

1 金属の単体とイオンの反応 [2010 東北大]

5種類の金属の単体 M1 から M5, およびそれぞれの金属イオンの水溶液を用いて, 実験1から実験5を行った。

実験1: 高温の水蒸気と反応させると, M1, M2 および M3 は水素を発生しながら酸化されたが, M4 および M5 は反応しなかった。

実験2: 常温の濃硝酸と反応させると, M2 および M3 は表面に (a) 緻密 (ちみつ) な酸化被膜が形成され, 溶解反応が進みにくくなった。M1, M4 および (b) M5 は気体を発生しながら溶解した。

実験3: 常温の希塩酸と反応させると, M1 から M3 は水素を発生しながら溶解した。M4 ではその表面に難溶性化合物が生成し, M4 の溶解反応が進みにくくなった。M5 は反応しなかった。

実験4: M1 から M5 の金属イオンを1種類ずつ含む中性水溶液にそれぞれ硫化水素を加えると, M3 の金属イオンを含む水溶液からは沈殿物が生成しなかったが, M1 の金属イオンを含む水溶液からは白色沈殿物が, M2, M4 および M5 の各金属イオンを含む水溶液からはそれぞれ黒色沈殿物が生成した。このうち沈殿物が生成したものに希塩酸を滴下して水溶液を酸性にすると, (c) 生成した四つの沈殿物のうちの二つが溶解した。

実験5: 実験4の下線部(c)の操作で溶解した二つの溶液を煮沸して硫化水素を取り除いたのちに, 少量の水酸化ナトリウムを加えるといずれも沈殿物が生成したが, さらに過剰量の水酸化ナトリウムを加えると, (d) そのうちの一方の沈殿物は溶解した。

(1) M1 から M5 は次の金属のいずれかである。M1 から M5 に当てはまる金属を選び, それぞれ元素記号で答えよ。

M1: { } M2: { } M3: { } M4: { } M5: { }  
亜鉛 アルミニウム 金 鉄 銅 鉛

(2) 下線部(a)の状態を何というか, 答えよ。 [ ]

(3) 下線部(b)で起こる反応を化学反応式で書け。  
[ ]

(4) 下線部(c)について, 溶解した二つの沈殿物をそれぞれ組成式で書け。  
[ ], [ ]

(5) 下線部(d)で起こる反応をイオン反応式で書け。  
[ ]

2 酸化還元滴定 [2014 慶応義塾大]

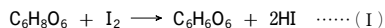
L-アスコルビン酸はビタミンCとして知られ, レモン, アセロラ, キウイなどの果物や, ビーマン, キャベツ, ブロッコリーなどの野菜に多く含まれている。清涼飲料水には「ビタミンC入り」と表示されているものがある。ビタミンC入り清涼飲料水に含まれるL-アスコルビン酸を, 以下の方法で定量することにした。

(i) 清涼飲料水 5 mL, 1% メタリン酸 (HPO<sub>3</sub>)<sub>n</sub> 10 mL, 0.1 mol/L ヨウ化カリウム 5 mL を [ ] で正確に量り, コニカルビーカーに入れた。さらに, 駒込ビペットでデンプン水溶液を5滴加えた。

(ii) 0.001 mol/L ヨウ素酸カリウム (KIO<sub>3</sub>) を [ ] から滴下し, わずかに [ ] 色になったところを終点とした。そのときのヨウ素酸カリウムの滴下量を記録した。

(iii) 以上の実験を3回行い, ヨウ素酸カリウムの滴下量の平均値を測定値とした。

①メタリン酸は水溶液中ではリン酸として存在し, ヨウ素酸カリウムおよびヨウ化カリウムと反応してヨウ素を生成する。L-アスコルビン酸 (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub>) には還元作用があり, ヨウ素と反応してL-デヒドロアスコルビン酸 (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub>) に変化する。



コニカルビーカー内のL-アスコルビン酸が消費されるとヨウ素が残るので, あらかじめデンプン水溶液を加えておけばヨウ素とデンプンが反応して [ ] 色に呈色し, 滴定の終点を知ることができる。

問1 空欄(ア)~(ウ)に入る最も適切な語を, 下記の語群から選べ。ただし, 同じ語は1回だけ使用できるものとする。

- (a) 赤 (b) 黄 (c) 駒込ビペット (d) 橙  
(e) ビーカー (f) ピュレット (g) 分液漏斗 (h) ホールビペット  
(i) 紫 (j) メスシリンダー (k) メスフラスコ

問2 下線部①の化学反応式を書け。

[ ]

問3 問2と(I)の反応式を用い, 滴定実験の反応を一つの化学反応式として書け。

[ ]

問4 文章中の方法でL-アスコルビン酸を定量したところ, 滴定に要したヨウ素酸カリウムの量は15.0 mL だった。清涼飲料水 100 mL に含まれるL-アスコルビン酸量 (mg) を求め, 小数点以下第1位を四捨五入して答えよ。ただし, 実験で使用したメタリン酸, ヨウ化カリウム, デンプン水溶液に不足はないものとする。

(H=1.0, C=12, O=16) [ ] mg

3 電池の構造・反応 [2016 慶応義塾大]

次の文を読み, 問いに答えよ。(O=16.0, S=32.1, Cu=63.6, Zn=65.4, F=9.6485×10<sup>4</sup> C/mol)

図1に示した2種類の電池は, いずれも亜鉛板と銅板を使用した電池である。それぞれ, 発明者の名をとって, ボルタ電池, ダニエル電池と呼ぶ。ダニエル電池の方がボルタ電池に比べて実用的である。なぜなら, ボルタ電池は, 放電すると, 急激に電圧が低下するからである。この現象を電池の<sup>ア</sup>( )という。

ボルタ電池は, その反応が不可逆反応なので, 一次電池と呼ばれる。これに対して, 電池の放電反応が可逆反応ならば, 外部から逆向きに電流を流して電池を充電できる。このような電池を, 二次電池または蓄電池という。ダニエル電池の放電の反応は可逆反応であるが, イオン化傾向の大きさが<sup>イ</sup>( )><sup>ウ</sup>( )のため, 充電時には<sup>エ</sup>( )板では<sup>オ</sup>( )の還元に加えて<sup>カ</sup>( )の還元も行われるので充電には不向きで, 二次電池とは言えない。

実用的な蓄電池の代表例としては, 自動車にも用いられている鉛蓄電池がある。(a) 図2に示すように, ある程度放電した鉛蓄電池の正極と負極をダニエル電池につないで充電したところ, 鉛蓄電池の両極の質量は合計 80 mg 変化した。

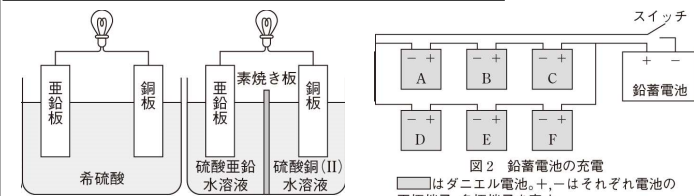


図1 ボルタ電池とダニエル電池

図2 鉛蓄電池の充電

[ ] はダニエル電池, +, - はそれぞれ電池の正極端子, 負極端子を表す。

1. 上の文章の(ア)~(カ)にあてはまる適切な語句をそれぞれ書け。

2. 図1のボルタ電池における正極の金属板で起きている反応の反応式を書け。  
[ ]

3. ダニエル電池で素焼き板は重要な役割を果たす。その二つの役割を簡潔に述べよ。  
[ ]

4. ダニエル電池の起電力について, 以下の問いに答えよ。

(1) ダニエル電池の起電力を少し大きくしたり, 電池を長持ちさせたりするには, 各水溶液の濃度をどう変えればよいか。以下から正しいものを選べ。 [ ]

- (ア) どちらの水溶液の濃度も濃くする。  
(イ) どちらの水溶液の濃度も薄くする。  
(ウ) 硫酸亜鉛水溶液の濃度を濃く, 硫酸銅(II)水溶液の濃度を薄くする。  
(エ) 硫酸亜鉛水溶液の濃度を薄く, 硫酸銅(II)水溶液の濃度を濃くする。  
(オ) どちらの水溶液の濃度を変えても, 起電力などはまったく変わらない。

(2) 次の金属を組み合わせてダニエル型の電池を作った。起電力が大きい順に並べよ。  
[ ]

- (ア) 銅と亜鉛 (イ) 銅と鉄 (ウ) 亜鉛と銀

5. 下線部(a)において, 以下の電極で起きている反応を化学反応式で記せ。

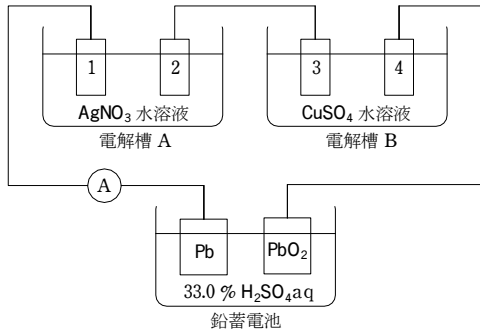
- (1) 鉛蓄電池の正極 (2) 鉛蓄電池の負極  
(1) [ ]  
(2) [ ]

6. 下線部(a)で鉛蓄電池に流れ込んだ電気量を求めよ。 [ ] C

7. 下線部(a)でダニエル電池Aの正極における質量変化を求め, 増加するのかわ, 減少するのかわ合わせて答えよ。 [ ]

4 鉛蓄電池を用いた電気分解 [2014 上智大]

下図のように鉛蓄電池を使い、電解槽 A、B を直列に接続して電気分解を 50.0 分間行った。鉛蓄電池は正極板には  $\text{PbO}_2$  が、負極板には  $\text{Pb}$  が、電解質溶液には質量パーセント濃度 33.0 % の希硫酸 800 g が使用されており、これから 50.0 分間にわたり 2.00 A の電流が取り出された。また、電解槽 A には 0.300 mol/L の硝酸銀水溶液 1200 mL が、電解槽 B には 0.100 mol/L の硫酸銅 (II) 水溶液が 1200 mL 入っており、電極板 1 ~ 電極板 4 はすべて白金である。(H=1.00, N=14.0, O=16.0, S=32.0, Cu=64.0, Ag=108, Pb=207, ファラデー定数=9.65×10<sup>4</sup> C/mol)



- 問1 電極板 3 は陽極あるいは陰極か。(a), (b) より選べ。 [ ]  
 (a) 陽極 (b) 陰極
- 問2 鉛蓄電池から取り出した電気量は何 C か。有効数字 2 桁で答えよ。 [ ] C
- 問3 鉛蓄電池の正極板について、下記の項目 (1) および (2) に答えよ。  
 (1) 正極板の質量はどのように変化したか。(a)~(c) より一つ選べ。 [ ]  
 (a) 増加した (b) 減少した (c) 変化しなかった  
 (2) 変化した質量は何 g か。ただし、増加した場合は増加量、減少した場合は減少量を有効数字 2 桁で答えよ。変化しない場合は、「なし」とせよ。 [ ] g
- 問4 電解槽 A、B から発生する気体はそれぞれ何か。(a)~(f) から一つ選べ。同じ選択肢を何度用いてもよい。該当する選択肢がない場合は、「なし」とせよ。  
 A [ ], B [ ]  
 (a) 一酸化窒素 (b) 酸素 (c) 水素 (d) 窒素 (e) 二酸化硫黄  
 (f) 硫化水素
- 問5 電解槽 A、B の 4 枚の白金電極板を実験終了後に取り出し、水で洗浄後、乾燥させ質量を測定した。下記の項目 (1) および (2) に答えよ。  
 (1) 実験前より質量が増加していたのはどの電極板か。(a)~(d) からすべて選べ。該当する選択肢がない場合は、「なし」とせよ。 [ ]  
 (a) 電極板 1 (b) 電極板 2 (c) 電極板 3 (d) 電極板 4  
 (2) その増加した質量は何 g か。有効数字 2 桁で答えよ。ただし、質量が増加していた電極板が複数ある場合は、その合計の質量を答えよ。変化しない場合は、「なし」とせよ。 [ ] g
- 問6 電気分解後、電解槽 B の硫酸銅 (II) 水溶液の濃度は何 mol/L か。有効数字 2 桁で答えよ。ただし、電気分解前後における溶液の体積変化は無視してよい。 [ ] mol/L
- 問7 同じ実験条件のもと、さらに電気分解を 100 分間行った。電気分解後の希硫酸の濃度は質量パーセント濃度で何 % か。有効数字 2 桁で答えよ。 [ ] %

5 鉄の製錬と燃料電池 [2009 京都府立医科大]

次の文章を読んで、設問に答えよ。設問 (3), (6) の解答は有効数字 2 桁で示せ。ただし、原子量は C=12, O=16, Fe=56, 標準状態における気体 1.0 mol の体積は 22.4 L, ファラデー定数は  $9.6 \times 10^4$  C/mol,  $1.0 \text{ J} = 1.0 \text{ C} \cdot \text{V}$  とする。

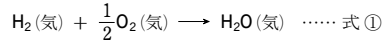
鉄は遷移元素の中で「」族に属し、多様な用途により文明を支えてきた重要な元素の一つである。鉄は地殻中に酸化物や硫化物として多量に含まれており、これらを選元することで単体が得られる。この過程の概略は以下のようになる。

溶鉱炉の上部から鉄鉱石とコークス、石灰石を入れ、下部から熱風を吹き込む。すると、コークスが熱風によって燃焼し、一酸化炭素を生じる。<sub>(i)</sub> 生じた一酸化炭素によって、鉄鉱石が還元されて鉄を生じるが、一酸化炭素は酸化されて二酸化炭素を生じる。このときに得られる鉄は「」と呼ばれ、鉄以外に炭素を含んでいる。融解した「」に酸素を吹き込んで炭素を酸化し、一酸化炭素として除去することによって炭素の含有量を低くしたものを「」と呼ぶ。「」は強じんて弾性があるため、建築材などに用いられる。

一方、二酸化炭素の排出規制に関心が高まるにつれ、化石燃料の酸化反応により得られる熱エネルギーに代わる新しいエネルギー源として燃料電池が注目されるようになった。水素-酸素燃料電池は、水素が燃焼するときの酸化還元反応にともなって発生する化学エネルギーを電気エネルギーとして取り出す装置である。電池の両極のうち、酸

化反応は「」極で起こり、還元反応は「」極で起こる。両方の電極を導線で接続すると電子が一定方向に移動し、電流が流れる。溶融炭酸塩型の燃料電池では、炭酸イオンを含む電解液が用いられる。<sub>(ii)</sub> 「」極活物質の水素と電解液の炭酸イオンが反応して水と二酸化炭素が生じ、<sub>(iii)</sub> 「」極活物質の酸素と二酸化炭素が反応して炭酸イオンが生成する。一方、アルカリ型燃料電池では、水酸化物イオンを含む電解液が用いられる。<sub>(iii)</sub> 「」極活物質の水素と電解液の水酸化物イオンとの反応で水が生じ、「」極活物質の酸素と水との反応で水酸化物イオンが生成する。

いずれの燃料電池においても、全体の化学反応は次の式 ① で示される。



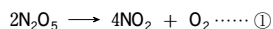
化石燃料を利用した火力発電と比べて燃料電池が注目されているのは、電気エネルギーへの変換効率が高いにもかかわらず生成物が水だけであり、二酸化炭素や窒素酸化物などが副成しないためである。

- (1) 「」~「」にも最も適切な語句を入れよ。
- (2) 下線部 (i) で、一酸化炭素を用いて赤鉄鉱を還元するときの化学反応式を書け。  
 [ ]
- (3) 「」中には鉄の質量の 4.0 % にあたる炭素が含まれ、「」中には鉄の質量の 0.20 % にあたる炭素が含まれているとする。  
 (a) 赤鉄鉱 1.0 kg から得られる「」の質量を求めよ。 [ ] g  
 (b) 「」から「」を得るために消費される酸素量 [L] を標準状態に換算して求めよ。 [ ] L
- (4) 鉄は濃硝酸とは反応せずに不動態となるが、<sub>(iv)</sub> 希硫酸とは反応して水素を発生しながら溶け、淡緑色の水溶液となる。この水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、緑白色の沈殿が生じる。この沈殿を放置しておくと、赤褐色の沈殿に変化する。  
 (a) 下線部 (iv) の化学反応式を書け。  
 [ ]  
 (b) 沈殿した赤褐色の化合物の化学式を書き、沈殿物の色が変わるときに化学変化の過程を簡潔に説明せよ。  
 化学式 [ ]  
 過程 [ ]
- (5) 下線部 (ii) と (iii) について、それぞれの燃料電池の正極と負極で起こる酸化還元反応のイオン反応式を書け。  
 (a) 溶融炭酸塩型燃料電池  
 [正極] [ ]  
 [負極] [ ]  
 (b) アルカリ型燃料電池  
 [正極] [ ]  
 [負極] [ ]
- (6) 燃料電池のエネルギー変換効率について、文中の「」~「」に入る数値を求めよ。 $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ , O-H の結合エネルギーをそれぞれ、440 kJ/mol, 490 kJ/mol, 460 kJ/mol とすると、式 ① の反応における水素 1.0 mol あたりの反応熱は「」kJ となる。一方、起電力が 1.0 V の燃料電池で水素 1.0 mol を反応して得られる電力を熱エネルギーに換算すると「」kJ となる。したがって、エネルギー変換効率は理論的に「」% と求められる。実際には、発電にともなって熱が生じるため、エネルギー変換効率はこれよりも低くなる。

〔6〕化学反応の速さ〔2002 慶応義塾大〕

次の文章を読み、〔a〕には適切な式を、〔b〕、〔c〕、〔d〕には適切な語句を、〔ア〕、〔カ〕には整数を、〔イ〕、〔ウ〕、〔エ〕、〔オ〕には数値〔オ〕は小数点以下第2位まで、その他は有効数字2桁を入れよ。ただし、気体はいずれも理想気体としてふるまうものとし、気体定数は  $8.3 \times 10^3 \text{ L} \cdot \text{Pa} / (\text{K} \cdot \text{mol})$  を用いよ。

化学反応の速さ(反応速度)は、単位時間あたりの反応物の濃度の減少量によって表される。例えば、式①の気体反応について考えてみよう。反応物の  $\text{N}_2\text{O}_5$  は、 $\text{NO}_2$  と  $\text{O}_2$  に分解する。



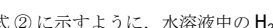
$\text{N}_2\text{O}_5$  のモル濃度を  $[\text{N}_2\text{O}_5]$  とし、時刻  $t_1$  における濃度を  $[\text{N}_2\text{O}_5]_1$  とする。時刻  $t_2$  までに濃度が  $[\text{N}_2\text{O}_5]_2$  まで減少したとすると、 $t_1$  から  $t_2$  までの間における平均の反応速度  $v$  は、 $v = \frac{[\text{N}_2\text{O}_5]_1 - [\text{N}_2\text{O}_5]_2}{t_2 - t_1}$  となる。

一定の体積の容器に  $\text{N}_2\text{O}_5$  だけを  $3.16 \times 10^5 \text{ Pa}$  になるように入れ、温度を  $43^\circ\text{C}$  に一定に保ち、式①の反応を行わせた。5分後に全圧が初めの1.30倍になった。気体の状態方程式から  $[\text{N}_2\text{O}_5]$  は  $\text{N}_2\text{O}_5$  の〔b〕に比例するので、5分後には容器に入れた  $\text{N}_2\text{O}_5$  の〔c〕%が分解し、 $[\text{N}_2\text{O}_5]$  は〔d〕〔mol/L〕になる。この間の平均の反応速度は〔e〕〔mol/(L・min)〕である。

上記とは異なる一定の温度における時間  $t$  に対する  $[\text{N}_2\text{O}_5]$  の変化を右表に示す。5分間ごとの平均の反応速度は時間とともに減少するが、5分間ごとの平均の反応速度を5分間ごとの平均の  $\text{N}_2\text{O}_5$  の濃度で割った値は〔f〕〔1/min〕となり、一定である。このように、平均の反応速度は平均の  $\text{N}_2\text{O}_5$  の濃度に比例する。これより、 $t=0$ 〔min〕の  $\text{N}_2\text{O}_5$  の濃度(初濃度)は〔g〕〔mol/L〕であることがわかる。 $\text{N}_2\text{O}_5$  の濃度が初濃度の半分になるまでの時間を  $T_1$  とすると、 $t=2T_1$  における  $\text{N}_2\text{O}_5$  の濃度は初濃度の〔h〕%である。

時間 $t$ 〔min〕	0	5	10	15
濃度 $[\text{N}_2\text{O}_5]$ 〔mol/L〕	〔オ〕	7.60	6.88	6.22

式②に示すように、水溶液中の  $\text{H}_2\text{O}_2$  は  $\text{H}_2\text{O}$  と  $\text{O}_2$  に分解する。この反応速度も、 $\text{N}_2\text{O}_5$  の分解反応の場合と同様に、 $\text{H}_2\text{O}_2$  の濃度に比例する。



この反応は常温で非常にゆっくりと進行するが、 $\text{Fe}^{3+}$  を含む水溶液や二酸化マンガンを少量加えると反応が促進される。式②の反応では、加えた  $\text{Fe}^{3+}$  や二酸化マンガンは反応の前後で変化しない。このような物質を〔i〕という。〔c〕は、〔j〕を下げて反応速度を増大させるが、反応熱は変わらない。

〔7〕アンモニア水の電離平衡〔2017 東北大〕

アンモニアを水に溶かすと、①式で表される電離平衡が成り立つ。



希薄な水溶液では水の濃度〔mol/L〕は一定とみなせるので、電離定数  $K_b$ 〔mol/L〕は②式で与えられる。

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = 1.7 \times 10^{-5} \text{ mol/L} \quad \text{②}$$

問1 〔a〕に当てはまる物質のモル濃度〔mol/L〕を表す式を以下の(a)から(e)より選べ。

- (a)  $[\text{NH}_3]$  (b)  $[\text{NH}_4^+]$  (c)  $[\text{H}_2\text{O}]$  (d)  $[\text{H}^+]$  (e)  $[\text{OH}^-]$

問2 0.20 mol/L のアンモニア水 50 mL と 0.10 mol/L の塩酸  $x$ 〔mL〕を混合し、水酸化物イオン濃度が  $[\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$  になるように溶液を調製した。加えた塩酸の体積  $x$ 〔mL〕の数値を有効数字2桁で書け。ただし、混合前後で体積の和は変わらないものとする。〔a〕mL

〔8〕溶解平衡と溶解度積〔2006 京都大〕

次の文を読んで、(1)~(4)に答えよ。

塩化銀の粉末を  $25^\circ\text{C}$  において水に溶解させたところ、一部の塩化銀が溶け残った 10 mL の水溶液ができ、平衡に達した。このとき、溶解している塩化銀は、 $1.3 \times 10^{-7} \text{ mol}$  であった。この溶解平衡の平衡定数  $K(\text{AgCl})$  は次式で示される。

$$K(\text{AgCl}) = \frac{[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]}{[\text{AgCl}(\text{固})]}$$

$[\text{AgCl}(\text{固})]$  を一定とみなし、新しく定数  $K_s(\text{AgCl})$  を次のように定義する。

$$K_s(\text{AgCl}) = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$$

$K_s(\text{AgCl})$  の値は、〔b〕(mol/L)<sup>2</sup> である。

この塩化銀の飽和水溶液に、 $25^\circ\text{C}$  において硝酸銀水溶液を加え、水溶液中の硝酸イオンの濃度を 0.10 mol/L としたときに、水溶液中の塩化物イオンの濃度〔mol/L〕は、

〔c〕mol/L と近似できる。これは、先に述べた水に対する値よりも小さくなっている。

水溶液に溶解している2種類の陽イオンの一方のみを、 $K_s$  の差を利用することにより、沈殿として除去することができる。 $25^\circ\text{C}$  において、それぞれ 0.10 mol/L の  $\text{Ag}^+$  と  $\text{Pb}^{2+}$  を含む硝酸水溶液に 1.0 mol/L の塩化カリウム水溶液を加えることにより、沈殿 A の生成が完了した。ろ過して沈殿 A を取り出し、沈殿 A に水を加えて  $90^\circ\text{C}$  に加熱し、上澄み液と沈殿 B に分離した。この上澄み液に 1.0 mol/L の硫酸を加えたところ、白色沈殿 C が生じた。

また、①残った沈殿 B にアンモニア水を加えたところ、完全に溶解した。

(1) 〔ア〕と〔イ〕に適切なイオン式を入れよ。〔ア〕〔イ〕

(2) 〔ウ〕と〔エ〕に適切な数値を有効数字2桁で入れよ。ただし、硝酸銀水溶液を加えても、水溶液の体積の変化は無視できるものとする。〔ウ〕〔エ〕

(3) 白色沈殿 C の化学式を記せ。なお、 $90^\circ\text{C}$  における  $K_s(\text{AgCl})$ 、 $K_s(\text{PbCl}_2)$  の値は、それぞれ、 $3.5 \times 10^{-9} (\text{mol/L})^2$ 、 $2.0 \times 10^{-3} (\text{mol/L})^3$  とする。〔a〕

(4) 下線部①の反応をイオン反応式で記せ。〔a〕

〔9〕酢酸エチル生成の平衡〔2004 慶応義塾大〕

次の3つの課題文を読み、問いに答えよ。

(課題文1) ある反応容器に酢酸とエタノールをとり、一定時間後に内容物は平衡に達した。

(課題文2) 今、1 mol の酢酸と 1.6 mol のエタノールが反応し、平衡に達したとき、生成物中には酢酸エチルが 0.8 mol 生成していることが判明した。

(課題文3) 次に、新しい反応容器中で、反応条件を変えずに、120 g の酢酸と 92 g のエタノールを反応させ、平衡に達したときの反応容器中の成分を調べた。

(1) 課題文1の文章を適切に表現する化学反応式を示せ。〔a〕

(2) 課題文2の文章を読み、このときの平衡定数  $K$  を求めよ。〔a〕

(3) 課題文3の文章を読み、このときの反応容器中の考えられるすべての成分の質量を示せ。ただし、原子量は  $\text{H}=1.0$ 、 $\text{C}=12.0$ 、 $\text{O}=16.0$  とする。〔a〕