

化 学

必要であれば、原子量、ファラデー定数 F として次の値を使え。

H : 1.0, C : 12.0, O : 16.0, S : 32.0, Cu : 63.5, Ag : 108, Pt : 195

$F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

I

(配点 50)

[1] と [2] の文を読み、(1) ~ (11) の問いに答えよ。数値での解答は、有効数字 3 桁で示せ。

[1] 電解質の水溶液（電解液）に 2 つの電極を浸し、外部電源を用いて直流電圧をかけると、電極表面で電解液中の物質または電極自身が酸化還元反応を起こす。これを電気分解（電解）という。電気分解では、外部電源の につないだ電極を陰極、外部電源の につないだ電極を陽極という。電源の から放出された電子は陰極に流れこみ、陰極では電解液中のイオンなどが電子を受け取る 反応が起こる。一方、陽極では電解液中のイオンなどが電子を失う 反応が起こり、電子は電源の に流れ込む。

(1) ~ にあてはまる語句の組み合わせとして、正しいものを下から選び、番号を記せ。

- ① ア 正極, イ 負極, ウ 酸化, エ 還元
- ② ア 正極, イ 負極, ウ 還元, エ 酸化
- ③ ア 負極, イ 正極, ウ 酸化, エ 還元
- ④ ア 負極, イ 正極, ウ 還元, エ 酸化

(2) 表 1 に示す電解液を電気分解した場合の生成物 (a) ~ (f) を、表中の例にならって記せ。

表 1

電解液	陽極	生成物	陰極	生成物
(例) NaCl 水溶液	C	Cl ₂	Fe	H ₂ , OH ⁻
H ₂ SO ₄ 水溶液	Pt	(a), H ⁺	Pt	(b)
NaOH 水溶液	Pt	(c), H ₂ O	Pt	(d), OH ⁻
NaCl 融解液	C	(e)	Fe	(f)

- [2] 図1のように、電解槽Ⅰには硝酸銀水溶液、電解槽Ⅱには硫酸銅(Ⅱ)水溶液を入れて、2つの電解槽を直列につないで電気分解を行った。30分間電気分解を行った後に、白金電極Aの質量は5.40 g増加した。

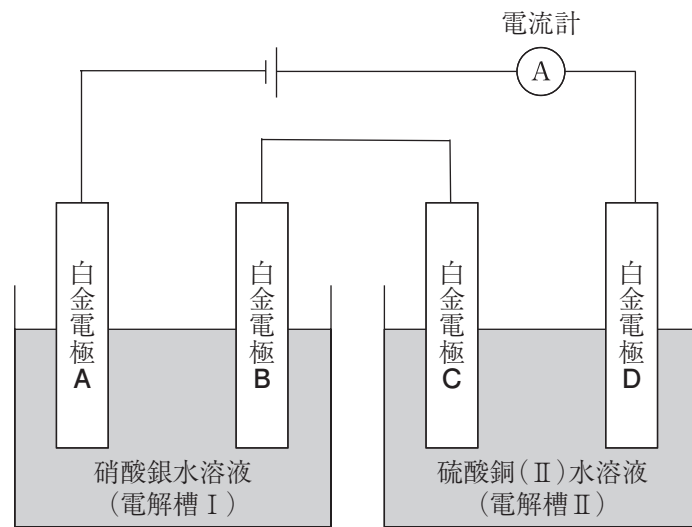


図1

- (3) 白金電極Aで起こる反応を e^- を含むイオン反応式で記せ。
- (4) 電解槽Ⅰに流れた電子は何 mol か。
- (5) 電解槽Ⅰに流れた電気量は何 C か。
- (6) 電解槽Ⅱに流れた電子は何 mol か。
- (7) 白金電極Cで起こる反応を e^- を含むイオン反応式で記せ。
- (8) 白金電極Cの質量は何 g 変化したか。増加した場合は+、減少した場合は-をつけて記せ。
- (9) 白金電極Dで気体が発生した。白金電極Dで起こった反応を e^- を含むイオン反応式で記せ。
- (10) 白金電極Dで発生した気体の体積は標準状態で何 L か。ただし、標準状態における気体1 molの体積は22.4 Lとする。
- (11) 電気分解の間、電流計は何 A を示していたか。ただし、電流値は常に一定であったとする。

II (配点 50)

硫酸に関する次の文を読み、(1)～(8)の問いに答えよ。数値での解答は、有効数字2桁で示せ。

硫酸は、肥料や薬品の製造など化学工業で広く用いられており、工業的には次のように製造される。まず、i) 硫黄を燃焼させて二酸化硫黄をつくる。次に、ii) 酸化バナジウム(V)を
アとして、iii) 二酸化硫黄を空気酸化して三酸化硫黄にする。その後、三酸化硫黄を濃硫酸に吸収させて発煙硫酸とし、これを希硫酸で薄めて濃硫酸とする。このような硫酸の工業的な製法を イ 法という。

市販の濃硫酸の質量パーセント濃度は約98%である。iv) 濃硫酸を水で希釈した希硫酸は、濃硫酸とは異なった性質を示す。v) 硫酸はさまざまな金属や無機化合物と反応し、気体を発生する。

- (1) ア および イ にあてはまる適切な語句を記せ。
- (2) 下線部 i) および iii) を化学反応式で記せ。
- (3) 下線部 ii) の化学式を記せ。
- (4) 硫黄 16 kg をすべて硫酸に変えたとすると、98%の濃硫酸は計算上何 kg 得られるか。
- (5) 98%の濃硫酸(密度 1.8 g/cm³)を用いて、3.0 mol/Lの希硫酸を 300 mL 調製したい。98%の濃硫酸は計算上何 mL 必要か。
- (6) 下線部 iv) に関して、希硫酸を調製するときは、水に濃硫酸をゆっくりと加えなければならない。濃硫酸に水を加えてはいけない理由を 20 字以内で記せ。
- (7) 濃硫酸に関する記述として誤っているものを解答群 1 から選び、番号で記せ。

解答群 1

- ① 沸点が高く、不揮発性の液体である。
- ② 吸湿性が高く、乾燥剤に用いられる。
- ③ ヒドロキシ基をもつ有機化合物に対して脱水作用がある。
- ④ 熱濃硫酸は強い還元性があり、銅や銀を溶かす。
- ⑤ 無色で、粘性が高い。

- (8) 下線部 v) に関して、1)～4)の操作を行ったときに発生する気体を化学式で記せ。
 - 1) 亜硫酸ナトリウムに希硫酸を加えた。
 - 2) 亜鉛に希硫酸を加えた。
 - 3) 硫化鉄(II)に希硫酸を加えた。
 - 4) 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱した。

III

(配点 50)

[1] と [2] の文を読んで, (1) ~ (7) の問いに答えよ。

[1] メタン, エタン, プロパンなどのアルカンの分子式は, 炭素数を n とすると一般式 ア で表される。i) アルカンと塩素の混合気体に光を当てると置換反応が起こり, アルカンの水素原子が塩素原子に置き換わる。一般的に ii) アルカンは多量の熱を発生して燃焼するため, 燃料として広く用いられている。

- (1) ア にあてはまる一般式を記せ。
- (2) 下線部 i) に関して, メタンと塩素の混合気体に光を当てると, 4 種類の化合物が段階的に生成する。それらのなかで, メタンの水素原子 3 つが塩素原子に置き換わった化合物の 1) 名称 と 2) 化学式 を記せ。
- (3) 下線部 ii) に関して, メタンが完全燃焼する反応の化学反応式を記せ。

[2] 枝分かれ構造をもたない炭化水素 **A** 16.4 mg を試料皿にとり, 図 2 のように iii) 酸化銅(II) の入った燃焼管に入れて元素分析を行ったところ, iv) 塩化カルシウム管では 18.0 mg, v) ソーダ石灰管では 52.8 mg の質量増加がみられた。別に, **A** の分子量を測定したところ, 82.0 であった。**A** の反応性を調べるため, **A** を臭素水と混合したところ, 1 分子の **A** に 1 分子の臭素が付加した化合物 **B** が得られ, それ以上反応は起こらなかった。

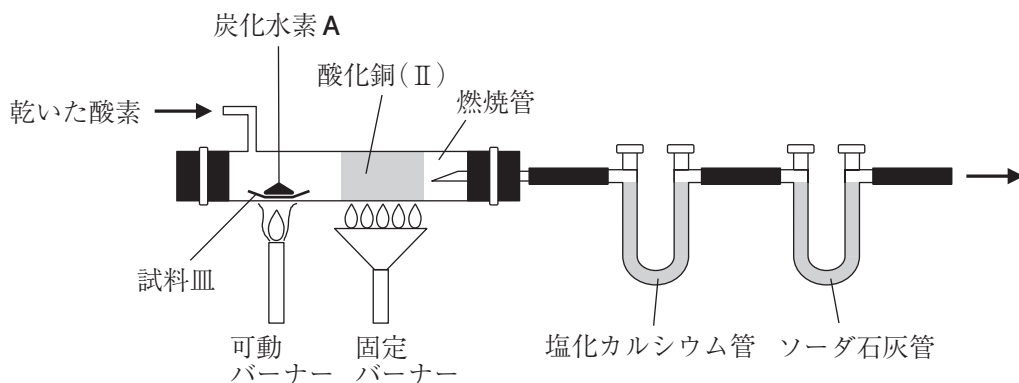


図 2

- (4) 下線部 iii) ~ v) の試薬の役割をそれぞれ記せ。
- (5) **A** の分子式を記せ。
- (6) **A** の 3) 名称 と 4) 構造式 を記せ。
- (7) **B** の構造式を記せ。