琉球大学

2026 年度　前期日程　化学

（2 科目　100 分）

必要があれば原子量は次の値を使いなさい。

H = 1.00　　C = 12.0　　N = 14.0　　O = 16.0　　Cl = 35.5　　Ca = 40.0

Ni = 58.7　　Cu = 63.6　　Ag = 107.9

1　以下の文章を読んで，各問に答えなさい。(25 点)

我々の生活に必要不可欠な金属の一つである銅 Cu は，$CuFeS_2$ を主成分とする黄銅鉱として産出する。黄銅鉱に石灰石やけい砂を混ぜて加熱すると，銅の硫化物が得られ，これを空気中で強熱すると，微量の鉄 Fe，ニッケル Ni，亜鉛 Zn，銀 Ag，金 Au などを不純物として含む粗銅が得られる。

粗銅から不純物を取り除くために，粗銅を［ 1 ］極，純銅板を［ 2 ］極，硫酸酸性の硫酸銅 $CuSO_4$ 水溶液を電解液にして (a)0.3 V 程度の低電圧で電気分解すると，［ 1 ］極の銅原子 Cu が電子を失い，銅 (Ⅱ) イオン Cu^{2+} になって溶け出し，溶液中の銅 (Ⅱ) イオン Cu^{2+} が［ 2 ］極で電子を受け取って還元され，純度 99.99 % 以上の銅 Cu が析出する。このようにして金属の単体を得る操作を［ 3 ］という。

(b) 上記の電気分解によって，不純物としてニッケル Ni と銀 Ag のみを含む粗銅から銅 Cu を取り出す実験を行う。［ 1 ］極の粗銅から銅 Cu が溶け出していくとき，低電圧であれば，不純物の［ 4 ］は陽イオンにならずに，単体として剥がれ落ちて沈殿物として底に溜まり，回収されて貴重な資源として活用される。一方，溶け出した銅は銅 (Ⅱ) イオン Cu^{2+} となり，［ 2 ］極で電子を受け取って銅 Cu が析出する。

銅は，塩酸や希硫酸には溶けないが，硝酸や熱濃硫酸などの酸化力の強い酸には溶けて銅 (Ⅱ) イオン Cu^{2+} になる。銅 (Ⅱ) イオン Cu^{2+} を含む水溶液に塩基の水溶液を加えると青白色の固体 A が沈殿する。固体 A は 1000 ℃以下で加熱すると黒色の固体 B と水を生じる。また，固体 B を水素と反応させると赤色の固体 C と水を生じる。

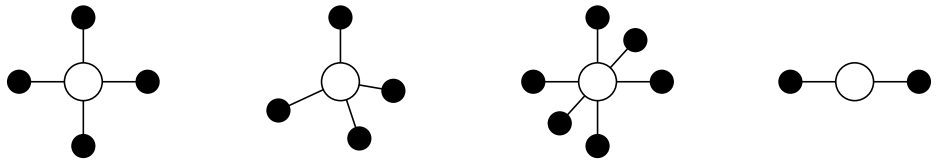
空気中で銅線を熱すると表面に固体 B が生じる。その熱した銅線をメタノールの蒸気に何度も触れさせると，(c) 固体 B がメタノールと反応し，有毒かつ刺激臭のある気体 D を生じる。固体 B をさらに高温で加熱すると赤色の固体 E を生じる。この固体 E は，銅 (Ⅱ) イオン Cu^{2+} を含むフェーリング液に気体 D の溶けた水溶液を加えて加熱しても生成する。固体 A を含む懸濁液に過剰のアンモニア水溶液を加えると，固体が溶けて錯イオン F が生成し，濃青色の溶液となる。

錯イオン F を含む濃アンモニア水溶液を［ 5 ］試薬といい，［ 6 ］を溶かす性質がある。これは，［ 7 ］と呼ばれる繊維の製造に利用されている。

問 1　上の文章中の［ 1 ］～［ 7 ］にあてはまる最も適切な語句または元素記号を，それぞれ答えなさい。

問 2　上の文章中の A～F にあてはまる最も適切な化合物を，それぞれ化学式で答えなさい。

問 3　錯イオン F の立体構造として最も適切なものを次の (ア)～(エ) の中から一つ選び，記号で答えなさい。



(ア)　正方形　　(イ)　四面体　　(ウ)　八面体　　(エ)　直線形

●: 配位子　　○: 銅 (II) イオン

問 4　下線部 (a) について，得られる銅 Cu の純度を高くするために低電圧で電気分解する必要があるが，高電圧で行った場合どうなるか。次の (ア)～(キ) の選択肢の中から適切なものを全て選び，記号で答えなさい。該当するものがなければ「×」と答えなさい。ただし，粗銅中の不純物は微量のニッケル Ni および銀 Ag のみとする。

(ア) 銅 Cu とニッケル Ni と銀 Ag が溶け出し，純銅板で銅 Cu と銀 Ag が析出する。

(イ) 銅 Cu とニッケル Ni と銀 Ag が溶け出し，純銅板でニッケル Ni のみが析出する。

(ウ) 銅 Cu とニッケル Ni と銀 Ag が溶け出し，純銅板で銀 Ag とニッケル Ni が析出するが，銅 Cu は析出しない。

(エ) 純銅板から銅 Cu が溶け出す。

(オ) 粗銅中からニッケル Ni と銀 Ag のみが溶け出し，銅 Cu が溶け出さない。

(カ) 水素 H_2 が発生して銅 Cu を還元する。

(キ) 酸素 O_2 が発生して銅 Cu を酸化する。

問 5　下線部 (b) について，以下の (1) と (2) の問に答えなさい。

(1) 粗銅 180.0 g と純銅板を用いて，9.65 A の電流を 24000 秒間流して電気分解を行なった。その結果，粗銅は 100.0 g となり，粗銅から剥がれ落ちた沈殿物が 5.00 g 得られた。粗銅から溶け出した銅 Cu の質量〔g〕を求め，小数点 1 位を四捨五入して整数で答えなさい。ただし，与えられた電気量は全て金属の酸化還元に用いられ，粗銅中の組成は電気分解の前後で変化しないものとする。また，沈殿

物に銅 Cu は含まれていないものとする。ファラデー定数は 9.65×10^4 C/mol とする。

(2) 不純物として微量の鉛 Pb が含まれている粗銅を用いて電気分解を行うと，粗銅中の鉛 Pb はどうなるか，次の (ア)〜(エ) の選択肢の中から最も適切なものを一つ選び，記号で答えなさい。該当するものがなければ「×」と答えなさい。

(ア) 硫酸鉛 $PbSO_4$ として沈殿する。

(イ) 鉛イオン (Ⅱ) Pb^{2+} となって溶液中に存在する。

(ウ) 鉛 Pb として剥がれ落ちて沈殿する。

(エ) 鉛 Pb として純銅板に析出する。

問 6　下線部 (c) ではどのような反応が起こっているか，化学反応式を書きなさい。

2　以下の各問に答えなさい。(25 点)

問 1　次の文章を読んで，(1)〜(6) の問に答えなさい。

炭酸カルシウムと塩酸の反応について以下の順で操作を行った。

操作 1　ある濃度の塩酸 20 mL が入った 6 個のビーカー a〜f の質量をそれぞれ量った。

操作 2　ビーカー a〜f に入った塩酸に炭酸カルシウムを加え，反応を開始させた。

操作 3　反応が終了した後，ビーカーの中で新たに発生した気体をすべて追い出し，反応溶液の入ったビーカーの質量をそれぞれ量った。

操作 1 と操作 3 で量った質量および操作 2 でそれぞれの塩酸に加えた炭酸カルシウムの質量を表 1 に示す。

表 1

ビーカー	操作 1 で量った質量〔g〕	加えた炭酸カルシウムの質量〔g〕	操作 3 で量った質量〔g〕
a	80.54	0.50	80.82
b	80.73	1.00	81.32
c	80.21	2.00	81.31
d	81.02	3.00	82.92
e	80.82	3.50	83.23
f	80.13	4.00	83.02

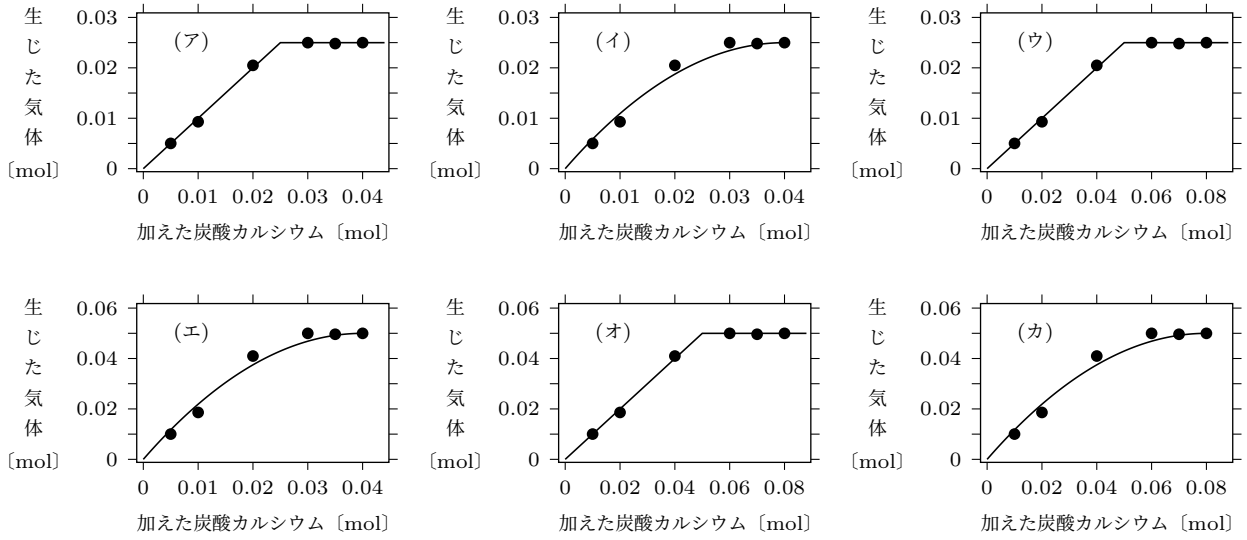
(1) 操作 2 で発生する気体を化学式で答えなさい。

(2) ビーカー f で発生した気体の物質量〔mol〕を，表 1 の質量から算出し，有効数字は 3 桁とし，4 桁目を四捨五入して答えなさい。

(3) 操作 2 の後にビーカー d〜f の溶液は白濁していた。白濁の原因になる白色固体を化学式で答えなさい。

(4) 操作 2 の後のビーカー a〜c の溶液は無色透明であり，白濁していなかった。白濁しなかった理由を 40 字程度で答えなさい。

(5) 本操作 1〜3 を通して，加えた炭酸カルシウムと生じた気体の物質量の関係をグラフにした際に，塩酸と過不足なく反応する炭酸カルシウムの物質量を見積るための，最も適した図を次の (ア)〜(カ) の選択肢の中から一つ選び，記号で答えなさい。また，最も適した図から見積られる，塩酸と過不足なく反応する炭酸カルシウムの物質量に最も近い値を，次の (キ)〜(ツ) の選択肢の中から一つ選び，記号で答えなさい。



(キ) 0.0050 mol　(ク) 0.010 mol　(ケ) 0.015 mol

(コ) 0.020 mol　(サ) 0.025 mol　(シ) 0.030 mol

(ス) 0.035 mol　(セ) 0.040 mol　(ソ) 0.045 mol

(タ) 0.050 mol　(チ) 0.055 mol　(ツ) 0.060 mol

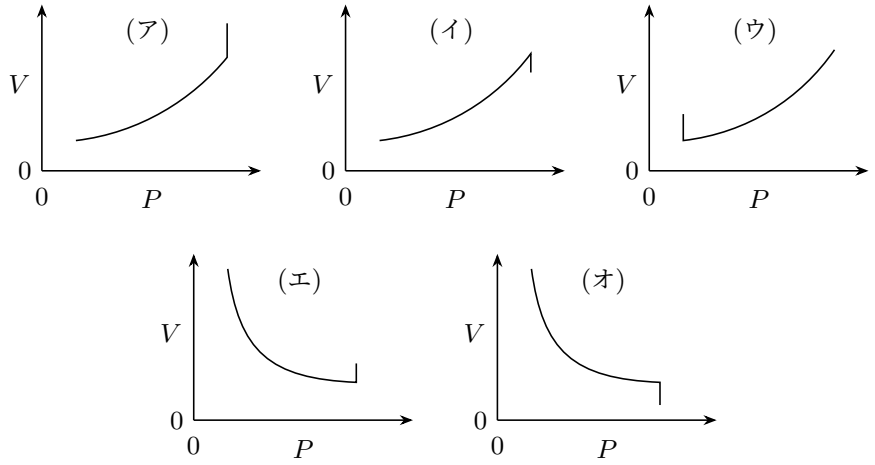
(6) (5) で答えた物質量の炭酸カルシウムが，この実験で用いた塩酸と過不足なく反応すると仮定し，その塩酸のモル濃度〔mol/L〕を求めなさい。ただし，有効数字は 2 桁とし，3 桁目を四捨五入して答

えなさい。

問 2　ボイル-シャルルの法則に従う一定量の気体に，以下の順で操作を行ったときの圧力 P と体積 V の関係のグラフを，次の (ア)〜(オ) の選択肢の中から一つ選び，記号で答えなさい。

操作 1　温度を一定に保ち圧力を上げた。

操作 2　圧力を一定に保ち温度を上げた。



問 3　次の文章を読んで，(1) と (2) の問に答えなさい。

物質量 n の理想気体では，圧力 P，体積 V，温度 T，気体定数 R としたとき $PV/(nRT) = 1$ が成り立つ。一方，実在気体では温度を一定に保ち圧力を上げていくと，圧力によって $PV/(nRT)$ は変化する。

(1) 実在気体で $PV/(nRT)$ が 1 より小さくなる場合，この値が 1 より小さくなる原因を 50 字程度で答えなさい。

(2) 実在気体をほぼ理想気体とみなすことができる温度と圧力の条件を答えなさい。

問 4　温度 T_1，T_2，T_3 で気体のヘリウム分子の熱運動の平均の速さが，それぞれ 1202 m/s，1404 m/s，2022 m/s であった。これらの温度の関係を示す等式または不等式を次の (ア)〜(オ) の選択肢の中から一つ選び，記号で答えなさい。

(ア) $T_1 > T_2 > T_3$　　(イ) $T_1 = T_2 > T_3$　　(ウ) $T_1 > T_2 = T_3$

(エ) $T_1 < T_2 < T_3$　　(オ) $T_1 = T_2 = T_3$

問 5　空の容器に物質 A と B を入れて混合すると物質 C が生じ，下式の化学平衡に達した。

$$A + B \rightleftharpoons C$$

この反応において，反応開始時間を t_0 として，正反応と逆反応の速度を測ると，時間 t_1 で平衡に達し，その後時間 t_2 まで平衡状態にあったことがわかった。また，平衡状態における正反応の速度は，反応開始時の速度の 2 分の 1 であった。

反応開始から時間 t_2 までの正反応と逆反応の速度を表す線を，解答用紙の図に書きなさい。ただし，反応開始時の正反応の速度を v_0 とする。また，正反応と逆反応の速度を表す線に，それぞれが「正反応」,「逆反応」とわかるように書き込みなさい。

（注）解答欄には次の図が与えられている。

