

情報科学部A方式I日程・デザイン工学部A方式I日程
 理工学部A方式I日程・生命科学部A方式I日程

3 限 理 科 (75 分)

科 目	ページ
物 理	2～9
化 学	10～18
生 物	20～37

〈注意事項〉

1. 試験開始の合図があるまで，問題冊子を開かないこと。
2. 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。
3. 志望学部・学科によって選択できる科目が決まっているので注意すること。

志望学部(学科)	受験科目
情報科学部(デジタルメディア)	物理
デザイン工学部(都市環境デザイン工・システムデザイン)	物理または化学
理工学部(機械工〔機械工学専修〕・応用情報工)	
生命科学部(生命機能)	物理，化学または生物

4. 科目の選択は，受験しようとする科目の解答用紙を選択した時点で決定となる。
一度選択した科目の変更は一切認めない。
5. 問題冊子のページを切り離さないこと。

(化 学)

- 注意 1. 情報科学部デジタルメディア学科を志望する受験生は選択できない。
2. 解答は、すべて解答用紙の指定された解答欄に記入せよ。
3. 計算問題では、必要な式や計算、説明も解答欄に記入せよ。
4. 記述問題では、化学式を示す場合はマス目を自由に使ってよい。
5. 記述問題の解答の文字数には、句読点を含むものとする。
6. 特に文中で指定がない場合は、気体をすべて理想気体として取り扱うこと。
7. 原子量は、下記の値を用いよ。

元素	H	Li	C	N	O	Na	Cl	K	Co	Ag
原子量	1.00	6.94	12.0	14.0	16.0	23.0	35.5	39.1	58.9	108

8. 以下の定数等を用いる場合は、下記の値を用いよ。

アボガドロ定数 $N_A = 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$

ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

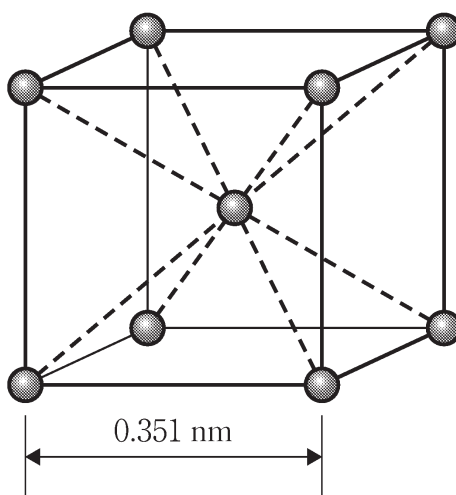
$\sqrt{2} = 1.41, \sqrt{3} = 1.73, \sqrt{5} = 2.24, \sqrt{7} = 2.65$

〔Ⅰ〕 つぎの文章を読んで、以下の設問に答えよ。

周期表の1族に属する水素以外の元素をアルカリ金属という。アルカリ金属の単体は、密度が小さく、比較的柔らかくて融点も低い。アルカリ金属の中で最も原子量の小さいリチウム金属の結晶は、図Ⅰ－1で示される単位格子が連な^(a)ってできている。リチウムの名前がついたリチウムイオン電池は、充電によって繰^(b)返し使うことができる電池として、利用分野の拡大が著しい。

世界の約3/4のリチウム資源が南米のチリに埋蔵されている。リチウムを高濃度に含む土壌中の金属塩が雨水に溶解し河川水とともに流れこみ、塩濃度の高い湖(塩湖)となる。主として金属塩化物を含む湖水を乾燥濃縮後、精製過程を経て、^(c)炭酸リチウムあるいは水酸化リチウムが製造される。

リチウム金属の単体は、リチウムイオンを含む水溶液の電気分解では得るこ^(d)とができない。リチウム金属は、塩化リチウムと塩化カリウムが物質量比1:1で^(e)含まれる混合物を450℃程度の高温で加熱・融解し、電気分解することにより得られる。



図Ⅰ－1 リチウム金属結晶の単位格子

化学

1. (ア) 下線部(a)の単位格子は、何という結晶格子か。適切な語句を記せ。

(イ) この単位格子は、一辺の長さが 0.351 nm の立方体である。リチウムの原子半径は何 nm か。有効数字 2 桁で求めよ。また、リチウム金属の密度は、何 g/cm³ か。有効数字 2 桁で求めよ(必要なら、 $0.351^2 = 0.123$, $0.351^3 = 0.0432$, $0.351^4 = 0.0152$ を使ってよい)。

2. (ア) 下線部(b)のような電池は何と呼ばれるか。適切な語句を記せ。

(イ) リチウムイオン電池の正極は、コバルト酸リチウム LiCoO_2 から一部の Li^+ が失われた $\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2$ 、負極はリチウムと黒鉛の化合物 LiC_6 である。電解質は、 Li^+ を含む有機溶媒である。リチウムイオン電池を放電して電気エネルギーを取り出すとき、正極および負極においてつぎのような反応が進行する。



電池を放電させて電子 2.00 mol が流れたとき、両極の質量変化は、それぞれ何 g か。増加を +, 減少を - とし、符号をつけて有効数字 2 桁で答えよ。

3. 金属塩化物だけを含む水溶液を用いて、下線部(c)の乾燥濃縮を 25 °C の実験室内で行った。水溶液中の金属の質量パーセント濃度は、 Li^+ : 0.200 %, Na^+ : 8.00 %, K^+ : 3.00 % とする。この混合塩化物水溶液中の水を蒸発させて濃縮すると、水の質量が 1/10 となった。濃縮水溶液中の Li^+ の質量パーセント濃度は、何 % か。有効数字 2 桁で求めよ。 LiCl , NaCl , KCl の 25 °C の水への溶解度(g/100 g 水)は、それぞれ、84.4, 37.9, 35.6 とする。

4. 下線部(d)のように、リチウム金属の単体が、リチウムイオンを含む水溶液の電気分解では得ることができない理由を 25 字以内で記せ。

5. 下線部(e)のように、目的金属の塩や酸化物を融解して、電気分解する操作を何というか。適切な語句を記せ。

〔Ⅱ〕 つぎの文章を読んで、以下の設問に答えよ。

塩化アンモニウムと塩化ナトリウムの2つの物質のみからなる混合物がある。

(a) この混合物に水を加えて混合物を完全に溶解し、得られた水溶液を体積で正確に2等分して、それぞれの溶液を用いてつぎの実験(i)、および実験(ii)を行った。

実験(i)： 一方の水溶液に過剰の水酸化ナトリウムを加えて加熱したところ、反応は
(b) すべて進行し、そこで発生した気体を 0.100 mol/L 硫酸 1000 mL に完全に吸収させた。この溶液から 20.0 mL をとり、メチルオレンジを指示薬として 0.100 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ 20.0 mL で変色した。

実験(ii)： 他方の水溶液に硝酸を加えて酸性にしたのち、やや過剰の硝酸銀水溶液を加えたところ、溶液中の混合物はすべて反応し、沈澱を生じた。この沈澱をろ過し、十分に水で洗った後、沈澱をすべて回収した。この沈澱を完全に乾燥させて質量を測定したところ 21.525 g であった。

1. 実験(i)の下線部(b)で生じた反応を、化学反応式で記せ。
2. 実験(i)の下線部(b)で生じた気体の捕集法として最も適する方法を漢字で記せ。
3. 実験(i)の下線部(b)で生じた気体の性質として、正しいものを以下の(ア)～(ケ)からすべて選び、記号で記せ。

- (ア) 水に溶解しやすい。
- (イ) 水にほとんど溶解しない。
- (ウ) 水溶液は弱い酸性である。
- (エ) 水溶液は中性である。
- (オ) 水溶液は弱い塩基性である。
- (カ) 空気よりも軽い。
- (キ) 空気よりも重い。
- (ク) 無臭である。
- (ケ) 刺激臭がある。

化学

4. 設問3で解答した気体の性質のうち，設問2の解答の根拠となる項目をすべて選び，記号で記せ。
5. 実験(i)で生じた気体は何 g か。有効数字2桁で求めよ。
6. 実験(i)のような手順で発生した気体の量を，間接的に求める方法を何というか。漢字で記せ。
7. 実験(ii)では，様々な化学反応が生じる。混合物中の塩化アンモニウムは，つぎの反応式にしたがって反応する。



混合物中の塩化ナトリウムと硝酸銀の反応を化学反応式で記せ。

8. 下線部(a)の混合物中の塩化アンモニウムは何 g か。有効数字2桁で求めよ。
9. 下線部(a)の混合物中の塩化ナトリウムは何 g か。有効数字2桁で求めよ。

〔Ⅲ〕 つぎの文章を読んで、以下の設問に答えよ。

酸化還元反応において、相手の物質を (ア) し、自身は (イ) されて電子を (ウ) 物質を酸化剤という。過マンガン酸カリウムは水に溶けると電離して過マンガン酸イオンを生じる。過マンガン酸イオンは酸性水溶液中で酸化剤として^(a)はたらく。また、相手の物質を (エ) し、自身は (オ) されて電子を (カ) 物質を還元剤という。シュウ酸は還元剤としてはたらくと二酸化炭素を生じる。過酸化水素や二酸化硫黄は、反応する相手の物質によって、酸化剤としてはたいたり、還元剤としてはたいたりする。過酸化水素は水溶液中で酸化剤として^(b)はたらくことが多いが、強い酸化剤に対しては還元剤としてはたらく。二酸化硫黄は水溶液中で還元剤として^(c)はたらくことが多く、このとき硫酸イオンを生じる。

過マンガン酸カリウムとシュウ酸の酸化還元反応^(d)を利用して、過マンガン酸カリウム水溶液の濃度を次のような酸化還元滴定により求めた。0.200 mol/L シュウ酸水溶液 25.0 mL をコニカルビーカーにとり、希硫酸^(e)を加えてから、過マンガン酸カリウム水溶液を褐色のビュレット^(f)を用いて少しずつコニカルビーカーに滴下したところ、20.0 mL 加えたときに過マンガン酸カリウム水溶液の赤紫色が消えなくなった。^(g)

1. 空欄 (ア) ～ (カ) に入る適切な語句をつぎの①～④の中から選び、番号で記せ。ただし、同じ番号を複数回選択してもよい。
① 酸化 ② 還元 ③ 受け取る ④ 失う
2. 下線部(a)～(c)の酸化剤あるいは還元剤としてののはたらきを、電子 e^- を含むイオン反応式(半反応式)で記せ。
3. 下線部(a)に関して、反応前後のマンガンの酸化数をそれぞれ記せ。
4. 下線部(c)に関して、反応前後の硫黄の酸化数をそれぞれ記せ。
5. 下線部(d)に関して、硫酸酸性の過マンガン酸カリウムとシュウ酸を混ぜたときに生じる反応を化学反応式で記せ。

化学

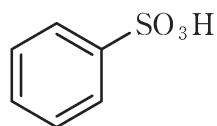
6. 下線部(e)に関して，希硫酸の代わりに塩酸あるいは硝酸を用いると過マンガン酸カリウム水溶液の濃度を正確に求めることができない。その理由を 30 字以内で記せ。
7. 下線部(f)に関して，褐色のビュレットを用いなければならない理由を 30 字以内で記せ。
8. 下線部(g)に関して，この酸化還元滴定に用いた過マンガン酸カリウム水溶液の濃度は何 mol/L か。有効数字 2 桁で求めよ。

〔Ⅳ〕 つぎの文章を読んで、以下の設問に答えよ。

4つの化合物 **A**～**D**を含むジエチルエーテル溶液がある。化合物 **A**～**D**はフェノール、ニトロベンゼン、アニリン、安息香酸のいずれかである。この溶液に以下の手順で分離操作を行った。また、化合物 **E**～**G**は分離操作で生成する化合物である。

- (手順1) 化合物 **A**～**D**を含むジエチルエーテル溶液に希塩酸を加えて分液ろうとで振り混ぜ、エーテル層 **1**と水層 **1**に分離したところ、水層 **1**には化合物 **E**が含まれていた。水層 **1**に水酸化ナトリウム水溶液を加えると化合物 **A**が遊離した。
- (手順2) エーテル層 **1**に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えて分液ろうとで振り混ぜ、エーテル層 **2**と水層 **2**に分離したところ、水層 **2**には化合物 **F**が含まれていた。水層 **2**に希塩酸を加えると化合物 **B**が遊離した。
- (手順3) エーテル層 **2**に水酸化ナトリウム水溶液を加えて分液ろうとで振り混ぜ、エーテル層 **3**と水層 **3**に分離したところ、水層 **3**には化合物 **G**が含まれていた。水層 **3**に希塩酸を加えると化合物 **C**が遊離した。
- (手順4) エーテル層 **3**からジエチルエーテルを蒸発させると化合物 **D**が得られた。

1. 化合物 **D**, **E**, **F**, **G**の構造式を例にならって記せ。



構造式の例

2. 化合物 **A**は、その特徴的な呈色反応を用いて簡便に検出することができる。
この検出方法について 30 字以内で説明せよ。

化学

3. 化合物 **C** に濃硝酸と濃硫酸の混合物を加えて加熱し、十分に反応させると、置換反応が繰り返し起こり、最終的に黄色結晶の化合物が生じた。この化学変化を化学反応式で記せ。
4. 手順 1 ～ 4 と同様の分離操作を行ったとき、エーテル層 **3** に含まれるものをつぎの①～⑤の中からすべて選び、番号で記せ。また、それらを選んだ理由を 35 字以内で記せ。
- ① *p*-クレゾール ② クロロベンゼン ③ サリチル酸
④ トルエン ⑤ ナフタレン
5. 手順 1 を変更し、化合物 **A** ～ **D** を含むジエチルエーテル溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えて分液ろうとで振り混ぜ、エーテル層 **4** と水層 **4** に分離した。水層 **4** に含まれる化合物を **A** ～ **G** の中からすべて選び、記号で記せ。
6. 設問 5 の水層 **4** に二酸化炭素を通じた後、ジエチルエーテルを加えて分液ろうとで振り混ぜ、エーテル層 **5** と水層 **5** に分離した。エーテル層 **5** に含まれる化合物を **A** ～ **G** の中から 1 つ選び、記号で記せ。
7. 設問 6 において、水層 **4** に二酸化炭素を通じると、ある化合物が化学変化して遊離し、エーテル層 **5** に移動した。この化学変化を化学反応式で記せ。

(白 紙)