

近畿大学医学部

推薦入試直前対策

ミリカ予備校:丸本

【化学】

【1】

0.020 mol/L の酢酸水溶液 100 mL を入れた 5 つのビーカーに、それぞれ次の(a)~(e)の操作を行った。25°Cにおける各水溶液の pH を計算せよ。ただし、25°Cの酢酸の電離定数 K_a を 2.0×10^{-5} mol/L とし、答えは小数点以下第 1 位まで求めよ。なお、(b)~(e)においては、溶液の混合に際して体積の加成性が成り立っているものとする。

必要であれば、次の数値を用いよ。 $\log_{10}2=0.30$, $\log_{10}3=0.48$

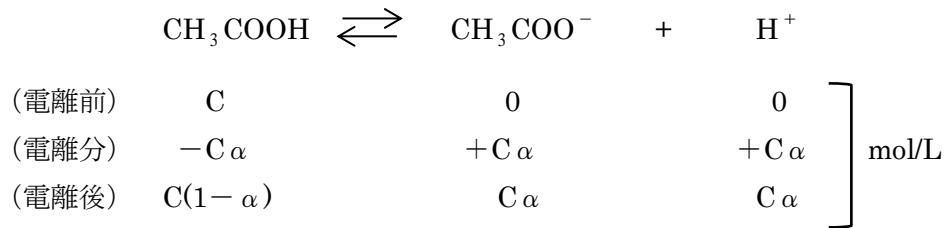
- (a) 水を加えて 1.0L とした。
- (b) 0.040 mol/L の塩酸 100 mL を加えた。
- (c) 0.040 mol/L の水酸化カリウム水溶液 100 mL を加えた。
- (d) 0.020 mol/L の酢酸カリウム水溶液 100 mL を加えた。
- (e) 0.010 mol/L の酢酸カリウム水溶液 100 mL を加えた。

(2017 推薦)

【解説】

☆ 酢酸水溶液の $[H^+]$ の導出

酢酸を水に溶かすと弱酸の電離平衡が生じる。酢酸水溶液のモル濃度を $C[\text{mol/L}]$ ，電離度を α ，電離定数を K_a とし， $[H^+]$ を求める。



ここで化学平衡の法則より $K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{C\alpha \times C\alpha}{C(1-\alpha)} = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha}$$

酢酸のような弱酸では， α が非常に小さいので $1-\alpha \doteq 1$ と近似することができる。

※ $\alpha < 0.05$ 近似 OK $\alpha \geq 0.05$ 近似 NG

$$K_a = C\alpha^2 \Leftrightarrow \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$$

$$[H^+] = C\alpha = \sqrt{CK_a}$$

(a)

(b) 塩酸の電離により酢酸の電離は無視できるので、塩酸の電離のみ考える。混合溶液の体積が 200 mL であることに注意して水素イオン濃度を求めると

$$[\text{H}^+] = 0.040 \times \frac{100}{1000} \times \frac{1000}{200} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$\therefore \text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+] = -\log_{10}(2 \times 10^{-2}) = 2 - \log_{10}2 = 1.7$$

(c) 酢酸水溶液と水酸化カリウム水溶液を混合すると中和反応が起こる。それぞれの物質量を求めると

$$\text{CH}_3\text{COOH}(\text{mol}) = 0.020 \times \frac{100}{1000} = 0.0020 \text{ mol}$$

$$\text{KOH}(\text{mol}) = 0.040 \times \frac{100}{1000} = 0.0040 \text{ mol}$$

よって、中和反応後、KOH が 0.0020 mol 残っているの

$$[\text{OH}^-] = 0.0020 \times \frac{1000}{200} = 1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-2}} = 1.0 \times 10^{-12} \text{ mol/L} \quad \therefore \text{pH} = 12.0$$

(d) 酢酸と酢酸カリウムの混合溶液より緩衝液である。酢酸と酢酸カリウムの濃度と体積が等しいので $[\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{CH}_3\text{COO}^-]$ となっている。したがって、酢酸の電離定数の式より

$$[\text{H}^+] = K_a \times \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = 2.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$\therefore \text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+] = -\log_{10}(2 \times 10^{-5}) = 5 - \log_{10}2 = 4.7$$

(e) (d)と同様に緩衝液である。

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0.020 \times \frac{100}{1000} \times \frac{1000}{200} = 0.010 \text{ mol/L}$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = 0.010 \times \frac{100}{1000} \times \frac{1000}{200} = 0.0050 \text{ mol/L}$$

酢酸の電離定数の式より

$$[\text{H}^+] = K_a \times \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = 2.0 \times 10^{-5} \times \frac{0.010}{0.0050} = 2^2 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$\therefore \text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+] = -\log_{10}(2^2 \times 10^{-5}) = 5 - 2\log_{10}2 = 4.4$$

【2】

問 1 以下の文を読み、下線①～⑥の値を有効数字 3 桁で求め、それぞれ ～ にあてはまる最も適切な数値を、同じ番号の解答欄にマークせよ。ただし、原子量は C 12.0 とする。

表 1 は、1 mol の分子中のすべての結合を切断して個々の原子(気体)に分解するために必要なエネルギー(解離エネルギー)を示したものである。また、表 2 は、生成熱を示したものである。

表 1 解離エネルギー [kJ/mol]

分子	解離エネルギー
CO(気)	1074
NH ₃ (気)	1170
H ₂ O(気)	928
N ₂ (気)	946

表 2 生成熱 [kJ/mol]

物質	生成熱
CO(気)	111
NH ₃ (気)	46
H ₂ O(気)	242

これらの表の解離エネルギーと生成熱の値を用いて、① H₂(気)の H-H 結合の結合エネルギー を求めると . × 10⁴ kJ/mol となる。また、② O₂(気)の O=O 結合の結合エネルギー を求めると . × 10⁸ kJ/mol となる。さらに、③ 黒鉛 12.0g のすべての結合を切断して炭素原子 C(気)に分解するために必要なエネルギー を求めると . × 10¹² kJ となる。

黒鉛は、図 1 に示したように、正六角形を基本単位とした平面網目構造を形成しており、平面構造どうしは弱い分子間力で積み重なっている。また、ダイヤモンドは、図 2 に示したように、正四面体を基本単位とした立体網目構造を形成している。黒鉛やダイヤモンドのすべての結合を切断して炭素原子 C(気)に分解するために必要なエネルギーをその結合の数で割ると、黒鉛やダイヤモンドの炭素-炭素結合の平均結合エネルギーを求めることができる。黒鉛における平面構造間の弱い分子間力によるエネルギーを無視して、④ 黒鉛の炭素-炭素結合の平均結合エネルギー を求めると . × 10¹⁶ kJ/mol となる。さらに、黒鉛の燃焼熱を 394kJ/mol、ダイヤモンドの燃焼熱を 396kJ/mol とし、⑤ ダイヤモンドの炭素-炭素結合の平均結合エネルギー を求めると . × 10²⁰ kJ/mol となる。

炭素の同素体であるフラーレン C₆₀ は、図 3 のような炭素原子 60 個からなる分子構造をしており、五角形の面 12 個と、六角形の面 20 個が組み合わさったサッカーボール形の分子である。フラーレン C₆₀ の燃焼熱を 26110kJ/mol とし、⑥ フラーレン C₆₀ の炭素-炭素結合の平均結合エネルギー を求めると . × 10²⁴ kJ/mol となる。

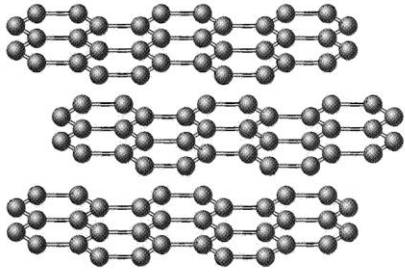


図1 黒鉛

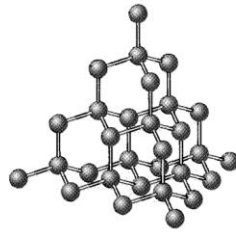


図2 ダイヤモンド

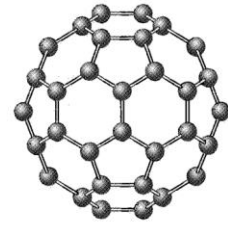


図3 フラーレン C_{60}

☆過去に出題された化学反応式

2021年度 推薦

1. オストワルト法を1つにまとめた反応式をかけ。(‘21 推薦, ‘16 推薦, ‘15 推薦)
2. 十酸化四リンが水を吸収する反応式をかけ。(‘21 推薦, ‘16 推薦)

2021年度 一般前期

1. 亜硫酸ナトリウムに希塩酸を加えた反応式を書け。(‘16 推薦, ‘21 一般)
2. 塩化ナトリウムに濃硫酸を加え、加熱した反応式を書け。(‘12 推薦, ‘21 一般)
3. ヨウ化カリウム水溶液に、硫酸酸性の過酸化水素水を加えた反応式を書け。
(‘17 推薦, ‘20 一般, ‘21 一般)
4. 塩素酸カリウムと赤リンの混合物をハンマーでたたいたところ、爆発的な反応が起こり、十酸化四リンが生成した。
5. 水酸化ナトリウム水溶液に金属亜鉛を加えた反応式を書け。
6. ニトロベンゼンに対して、濃塩酸とスズで還元を行うと、アニリン塩酸塩が形成される。

2020年度 推薦

1. 鉄くぎの表面が、水酸化鉄(III)と酸化鉄(III)の鉄の原子数 1:1:で覆われていると仮定し、鉄くぎと希塩酸との反応式をかけ。
2. 鉄が酸素により酸化されて塩基性を示す反応式をかけ。

2020年度 一般前期

1. 希硝酸と銀の反応式をかけ。(‘16 推薦, ‘14 推薦, ‘20 一般)
2. 塩素水と臭化ナトリウムの反応式を書け。
3. 希硫酸と硫化鉄(II)の反応式をかけ。(‘17 推薦, ‘20 一般)
4. 硫酸酸性のヨウ化ナトリウムと過酸化水素水との反応式をかけ。(‘17 推薦, ‘20 一般)
5. 塩基性条件下で硫化水素と塩化鉛(II)の反応式をかけ。(‘17 推薦, ‘20 一般)
6. 亜硫酸水素ナトリウムと希硫酸から二酸化硫黄が生成する反応式を書け。(‘17 推薦, ‘20 一般)
7. 二酸化硫黄と過酸化水素水との反応式を書け。
8. 2-プロパンノールのヨードホルム反応の反応式をかけ。

2019年度 推薦

1. 硫酸酸性条件下の過マンガン酸カリウム水溶液とシュウ酸水溶液の酸化還元反応を化学反応式で表せ。
2. 過マンガン酸イオンの還元反応は中性においては酸化マンガン(IV)を生じる。このときの過マンガン酸イオンと過酸化水素の化学反応式をかけ。
3. 過酸化水素の分解反応をかけ。(‘19 推薦, ‘15 一般, ‘12 一般)
4. メタンは、酢酸ナトリウムを水酸化ナトリウムとともに熱すると得られる。この反応式をかけ。

- メタンハイドレート(組成式 $4\text{CH}_4 \cdot 23\text{H}_2\text{O}$)に点火するとメタンが燃え、二酸化炭素と水が生成する。
この反応式をかけ。

2019年度 一般前期

- 酸化マンガン(IV)を触媒とし、塩素酸カリウムを加熱する。(‘18 推薦, ‘19 一般)
- 硫酸酸性下のシュウ酸水溶液に二クロム酸カリウム水溶液を加える。
- 次亜塩素酸ナトリウムの水溶液に塩酸を加える。
- 希硝酸と銅を反応させる。(‘19 一般, ‘15 推薦)

2018年度 推薦

- 二酸化ケイ素がフッ化水素酸に溶ける反応式を表せ。
- 二酸化硫黄と硫化水素の反応式を表せ。(‘18 推薦, ‘12 一般)
- 二酸化硫黄と硫酸酸性下の過マンガン酸カリウム水溶液の反応式を表せ。
- 二酸化炭素を石灰水に通じると白濁し、さらに通じると透明な溶液になるときの反応式を表せ。
(‘18 推薦, ‘16 一般)
- 酸化マンガン(IV)存在下で塩素酸カリウムを加熱したときの反応式を表せ。(‘18 推薦, ‘19 一般)
- 銅と濃硝酸の反応式を表せ。(‘18 推薦, ‘17 推薦, ‘15 推薦, ‘14 推薦)
- 二酸化窒素と水の反応式を表せ。(‘18 推薦, ‘13 推薦, ‘10 一般)

2018年度 一般前期

- 炭酸水素ナトリウムと塩酸の反応式を表せ。(‘18 一般, ‘16 一般)
- 硫酸酸性の過酸化水素とヨウ化カリウム水溶液の反応式を表せ。(‘18 一般, ‘09 推薦)
- 硫酸銅(II)水溶液に過剰のアンモニア水を加えたときの反応式をイオン反応式で表せ。

2017年度 推薦

- 銅と濃硝酸の反応式を表せ。(‘18 推薦, ‘17 推薦, ‘15 推薦, ‘14 推薦)
- 亜硫酸水素ナトリウムと希硫酸の反応式を表せ。(‘17 推薦, ‘20 一般)
- 硫化鉄(II)と希硫酸の反応式を表せ。(‘17 推薦, ‘20 一般)
- 硫酸酸性の過酸化水素とヨウ化ナトリウムの反応式を表せ。(‘17 推薦, ‘20 一般)
- 塩化亜鉛と硫化水素の反応式を表せ。(‘17 推薦, ‘20 一般)
- 水酸化バリウム水溶液と希硫酸の反応式を表せ。

2017年度 一般前期

- 高温に熱した鉄を触媒とし、水と一酸化炭素を反応させると二酸化炭素に変化する。
- 一酸化炭素と水素からメタノールが生成する。

2016年度 推薦

1. 塩化ナトリウムの飽和水溶液にアンモニアと二酸化炭素を吸収させると白色沈殿が生じる。
(‘16 推薦, ’11 一般)
2. 亜硫酸ナトリウムに希塩酸を加える。(‘16 推薦, ’21 一般)
3. 希硝酸に銀を加える。(‘16 推薦, ’14 推薦, ’20 一般)
4. リンを燃焼させて得られる白色物質を水と反応させる。(‘21 推薦, ’16 推薦)
5. オストワルト法 (‘21 推薦, ’16 推薦, ’15 推薦)
6. 黄鉄鉱を酸素で酸化し、得られた気体をさらに酸化して水と反応させた。

2016年度 一般前期

1. 二酸化炭素を石灰水に通じる。
2. さらに二酸化炭素を通じると沈殿が溶ける。(‘18 推薦, ’16 一般)
3. 水酸化ナトリウム水溶液を空气中に放置すると白い個体が生じた。
4. 炭酸水素ナトリウムに塩酸を加える。(‘18 一般, ’16 一般)
5. サリチル酸と無水酢酸の反応式を表せ。
6. セルロースからトリニトロセルロースが得られる反応式を表せ。

2015年度 推薦

1. アンモニアと空気の混合気体を約 800℃に加熱した白金通して酸化する。(‘15 推薦, ’10 一般)
2. 一酸化窒素を酸化して二酸化窒素にする。(‘15 推薦, ’10 一般)
3. オストワルト法 (‘21 推薦, ’16 推薦, ’15 推薦)
4. 銅と濃硝酸の反応式を表せ。(‘18 推薦, ’17 推薦, ’15 推薦, ’14 推薦)
5. 銅と希硝酸の反応式を表せ。(‘19 一般, ’15 推薦)

2015年度 一般前期

1. アンモニアの電離平衡
2. 過酸化水素の還元作用, 酸化作用に対応する反応式をそれぞれ示せ。
3. 過酸化水素は触媒量の酸化マンガン(IV)存在下で分解し, 酸素を発生する。
(‘19 推薦, ’15 一般, ’12 一般)

2014年度 推薦

1. クロム酸カリウムと硝酸鉛(II)の反応式を表せ。
2. 銅と熱濃硫酸の反応式を表せ。(‘14 推薦, ’12 推薦)
3. 銅と濃硝酸の反応式を表せ。(‘18 推薦, ’17 推薦, ’15 推薦, ’14 推薦)
4. 塩化銅(II)水溶液と水酸化ナトリウム水溶液の反応式を表せ。
5. 銀と希硝酸の反応式を表せ。(‘16 推薦, ’14 推薦, ’20 一般)
6. 硝酸銀水溶液と希塩酸の反応式を表せ。

2014年度 一般前期

1. 希硫酸に亜硫酸ナトリウムを加えた。
2. ヨウ素ヨウ化カリウム溶液に、硫化水素を吹き込んだ。
3. 水酸化ナトリウム水溶液に、少量のアルミニウム片を加えた。
4. 塩化鉄(III)水溶液に、水酸化バリウムを加えた。
5. 亜硝酸アンモニウム水溶液を加熱した。
6. 硫酸鉄(II)水溶液に、塩化バリウムを加えた。

2013年度 推薦

1. 酸化バリウムと水の反応式を表せ。
2. フッ素と水の反応式を表せ。
3. 二酸化窒素と水の反応式を表せ。(’18 推薦, ’13 推薦, ’10 一般)

2013年度 一般前期

1. 酸性水溶液中におけるシュウ酸イオンと過マンガン酸イオンの反応を化学反応式で表せ。
2. 一酸化炭素は、実験室ではギ酸を濃硫酸で脱水することによって生成する。

2012年度 推薦

1. 亜鉛に希硫酸を加える。
2. 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱する。(’12 推薦, ’21 一般)
3. 硫酸アンモニウムに水酸化ナトリウムの混合物を加えて加熱する。
4. 熱濃硫酸に銅を加える。(’14 推薦, ’12 推薦)

2012年度 一般前期

1. 濃硝酸に銀を加えた。
2. 酸化鉄(III)とアルミニウム粉末を混合して点火すると、激しく反応した。
3. 硫化水素の水溶液に二酸化硫黄を吹き込んだ。(’18 推薦, ’12 一般)
4. 過酸化水素水に酸化マンガン(IV)を加えた。(’19 推薦, ’15 一般, ’12 一般)
5. 塩化銀の白色沈殿にアンモニア水を加えた。

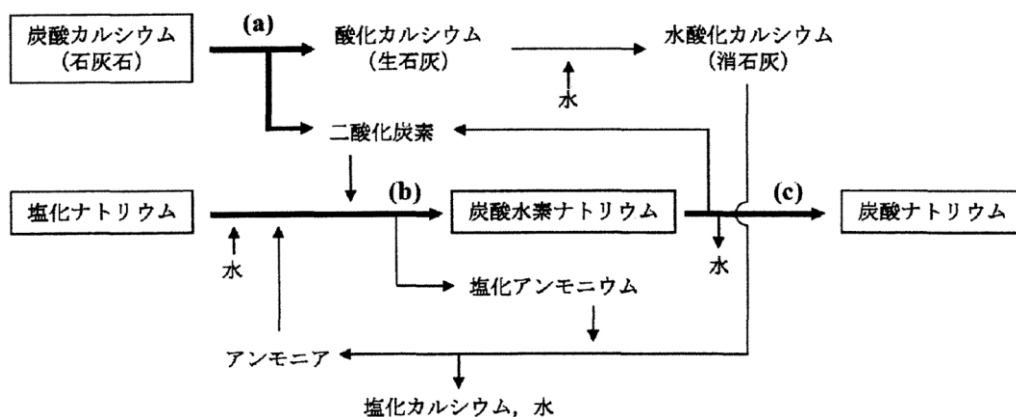
2011年度 推薦

1. 酸化マンガン(IV)に濃塩酸加えて加熱する。(’11 推薦, ’09 推薦)
2. 塩素と水の反応
3. 臭化銀に光を当てる。

2011年度 一般前期 (a) (’16 推薦, ’11 一般)

1. 炭酸ナトリウムの製造過程を下図に記す。図中の(a)は炭酸カルシウムの熱分解反応, (b)は炭酸水素ナトリウムの生成反応, (c)は炭酸ナトリウムの生成反応である。(a)~(c)の反応を、それぞれ化学反

応式で表すと、(a) **K**、(b) **L**、(c) **M** である。



2010 年度 推薦

1. アルミニウムと希塩酸の反応

2010 年度 一般前期

1. アンモニアを酸化して一酸化窒素を得る。(‘15 推薦, ‘10 一般)
2. 一酸化窒素を空気中で酸化して二酸化窒素を得る。(‘15 推薦, ‘10 一般)
3. 二酸化窒素を水に溶かす。(‘18 推薦, ‘13 推薦, ‘10 一般)

2009 年度 推薦

1. メタノールの蒸気を空気中で赤熱した銅線に触れさせる。
2. 過酸化水素水溶液に硫酸酸性のヨウ化カリウム水溶液を加える。(‘18 一般, ‘09 推薦)
3. 酸化マンガン(IV)と濃塩酸を反応させる。(‘11 推薦, ‘09 推薦)
4. 銅線を硝酸銀水溶液に浸した。
5. 二酸化ケイ素にコークスを混ぜ、電気炉で加熱した。

2008 年度 一般前期

1. 硫酸酸性条件下の過マンガン酸イオンが還元されたときの変化を化学反応式で示せ。
2. シュウ酸イオンが酸化されたときの変化を化学反応式で示せ。
3. 硫酸酸性条件下の過マンガン酸カリウム水溶液とシュウ酸ナトリウム水溶液の酸化還元反応を化学反応式で示せ。

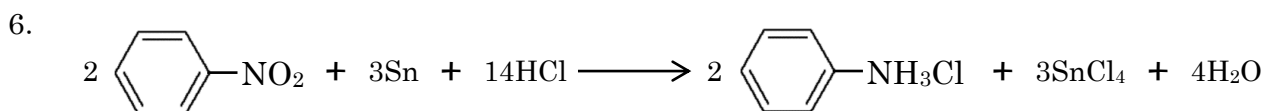
☆過去に出題された化学反応式 (解答)

2021年度 推薦

- $\text{NH}_3 + 2\text{O}_2 \longrightarrow \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{P}_4\text{O}_{10} + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{H}_3\text{PO}_4$

2021年度 一般前期

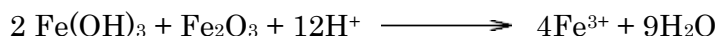
- $\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{HCl} \longrightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$
- $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{HCl}$
- $2\text{KI} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- $10\text{KClO}_3 + 12\text{P} \longrightarrow 3\text{P}_4\text{O}_{10} + 10\text{KCl}$
- $\text{Zn} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2$



2020年度 推薦

- $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \quad \cdots\text{①}$
- $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \quad \cdots\text{②}$

鉄の原子数が 1:1 なので、 $\text{Fe}(\text{OH})_3 : \text{Fe}_2\text{O}_3 = 2 : 1$ であるから、①×2+②より



- $\text{Fe} \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \quad \cdots\text{①}$
- $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \longrightarrow 4\text{OH}^- \quad \cdots\text{②}$

①×2+②より



2020年度 一般前期

- $3\text{Ag} + 4\text{HNO}_3 \longrightarrow 3\text{AgNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{NO}$
- $\text{Cl}_2 + 2\text{NaBr} \longrightarrow \text{Br}_2 + 2\text{NaCl}$
- $\text{FeS} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{S}$
- $2\text{NaI} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- $\text{PbCl}_2 + \text{H}_2\text{S} \longrightarrow \text{PbS} + 2\text{HCl}$
- $2\text{NaHSO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_2$
- $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$
- $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3 + 4\text{I}_2 + 6\text{NaOH} \longrightarrow \text{CHI}_3 + \text{CH}_3\text{COONa} + 5\text{NaI} + 5\text{H}_2\text{O}$

2019 年度 推薦

1. $2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \longrightarrow 2\text{MnSO}_4 + 8\text{H}_2\text{O} + 10\text{CO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4$
2. $2\text{MnO}_4^- + 3\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{MnO}_2 + 3\text{O}_2 + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O}$
3. $2\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
4. $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CH}_4$
5. $4\text{CH}_4 \cdot 23\text{H}_2\text{O} + 8\text{O}_2 \longrightarrow 4\text{CO}_2 + 31\text{H}_2\text{O}$

2019 年度 一般前期

1. $2\text{KClO}_3 \longrightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$
2. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{CO}_2 + 7\text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4$
3. $\text{NaClO} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$
4. $\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 \longrightarrow 2\text{NO} + 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

2018 年度 推薦

1. $\text{SiO}_2 + 6\text{HF} \longrightarrow \text{H}_2\text{SiF}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$
2. $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} \longrightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
3. $2\text{KMnO}_4 + 5\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4$
4. $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
5. $2\text{KClO}_3 \longrightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$
6. $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
7. $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$

2018 年度 一般前期

1. $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
2. $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KI} \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{I}_2$
3. $\text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3 \longrightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$

2017 年度 推薦

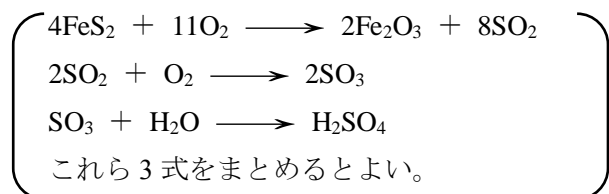
1. $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
2. $2\text{NaHSO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_2$
3. $\text{FeS} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{S}$
4. $2\text{NaI} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
5. $\text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\text{S} \longrightarrow 2\text{ZnS} + 2\text{HCl}$
6. $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

2017 年度 一般前期

1. $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$
2. $\text{CO} + 2\text{H}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{OH}$

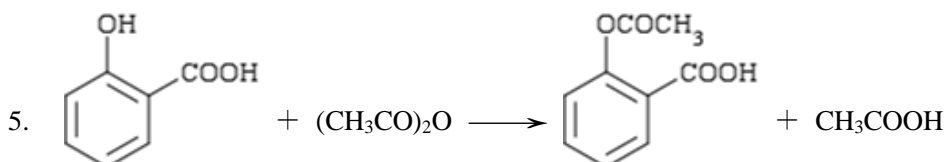
2016年度 推薦

- $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{NaCl} \longrightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$
- $\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{HCl} \longrightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$
- $3\text{Ag} + 4\text{HNO}_3 \longrightarrow 3\text{AgNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{NO}$
- $\text{P}_4\text{O}_{10} + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{H}_3\text{PO}_4$
- $\text{NH}_3 + 2\text{O}_2 \longrightarrow \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- $4\text{FeS}_2 + 15\text{O}_2 + 8\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{H}_2\text{SO}_4$



2016年度 一般前期

- $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
- $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$



- $[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})_3]_n + 3n\text{HNO}_3 \longrightarrow [\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{ONO}_2)_3]_n + 3n\text{H}_2\text{O}$

2015年度 推薦

- $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \longrightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$
- $2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$
- $\text{NH}_3 + 2\text{O}_2 \longrightarrow \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 \longrightarrow 2\text{NO} + 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

2015年度 一般前期

- $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
- 還元作用 : $\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
酸化作用 : $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
- $2\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

2014 年度 推薦

1. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{CrO}_4 \longrightarrow \text{PbCrO}_4 + 2\text{KNO}_3$
2. $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
3. $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
4. $\text{CuCl}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{NaCl}$
5. $3\text{Ag} + 4\text{HNO}_3 \longrightarrow 3\text{AgNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{NO}$
6. $\text{HCl} + \text{AgNO}_3 \longrightarrow \text{AgCl} + \text{HNO}_3$

2014 年度 一般前期

1. $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$
2. $\text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} \longrightarrow 2\text{HI} + \text{S}$
3. $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2$
4. $3\text{Ba}(\text{OH})_2 + 2\text{FeCl}_3 \longrightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{BaCl}_2$
5. $\text{NH}_4\text{NO}_2 \longrightarrow \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
6. $\text{FeSO}_4 + \text{BaCl}_2 \longrightarrow \text{BaSO}_4 + \text{FeCl}_2$

2013 年度 推薦

1. $\text{BaO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ba}(\text{OH})_2$
2. $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{HF} + \text{O}_2$
3. $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$

2013 年度 一般前期

1. $5\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ \longrightarrow 10\text{CO}_2 + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$
2. $\text{HCOOH} \longrightarrow \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$

2012 年度 推薦

1. $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$
2. $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{HCl}$
3. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \longrightarrow 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{SO}_4$
4. $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

2012 年度 一般前期

1. $\text{Ag} + 2\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{NO}_2$
2. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \longrightarrow 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$
3. $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} \longrightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
4. $2\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
5. $\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 \longrightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$

2011 年度 推薦

1. $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \longrightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
2. $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$
3. $2\text{AgBr} \longrightarrow 2\text{Ag} + \text{Br}_2$

2011 年度 一般前期

- (a) $\text{CaCO}_3 \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- (b) $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{NaCl} \longrightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$
- (c) $2\text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

2010 年度 推薦

1. $2\text{Al} + 6\text{HCl} \longrightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2$

2010 年度 一般前期

1. $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \longrightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$
2. $2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$
3. $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$

2009 年度 推薦

1. $\text{CH}_3\text{OH} + \text{CuO} \longrightarrow \text{HCHO} + \text{H}_2\text{O} + \text{Cu}$
2. $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KI} \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{I}_2$
3. $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \longrightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
4. $2\text{AgNO}_3 + \text{Cu} \longrightarrow 2\text{Ag} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
5. $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \longrightarrow \text{Si} + 2\text{CO}$

2008 年度 一般前期

1. $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \longrightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
2. $\text{C}_2\text{O}_4^{2-} \longrightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{e}^-$
3. $2\text{KMnO}_4 + 5\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4$
 $\longrightarrow 2\text{MnSO}_4 + 5\text{CO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 5\text{Na}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$