°Cにおいて含水量70 kgを含んだ木材100 kgがある。これを100°Cに設定した乾燥器によって含水量が5kgとなるまで乾燥したい。次の(a)及び(b)に答えよ。

ただし、木材の換算乾燥状態での比熱を1.25 kJ/(kg・K)、水の比熱と蒸発潜熱をそれぞれ4.19 kJ/(kg・K)、 2.26×10^3 kJ/kgとする。

(a) この乾燥に要する全熱量[kJ]の値として、最も近いものは次のうちどれか。

- (1) 14.3×10^3 (2) 23.0×10^3 (3) 147×10^3
(4) 161×10^3 (5) 173×10^3

(b) 乾燥器の容量（消費電力）を22kW、総合効率を55%とするとき、乾燥に要する時間[h]の値として、最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 1.2 (2) 4.0 (3) 5.0 (4) 14.0 (5) 17.0

<エネルギーの公式>

$$W[\text{J}] = P[\text{W}] \times t[\text{s}] = 3600 \times P \times h[\text{W} \cdot \text{h}] = cmT + \beta m$$

H17 問17

20°Cにおいて含水量70 kgを含んだ木材100 kgがある。これを100°Cに設定した乾燥器によって含水量が5kgとなるまで乾燥したい。次の(a)及び(b)に答えよ。

ただし、木材の換算乾燥状態での比熱を1.25 kJ/(kg・K)、水の比熱と蒸発潜熱をそれぞれ4.19 kJ/(kg・K)、 2.26×10^3 kJ/kgとする。

(a) この乾燥に要する全熱量[kJ]の値として、最も近いものは次のうちどれか。

- (1) 14.3×10^3 (2) 23.0×10^3 (3) 147×10^3
(4) 161×10^3 (5) 173×10^3

(b) 乾燥器の容量（消費電力）を22kW、総合効率を55%とするとき、乾燥に要する時間[h]の値として、最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 1.2 (2) 4.0 (3) 5.0 (4) 14.0 (5) 17.0

<エネルギーの公式>

$$W[J] = P[W] \times t[s] = 3600 \times P \times h[W \cdot h] = cmT + \beta m$$

$$W = cmT + \beta m$$
$$= \underbrace{1.25 \times 30 \times (100 - 20)}_{\text{30kgの木材を加熱}} + \underbrace{4.19 \times 70 \times (100 - 20)}_{\text{70kgの水を加熱}} + \underbrace{2.26 \times 10^3 \times 65}_{\text{65kgの水を蒸発}}$$

$$W = 173364 \text{ kJ} = 173 \times 10^3 \text{ kJ}$$

$$\eta W_{in} = W$$

$$W_{in} = W \times \frac{1}{\eta} = P \times 3600 \times h \rightarrow h = \frac{W}{3600P\eta}$$

$$h = \frac{173 \times 10^3}{3600 \times 22 \times 0.55} = 3.97 \text{ h}$$

H17 問17

20°Cにおいて含水量70 kgを含んだ木材100 kgがある。これを100°Cに設定した乾燥器によって含水量が5kgとなるまで乾燥したい。次の(a)及び(b)に答えよ。

ただし、木材の換算乾燥状態での比熱を $1.25 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 、水の比熱と蒸発潜熱をそれぞれ $4.19 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 、 $2.26 \times 10^3 \text{ kJ}/\text{kg}$ とする。

(a) この乾燥に要する全熱量[kJ]の値として、最も近いものは次のうちどれか。

- (1) 14.3×10^3 (2) 23.0×10^3 (3) 147×10^3
(4) 161×10^3 (5) 173×10^3

(b) 乾燥器の容量（消費電力）を22kW、総合効率を55%とするとき、乾燥に要する時間[h]の値として、最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 1.2 (2) 4.0 (3) 5.0 (4) 14.0 (5) 17.0



電気化学

原子量とmol (モル)

原子量：原子の陽子と中性子の個数の合計であり、原子の質量を表す

水素(H)	原子量 1	銅(Cu)	原子量 63.5
炭素(C)	原子量 12	亜鉛(Zn)	原子量 65.4
酸素(O)	原子量 16	鉛(Pb)	原子量 207

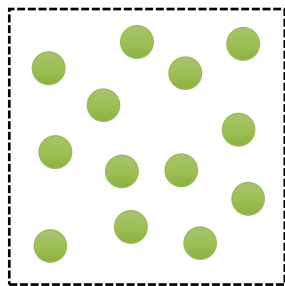
モル(mol)：原子の数を表す単位 $1 \text{ mol} = 6.02 \times 10^{23}$ 個

鉛筆12本で1ダース
みたいな感じ

1 molの物質の質量 → 原子量にグラムをつけたもの

1 molの物質の体積 → 0 °C、1 気圧で 22.4 l

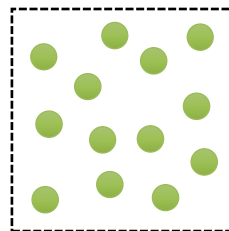
1 mol



数 6.02×10^{23} 個
体積 22.4 l

銅(Cu)

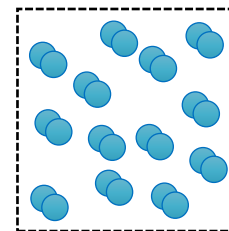
1 mol



63.5 g

水素(H₂)

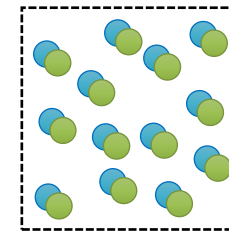
1 mol



$2 \times 1 = 2 \text{ g}$

酸化銅(CuO)

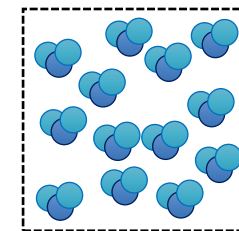
1 mol



$63.5 + 16$
 $= 79.5 \text{ g}$

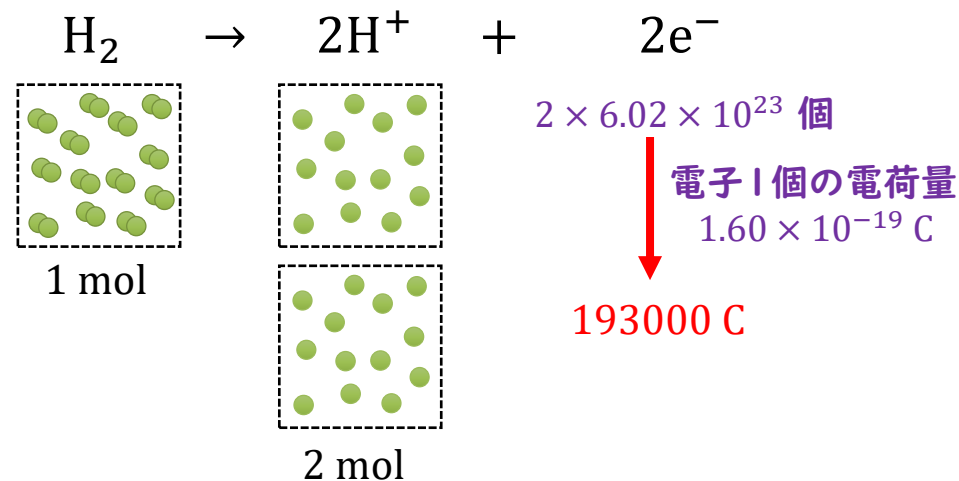
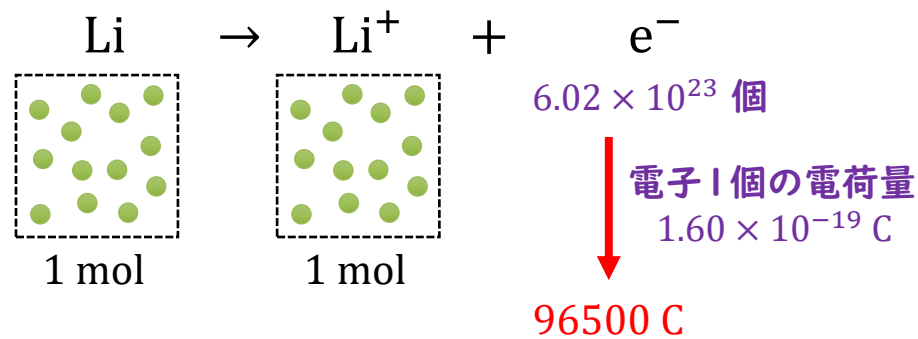
水(H₂O)

1 mol



$2 \times 1 + 16$
 $= 18 \text{ g}$

化学反応と電荷量



電気分解のファラデーの法則

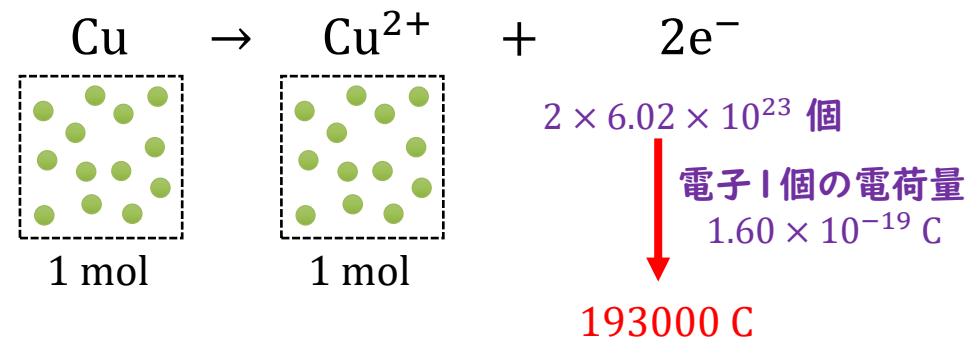
$$n \times \frac{w}{M} \times 96500 \text{ [C/mol]} = Q \text{ [C]} = It \text{ [A} \cdot \text{s]}$$

n : イオンの価数

w : 析出量 (生成された物質の質量) [g]

M : 原子量 [g/mol]

96500 : ファラデー定数 [C/mol]



H19 問13

硫酸亜鉛 (ZnSO_4) /硫酸系の電解液の中で陽極に亜鉛を、陰極に鋼帯の原板を用いた電気めっき法はトタンの製造法として広く知られている。今、両電極間に2 Aの電流を5 h 通じたとき、原板に析出する亜鉛の量[g]の値として、最も近いのは次のうちどれか。ただし、亜鉛の原子価（反応電子数）は2、原子量は65.4、電流効率は65%、ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

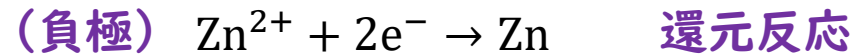
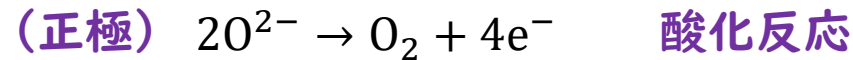
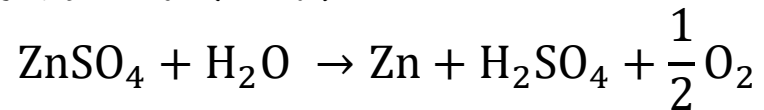
- (1) 0.0022 (2) 0.13 (3) 0.31 (4) 7.9 (5) 16

H19 問13

硫酸亜鉛 (ZnSO_4) /硫酸系の電解液の中で陽極に亜鉛を、陰極に鋼帯の原板を用いた電気めっき法はトタンの製造法として広く知られている。今、両電極間に2 Aの電流を5 h 通じたとき、原板に析出する亜鉛の量[g]の値として、最も近いのは次のうちどれか。ただし、亜鉛の原子価（反応電子数）は2、原子量は65.4、電流効率は65%、ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

- (1) 0.0022 (2) 0.13 (3) 0.31 (4) 7.9 (5) 16

化学反応式（全体）



$$n \times \frac{w}{M} \times 96500 [\text{C/mol}] = Q [\text{C}] = It [\text{A} \cdot \text{s}]$$

n : イオンの価数

w : 析出量（生成された物質の質量） [g]

M : 原子量 [g/mol]

96500 : ファラデー定数 [C/mol]

H19 問13

硫酸亜鉛 (ZnSO₄) /硫酸系の電解液の中で陽極に亜鉛を、陰極に鋼帯の原板を用いた電気めっき法はトタンの製造法として広く知られている。今、両電極間に2 Aの電流を5 h通じたとき、原板に析出する亜鉛の量[g]の値として、最も近いのは次のうちどれか。ただし、亜鉛の原子価 (反応電子数) は2、原子量は65.4、電流効率は65%、ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4$ C/molとする。

- (1) 0.0022 (2) 0.13 (3) 0.31 (4) 7.9 (5) 16

$$2 \times \frac{w}{65.4} \times 96500 = \frac{2 \times 5 \times 3600 \times 0.65}{5 \text{時間}} \times 96500$$

1 molの原子を生み出すために関与する電子

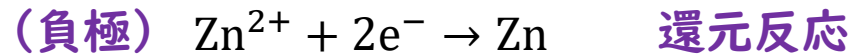
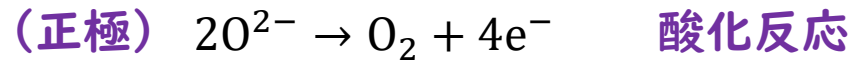
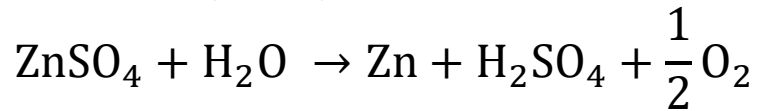
析出量 (mol換算)

molをクーロンに換算

5時間で与える電荷量

反応に寄与する割合 (電流効率)

化学反応式 (全体)



$$w = \frac{2 \times 5 \times 3600 \times 0.65 \times 65.4}{2 \times 96500} = 7.93 \text{ g}$$

$$n \times \frac{w}{M} \times 96500 [\text{C/mol}] = Q [\text{C}] = It [\text{A} \cdot \text{s}]$$

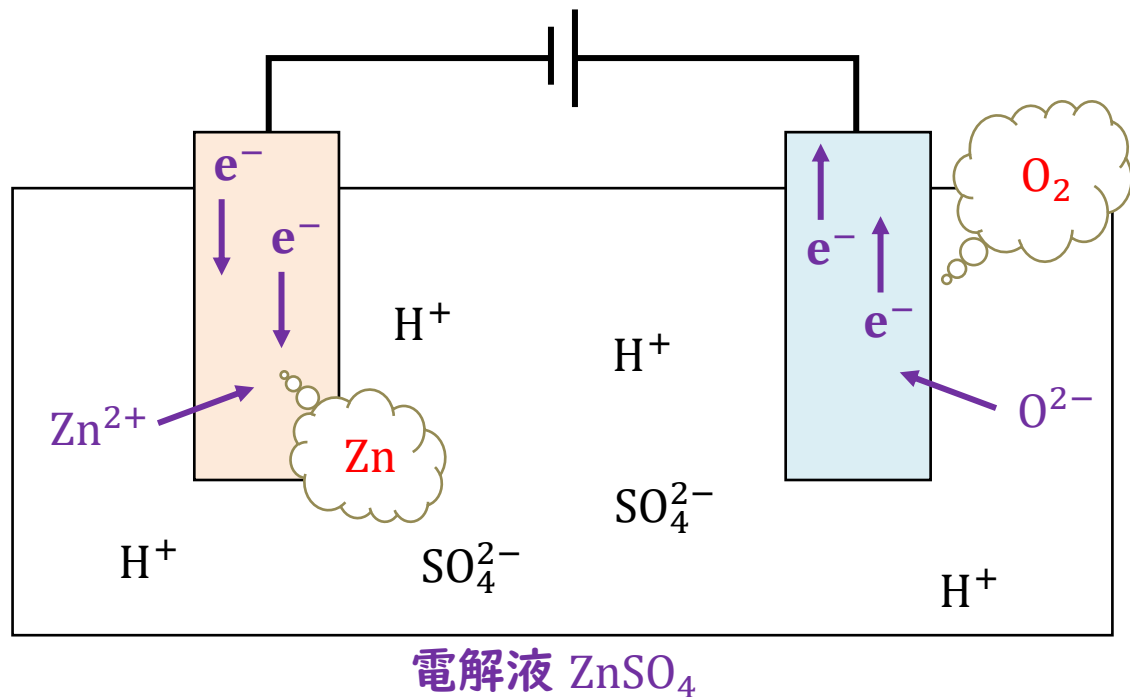
n : イオンの価数

w : 析出量 (生成された物質の質量) [g]

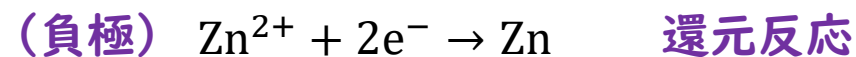
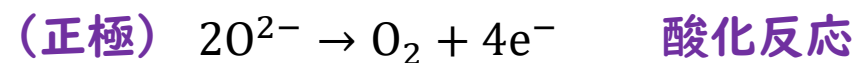
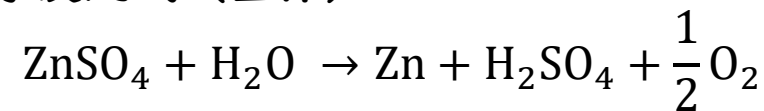
M : 原子量 [g/mol]

96500 : ファラデー定数 [C/mol]

金属の電解採取



化学反応式（全体）



ZnSO_4 の電解液に対して電圧を印加することで、負極の電極に電解液中の金属イオンであるZnが析出し、金属の採取が可能となる。

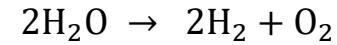
あらゆる金属がこの方法で精製できるわけではなく、イオン化傾向が水素に比べて大きい金属は電解採取が困難である。

負極
還元反応
カソード
Zn生成

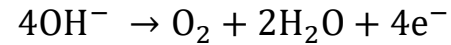
正極
酸化反応
アノード
 O_2 生成

H12 問10

水の電気分解は次の反応により進行する。



このとき、アルカリ水溶液中では陽極（アノード）において、次の反応により酸素が発生する。

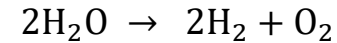


いま、2.7 kA・hの電気量が流れたとき、理論的に得られる酸素の質量 [kg]の値として、正しいのは次のうちどれか。
ただし、酸素の原子量は16、ファラデー定数は27 A・h/molとする。

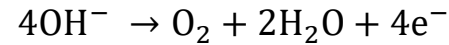
- (1) 0.4 (2) 0.8 (3) 6.4 (4) 13 (5) 32

H12 問10

水の電気分解は次の反応により進行する。



このとき、アルカリ水溶液中では陽極（アノード）において、次の反応により酸素が発生する。



いま、 $2.7 \text{ kA} \cdot \text{h}$ の電気量が流れたとき、理論的に得られる酸素の質量 [kg]の値として、正しいのは次のうちどれか。
ただし、酸素の原子量は16、ファラデー定数は $27 \text{ A} \cdot \text{h/mol}$ とする。

- (1) 0.4 (2) 0.8 (3) 6.4 (4) 13 (5) 32

$$n \times \frac{w}{M} \times 96500 [\text{C/mol}] = Q [\text{C}] = It [\text{A} \cdot \text{s}]$$

n : イオンの価数

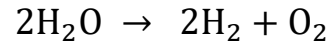
w : 析出量（生成された物質の質量） [g]

M : 原子量 [g/mol]

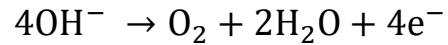
96500 : ファラデー定数 [C/mol]

H12 問10

水の電気分解は次の反応により進行する。



このとき、アルカリ水溶液中では陽極（アノード）において、次の反応により酸素が発生する。



いま、2.7 kA・hの電気量が流れたとき、理論的に得られる酸素の質量 [kg]の値として、正しいのは次のうちどれか。
ただし、酸素の原子量は16、ファラデー定数は27 A・h/molとする。

- (1) 0.4 (2) 0.8 (3) 6.4 (4) 13 (5) 32

$$n \times \frac{w}{M} \times 96500 [\text{C/mol}] = Q [\text{C}] = It [\text{A} \cdot \text{s}]$$

n : イオンの価数

w : 析出量 (生成された物質の質量) [g]

M : 原子量 [g/mol]

96500 : ファラデー定数 [C/mol]

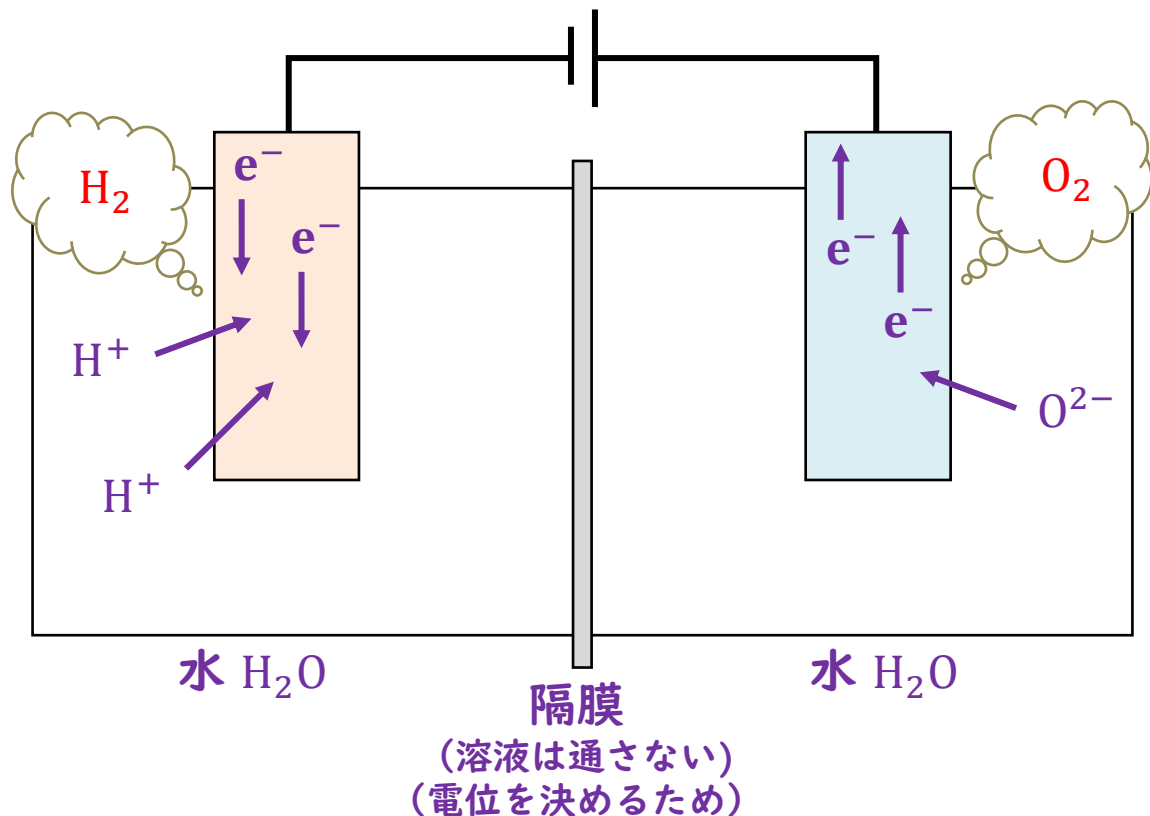
$$4 \times \frac{w}{16 \times 2} \times 27 = 2.7 \times 10^3$$

析出量 (mol換算) 与える電気量

1 molの分子を生み出すために関与する電子 molをA・hに換算

$$w = \frac{2.7 \times 10^3 \times 16 \times 2}{4 \times 27} = 800 \text{ g} \rightarrow 0.8 \text{ kg}$$

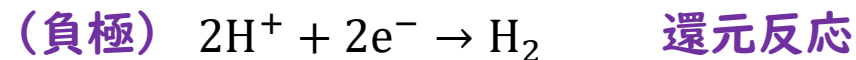
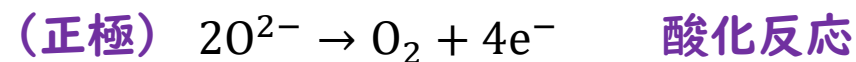
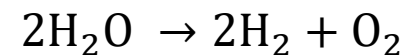
水の電気分解



負極
還元反応
カソード
H₂生成

正極
酸化反応
アノード
O₂生成

化学反応式 (全体)

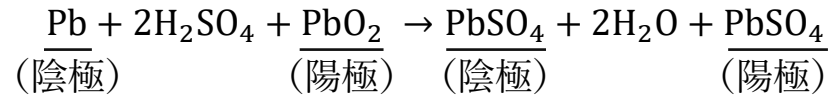


隔膜で隔てた負極と正極を設け、水を加え電圧を印加する。水には導電性を増すため20%の水酸化物 (KOH, NaOH) を加える。

負極に水素、正極に酸素が生成される

H16 問12

鉛蓄電池の放電反応は次のとおりである。

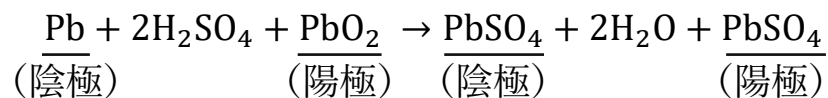


この電池を一定の電流で2時間放電したところ、鉛の消費量は42gであった。このとき流した電流の値として、最も近いのは次のうちどれか。ただし、鉛の原子量は210、ファラデー定数は27 A・h/molとする。

- (1) 1.8 (2) 2.7 (3) 5.4 (4) 11 (5) 16

H16 問12

鉛蓄電池の放電反応は次のとおりである。



この電池を一定の電流で2時間放電したところ、鉛の消費量は42gであった。このとき流した電流の値として、最も近いのは次のうちどれか。ただし、鉛の原子量は210、ファラデー定数は27 A・h/molとする。

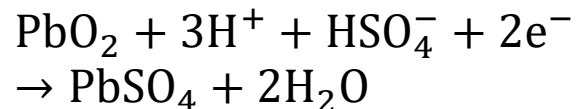
- (1) 1.8 (2) 2.7 (3) 5.4 (4) 11 (5) 16

化学反応式

<放電>

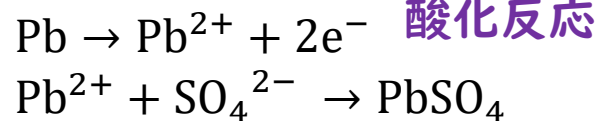
(陽極)

還元反応



(陰極)

酸化反応



$$n \times \frac{w}{M} \times 96500 [\text{C/mol}] = Q [\text{C}] = It [\text{A} \cdot \text{s}]$$

n : イオンの価数

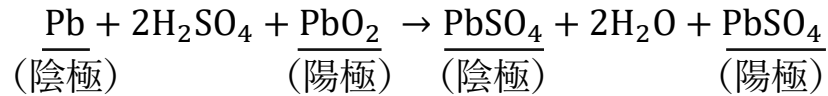
w : 析出量 (生成された物質の質量) [g]

M : 原子量 [g/mol]

96500 : ファラデー定数 [C/mol]

H16 問12

鉛蓄電池の放電反応は次のとおりである。



この電池を一定の電流で2時間放電したところ、鉛の消費量は42gであった。このとき流した電流の値として、最も近いのは次のうちどれか。ただし、鉛の原子量は210、ファラデー定数は27 A・h/molとする。

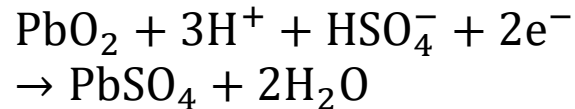
- (1) 1.8 (2) 2.7 (3) 5.4 (4) 11 (5) 16

化学反応式

<放電>

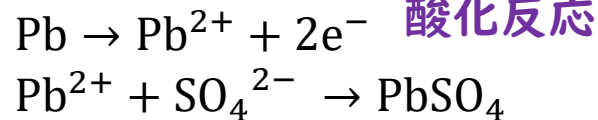
(陽極)

還元反応



(陰極)

酸化反応



$$n \times \frac{w}{M} \times 96500 \text{ [C/mol]} = Q \text{ [C]} = It \text{ [A} \cdot \text{s]}$$

n : イオンの価数

w : 析出量 (生成された物質の質量) [g]

M : 原子量 [g/mol]

96500 : ファラデー定数 [C/mol]

$$2 \times \frac{42}{210} \times 27 = I \times 2$$

消費量 (mol換算) 得られる電気量

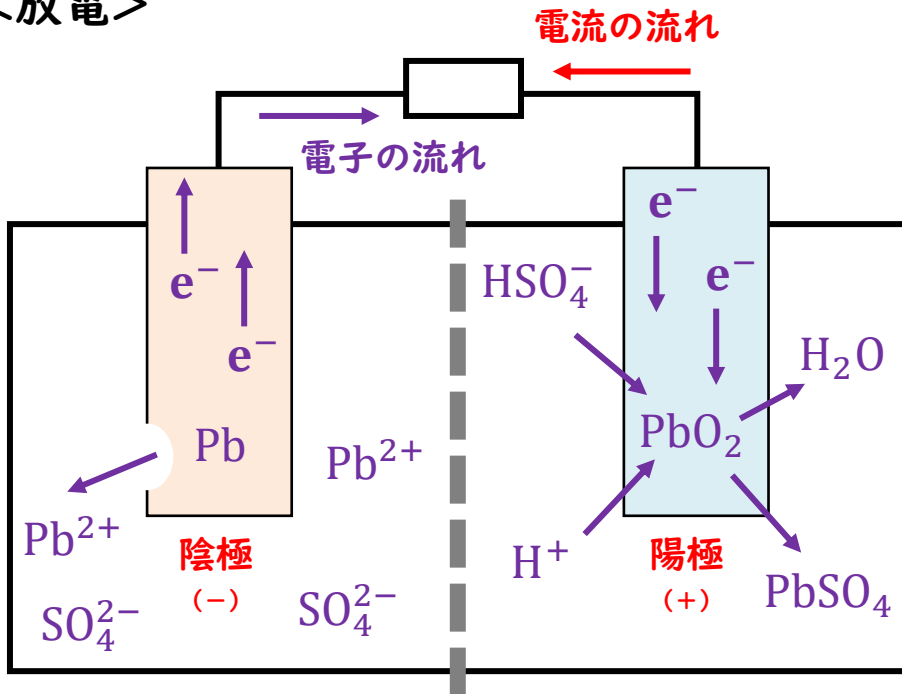
molをA・hに換算

1 molの原子を生み出すために関与する電子

$$I = \frac{2 \times 42 \times 27}{210 \times 2} = 5.4 \text{ A}$$

鉛蓄電池

<放電>

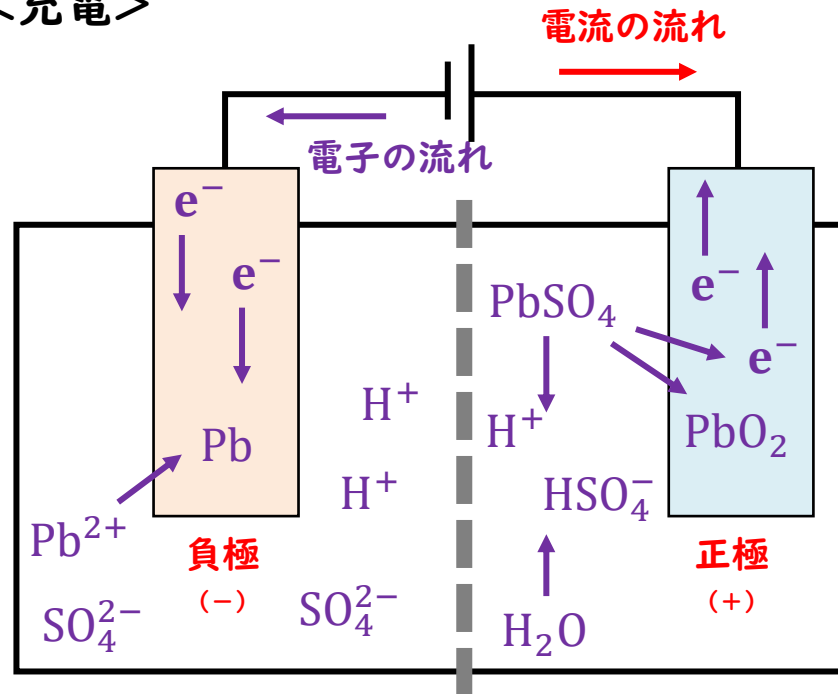


電解液 H₂SO₄

陰極: Pb
酸化反応
アソード
Pb²⁺生成

陽極: PbO₂
還元反応
カソード
PbSO₄生成

<充電>



電解液 H₂SO₄

負極: Pb
還元反応
カソード
Pb生成

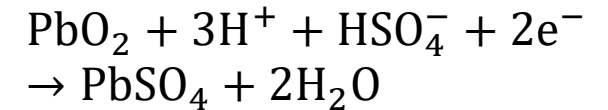
正極: PbO₂
酸化反応
アソード
PbO₂生成

化学反応式

<放電>

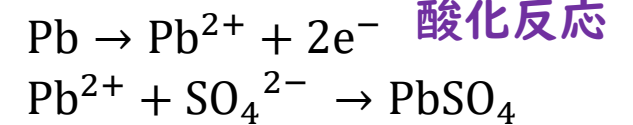
(陽極)

還元反応



(陰極)

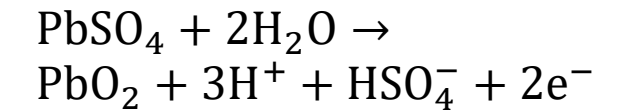
酸化反応



<充電>

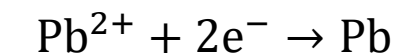
(正極)

酸化反応



(負極)

還元反応



H13 問13

燃料電池は、水素と酸素の化学反応を利用したものである。燃料電池の電圧が0.8 V、電流効率が90%であるとき、次の(a)及び(b)に答えよ。ただし、水素の原子量は1.0、ファラデー定数は $27 \text{ A} \cdot \text{h/mol}$ とする。

(a) 反応によって、30 kgの水素が消費されたとき、燃料電池から得られた電気量[kA・h]の値として最も近いものは次のうちどれか。

- (1) 360 (2) 410 (3) 580 (4) 730 (5) 900

(b) このとき得られた電気エネルギー[kW・h]の値として、最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 290 (2) 520 (3) 580 (4) 720 (5) 910

H13 問13

燃料電池は、水素と酸素の化学反応を利用したものである。燃料電池の電圧が0.8 V、電流効率が90%であるとき、次の(a)及び(b)に答えよ。ただし、水素の原子量は1.0、ファラデー定数は $27 \text{ A} \cdot \text{h/mol}$ とする。

(a) 反応によって、30 kgの水素が消費されたとき、燃料電池から得られた電気量 $[\text{kA} \cdot \text{h}]$ の値として最も近いものは次のうちどれか。

- (1) 360 (2) 410 (3) 580 (4) 730 (5) 900

(b) このとき得られた電気エネルギー $[\text{kW} \cdot \text{h}]$ の値として、最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 290 (2) 520 (3) 580 (4) 720 (5) 910

$$n \times \frac{w}{M} \times 96500 [\text{C/mol}] = Q [\text{C}] = It [\text{A} \cdot \text{s}]$$

n : イオンの価数

w : 析出量 (生成された物質の質量) [g]

M : 原子量 [g/mol]

96500 : ファラデー定数 [C/mol]

H13 問13

燃料電池は、水素と酸素の化学反応を利用したものである。燃料電池の電圧が0.8 V、電流効率が90%であるとき、次の(a)及び(b)に答えよ。ただし、水素の原子量は1.0、ファラデー定数は $27 \text{ A} \cdot \text{h/mol}$ とする。

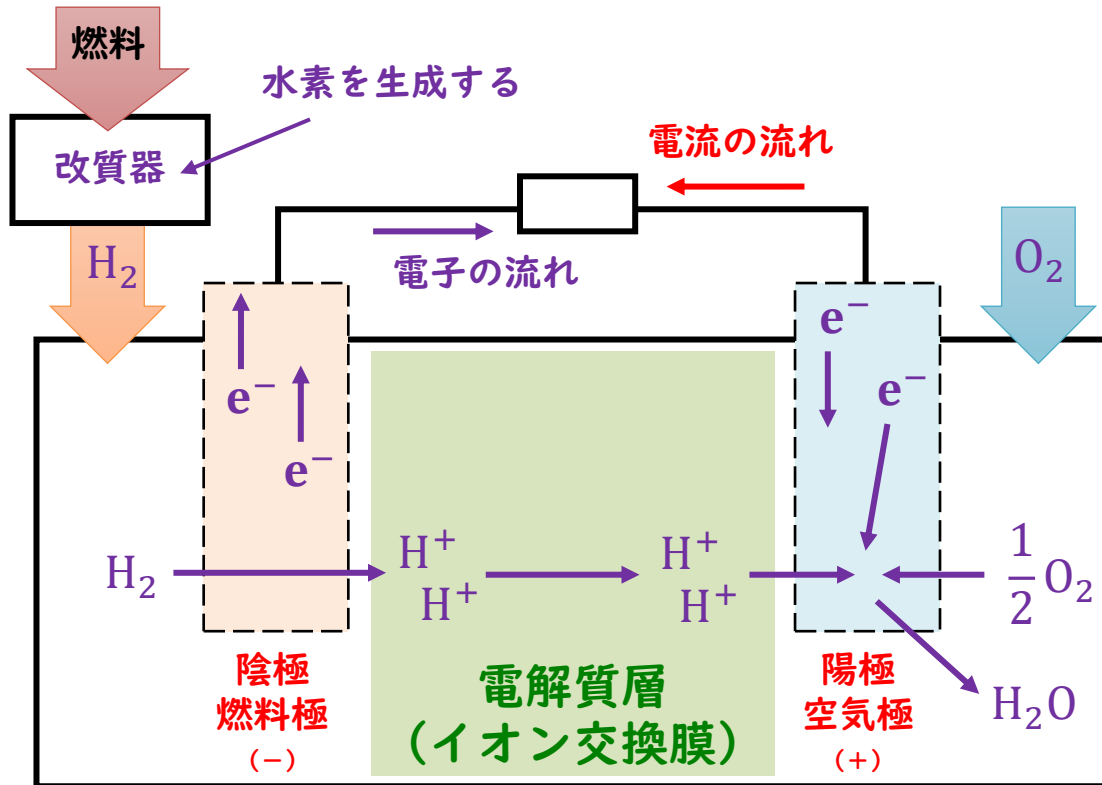
(a) 反応によって、30 kgの水素が消費されたとき、燃料電池から得られた電気量[kA・h]の値として最も近いものは次のうちどれか。

- (1) 360 (2) 410 (3) 580 (4) 730 (5) 900

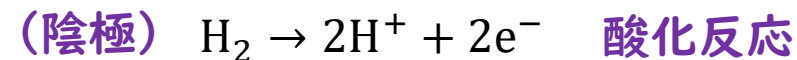
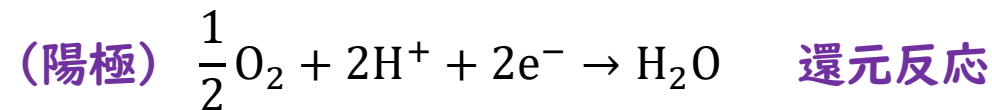
(b) このとき得られた電気エネルギー[kW・h]の値として、最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 290 (2) 520 (3) 580 (4) 720 (5) 910

燃料電池



化学反応式



燃料（水素）と酸素を供給して、電気を取り出す。

反応により発熱反応が生じる

電解質の種類により発電効率や動作温度が異なる。

陰極
燃料極
酸化反応
アノード
H⁺生成

陽極
空気極
還元反応
カソード
H₂O生成

種類	固体高分子形	リン酸形	熔融炭酸塩形	固体酸化物形
記号	PEFC	PAFC	MCFC	SOFC
電解質	イオン交換膜	リン酸	熔融炭酸塩	セラミック
触媒	白金 (Pt)	白金 (Pt)	不要	不要
燃料極	水素	水素	水素 一酸化炭素	水素 一酸化炭素
空気極	空気	空気	空気	空気
効率	30 ~ 40 %	35 ~ 45 %	45 ~ 60 %	50 ~ 65 %
作動温度	常温 ~ 90 °C	200 °C	650 ~ 700 °C	700 ~ 1000 °C

ご聴講ありがとうございました!!