

2014 年度 入学 試験 問題

化 学

(試験時間 13:15~14:45 90分)

1. この問題は、入学願書提出時に選択した科目の問題です。科目名を確認のうえ、解答してください。
2. 解答用紙は、記述解答用紙とマーク解答用紙の2種類がありますので注意してください。
3. 解答は、必ず解答欄に記入してください。なお、解答欄以外に書くと無効となりますので注意してください。
4. 解答は、HBの鉛筆またはシャープペンシルを使用し、訂正する場合は、プラスチック製の消しゴムを使用してください。特に、マーク解答用紙には鉛筆のあとや消しくずを残さないでください。また、折りまげたり、汚したりしないでください。記述解答用紙の下敷きにマーク解答用紙を使用することは絶対にさけてください。
5. 解答用紙には、受験番号と氏名を必ず記入してください。
6. マーク解答用紙の受験番号および受験番号のマーク記入は、コンピュータ処理上非常に重要なので、誤記のないよう特に注意してください。

中國經濟問題

學 報

中華民國二十一年一月一日

本報創刊於民國二十一年一月一日，自創刊以來，承蒙各界人士之厚愛，不勝感荷。茲為適應時勢之需要，特將本報之宗旨，重新闡明如下：

一、本報之宗旨，在於報導國內外之重要新聞，以供社會人士之參考。

二、本報之宗旨，在於報導國內外之重要新聞，以供社會人士之參考。

三、本報之宗旨，在於報導國內外之重要新聞，以供社會人士之參考。

四、本報之宗旨，在於報導國內外之重要新聞，以供社會人士之參考。

五、本報之宗旨，在於報導國內外之重要新聞，以供社會人士之參考。

六、本報之宗旨，在於報導國內外之重要新聞，以供社會人士之參考。

七、本報之宗旨，在於報導國內外之重要新聞，以供社會人士之參考。

八、本報之宗旨，在於報導國內外之重要新聞，以供社會人士之參考。

九、本報之宗旨，在於報導國內外之重要新聞，以供社會人士之參考。

十、本報之宗旨，在於報導國內外之重要新聞，以供社會人士之參考。

問題 I の解答は、マーク解答用紙の指定された欄にマークしなさい。問題 II, III, IV の解答は、記述解答用紙の解答欄に書きなさい。必要な場合は、次の値を用いなさい。

原子量：H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, Al = 27.0,
P = 31.0, S = 32.1, Cl = 35.5, Ca = 40.1, Cu = 63.6, Zn = 65.4,
Ag = 108, Cs = 132.9, Ba = 137

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

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

I 以下の問い(1)~(10)の解答は、それぞれの解答群のどれに該当するか。番号を選んでマークしなさい。(40点)

(1) 次の(a)~(c)の分子が持つ電子の総和が一酸化炭素の持つ電子の総和と等しいのはどれか。正しいものの組み合わせを、以下の解答群から1つ選びなさい。

- (a) アセチレン
- (b) エチレン
- (c) 窒素

[解答群]

- ① (a), (b), (c)
- ② (a), (b)
- ③ (a), (c)
- ④ (b), (c)
- ⑤ (a)
- ⑥ (b)
- ⑦ (c)
- ⑧ 該当するものはない

- (2) ある元素 M の単体 3.27 g を完全に酸化させたところ、得られた酸化物の質量は 4.07 g であった。またこの酸化物における元素 M の酸化数は +2 であった。M の原子量に最も近いものを、以下の解答群から 1 つ選びなさい。

[解答群]

- | | | | |
|------|------|------|------|
| ① 16 | ② 24 | ③ 32 | ④ 33 |
| ⑤ 40 | ⑥ 49 | ⑦ 65 | ⑧ 98 |

(3) 有機化合物に関する次の記述(a)~(c)について、正しいものの組み合わせはどれか。
該当するものを、以下の解答群から1つ選びなさい。

- (a) 水酸化ナトリウム水溶液による脂肪の加水分解では、グリセリンと安息香酸ナトリウムが得られる。
- (b) フェノール水溶液に炭酸水素ナトリウムを加えると発泡する。
- (c) フマル酸は加熱すると脱水が起こり酸無水物となるが、マレイン酸は加熱しても酸無水物を生じない。

[解答群]

	(a)	(b)	(c)
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

- (4) ビーカー(a)~(c)には、下表のA欄の2つの物質のうち、どちらか一方のみが入っている。B欄の操作により物質を識別できるのはどれか。正しいものの組み合わせを、以下の解答群から1つ選びなさい。ただし表中の○は識別できることを、×は識別できないことを表すものとする。

	A (物質)	B (操作)
(a)	1 g の Na_2CO_3 (固) または 1 g の CaCO_3 (固)	蒸留水を 100 mL 加える。
(b)	Pb^{2+} または Zn^{2+} を含む水溶液	アンモニア水を加えていく。
(c)	Al^{3+} 水溶液または Ag^+ を含む水溶液	硫化水素を通じる。

[解答群]

	(a)	(b)	(c)
①	○	○	○
②	○	○	×
③	○	×	○
④	×	○	○
⑤	○	×	×
⑥	×	○	×
⑦	×	×	○
⑧	×	×	×

(5) 図1に示す体心立方格子と面心立方格子に関する次の記述(ア)~(エ)について、正しいものの組み合わせはどれか。該当するものを、以下の解答群から1つ選びなさい。ただし、 $\sqrt{2} = 1.41$ を用いよ。

(ア) 単位格子において、面心立方格子に含まれる原子の数は、体心立方格子に含まれる原子の数の1.5倍である。

(イ) 原子半径を a とすると、体心立方格子の1辺の長さは $\left(\frac{4\sqrt{3}}{3}\right)a$ と表わされる。

(ウ) 面心立方格子の充てん率は70%より大きい。

(エ) 1つの原子からみて最も近い位置にある原子の数は、面心立方格子の方が体心立方格子に比べて1.5倍多い。

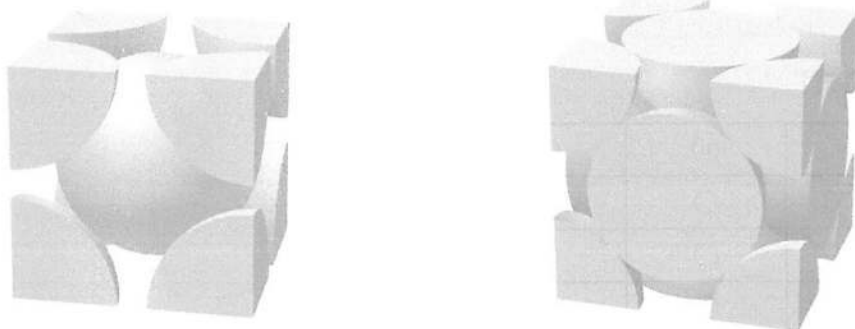


図1. 体心立方格子(左)と面心立方格子(右)の単位格子

[解答群]

- | | | | |
|------------|------------|-----------------|-----------------|
| ① (ア), (イ) | ② (ア), (ウ) | ③ (ア), (エ) | ④ (イ), (ウ) |
| ⑤ (イ), (エ) | ⑥ (ウ), (エ) | ⑦ (ア), (イ), (ウ) | ⑧ (イ), (ウ), (エ) |

(6) 塩化ナトリウムに関する次の記述(a)~(c)について、正しいものの組み合わせはどれか。該当するものを、以下の解答群から1つ選びなさい。

(a) 塩化ナトリウムはイオン結晶であり、イオン結合が非常に強いので、強い力をかけても割れない。

(b) 塩化ナトリウムの高濃度水溶液をゼラチンのコロイド溶液に多量に加えると沈殿を生成する。

(c) 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて生じた気体の水溶液は酸性を示す。

[解答群]

	(a)	(b)	(c)
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

(7) 次の文章を読み、常温で無色の液体化合物 (ア) ~ (ウ) の名前として正しい組み合わせを、以下の解答群から1つ選びなさい。

化合物 (ア) に、濃硫酸を加えて加熱する時、約 170℃ではエチレンを生じ、約 130℃では化合物 (イ) を生じる。化合物 (ア) に酢酸と少量の濃硫酸を加えて加熱すると、縮合反応により化合物 (ウ) が得られる。

[解答群]

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	エタノール	アセトン	酢酸エチル
②	エタノール	アセトン	無水酢酸
③	エタノール	ジエチルエーテル	酢酸エチル
④	エタノール	ジエチルエーテル	無水酢酸
⑤	アセトアルデヒド	アセトン	酢酸エチル
⑥	アセトアルデヒド	アセトン	無水酢酸
⑦	アセトアルデヒド	ジエチルエーテル	酢酸エチル
⑧	アセトアルデヒド	ジエチルエーテル	無水酢酸

- (8) 断熱容器(注)の中で、1 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液 100 mL と 1 mol/Lの塩酸 100 mL を中和反応させた。



十分反応が進行した後の反応溶液の温度の増加はどのように表わされるか。該当するものを、以下の解答群から1つ選びなさい。ただし、反応溶液の比熱を C_1 [J/(g·°C)]、反応溶液の密度を d (g/cm³)、反応容器の比熱を C_2 [J/(g·°C)]、反応容器の質量を k (g) とする。また、溶液の比熱は温度によらず一定とし、中和によって発生した熱量はすべて反応溶液と反応容器の温度上昇に使われ、中和反応に伴う体積の変化は無視する。

(注) 断熱容器とは熱の出入りを全く無視できる容器のことを指す。

[解答群]

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| ① $\frac{5650}{200 d C_1 + k C_2}$ | ② $\frac{5650}{200 d C_1 + C_2}$ |
| ③ $\frac{11300}{200 d C_1 + k C_2}$ | ④ $\frac{5650}{100 d C_1}$ |
| ⑤ $\frac{11300}{100 d C_1 + C_2}$ | ⑥ $\frac{11300}{100 d C_1 + k C_2}$ |
| ⑦ $\frac{5650}{200 C_1 + C_2}$ | ⑧ $\frac{5650}{200 C_1}$ |

- (9) 濃度 0.037 mol/L の酢酸水溶液と濃度 0.077 mol/L のフェノール水溶液の pH の差はいくらか。最も適切な値を、以下の解答群から 1 つ選びなさい。なお、酢酸及びフェノールの電離定数はそれぞれ 2.7×10^{-5} (mol/L), 1.3×10^{-10} (mol/L) である。また、弱酸の場合、電離度は 1 より十分小さいと考えてよい。

[解答群]

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 0 | ② 0.5 | ③ 0.8 | ④ 1.5 |
| ⑤ 1.8 | ⑥ 2.3 | ⑦ 2.5 | ⑧ 3.0 |

(10) 次の現象(a)~(c)の中で酸化還元反応が起こっているのはどの場合か。該当するものを、以下の解答群から1つ選びなさい。

(a) 鉄粉入りの化学カイロを開封して振ると温かくなった。

(b) 濁った泥水にミョウバン $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ を加えると泥水が透明になった。

(c) アルミ缶に水酸化ナトリウム水溶液を入れて放置したら、缶が溶け出した。

[解答群]

① (a), (b), (c)

② (a), (b)

③ (a), (c)

④ (b), (c)

⑤ (a)

⑥ (b)

⑦ (c)

⑧ 該当するものはない

II 二酸化炭素は、環境問題や生体反応など、広範囲にわたって我々の生活に関わりをもつ重要な物質である。二酸化炭素に関連した以下の問い(1)~(5)に答えなさい。数値は有効数字 2 桁で答えなさい。なお、すべての気体は理想気体として扱ってよく、反応の前後で容器の容積、気体の温度は変化しないものとする。(20 点)

問い

- (1) 二酸化炭素は、実験室では炭酸カルシウムと希塩酸の反応によって得られる。この反応を化学反応式で書きなさい。
- (2) 濃度不明の希塩酸 100 mL に炭酸カルシウム 1.00×10^{-3} mol を加えたところ、すべて反応した。生成した二酸化炭素が 1.00×10^5 Pa, 300 K では全て気体であると仮定した時、その体積を求めなさい。
- (3) (2)の反応後の溶液にフェノールフタレインを少量加え、0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和すると、50.0 mL を要した。(2)で用いた希塩酸の濃度を求めなさい。なお、(2)で生成した二酸化炭素は、速やかに気体となって水溶液からすべて分離されたものとする。
- (4) (2)の反応後の溶液において、生成した二酸化炭素の一部が水溶液に溶けた場合、中和に必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積は(3)の 50.0 mL に比べてどうなるか。最も適切なものを解答群から 1 つ選びなさい。

[解答群]

- ① 50.0 mL よりも多い
 - ② 50.0 mL よりも少ない
 - ③ 50.0 mL のまま変わらない
- (5) 炭酸カルシウムは、二酸化炭素を含む水には溶ける。この反応を化学反応式で書きなさい。

III イオン交換樹脂に関連した次の文章を読み、以下の問い(1)~(7)に答えなさい。ただし、イオン交換および沈殿生成反応は完全に起こるものとする。(20点)

スルホ基 ($-\text{SO}_3\text{H}$) を持つ合成樹脂は、接触した溶液中のイオンを別のイオンと交換するはたらきをもつ陽イオン交換樹脂である。陽イオン交換樹脂をガラス筒(カラム)に詰めて、上部から塩化ナトリウム水溶液を加えて樹脂を通過させると、樹脂表面のスルホ基 ($\text{R}-\text{SO}_3\text{H}$, R は樹脂表面) の H^+ が水溶液中の Na^+ に交換される(図2)。この Na^+ を保持した樹脂に対して、さらに別の陽イオンを含んだ溶液を流すことで、 Na^+ と別の陽イオンを交換することもできる。

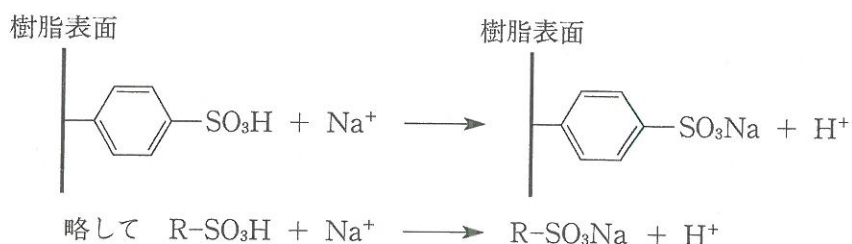


図2. 陽イオン交換樹脂の反応

今、図3のように陽イオン交換樹脂の上部から十分に酸を加えて $\text{R}-\text{SO}_3\text{H}$ の形で H^+ を保持した後、純水で十分に洗った樹脂に対して、以下の手順(a)~(f)で陽イオンを分離する実験を行った。

- (a) 0.10 mol/L の AgNO_3 10 mL をカラムに通してイオン交換した後、その樹脂をよく水洗し、流出液の全量を集めて0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定したところ、10 mL 要した。
- (b) 新しく同じ樹脂を詰めたカラムに0.10 mol/L の $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 10 mL を通してその樹脂をよく水洗し、流出液の全量を集めて、(a)と同様に0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定したところ、20 mL を要した。

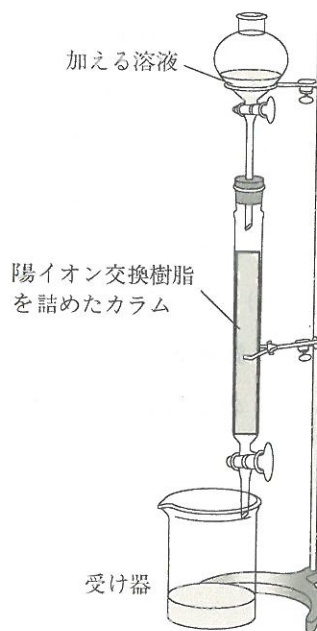


図3. 陽イオン交換カラム

- (c) 新しく同じ樹脂を詰めたカラムに、 0.10 mol/L の AgNO_3 溶液と 0.10 mol/L の $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液をある割合で混合した混合溶液をカラムに流してイオン交換を行い、その樹脂をよく水洗し、流出液の全量を集めた。
- (d) 手順(c)の Ag^+ 、 Ba^{2+} の2つの金属イオンが吸着したカラムに、希硝酸を流した。カラムに通す希硝酸中の H^+ 濃度を上げていくと、最初に化合物Aが流出してきた。化合物Aが流出し終わったことを確認して受け器を交換し、カラムに流す H^+ 濃度をさらに上げていくと、次に化合物Bが流出してきた。
- (e) 最初に流出した化合物Aのみを全量集めたビーカーに過剰の塩化ナトリウム水溶液を加えて白色の沈殿を得た。沈殿をよく乾燥させた後の沈殿の質量は 0.29 g であった。
- (f) 次に化合物Bの全量を集めた溶液に過剰の硫酸ナトリウムを加えて白色の沈殿を得た。沈殿をよく乾燥させた後の沈殿の質量は 0.70 g であった。
- このように、陽イオン交換樹脂は金属イオンを分離することができるので、分析や分離に用いられる。

問い

- (1) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ がカラム内でイオン交換する変化を、陽イオン交換樹脂を $\text{R-SO}_3\text{H}$ (R は樹脂表面) と略して化学反応式で書きなさい。
- (2) 上の(a)~(f)の実験結果からA、Bは何か、化合物名(日本語名)で答えなさい。
- (3) (e)の実験結果をもとに、(d)で得られた化合物Aの物質量を有効数字2桁で答えなさい。
- (4) (e)、(f)の実験結果をもとに、(c)の実験で用いた混合溶液の体積(mL)を有効数字2桁で答えなさい。ただし、2つの金属イオンは互いに独立に反応して相手の金属イオンに影響を与えないものとし、混合により体積変化は起こらないものとする。
- (5) (c)の実験で得られた流出液の全量中の水素イオン H^+ を中和するには、 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液が何 mL 必要か、有効数字2桁で答えなさい。

- (6) (d)の下線部ではどのような反応が樹脂上で起こっているか、化学反応式で書きなさい。答えは(1)と同様に陽イオン交換樹脂を $R-SO_3H$ (R は樹脂表面) と略して書きなさい。
- (7) 陽イオン交換樹脂は、含まれるスルホ基の個数により、イオン交換できる金属イオンの物質質量が決まる。ここで高分子1分子あたりスルホ基を平均100個持っている平均分子量 1.0×10^6 の陽イオン交換樹脂 10 g に対し、0.10 mol/L の硝酸セシウム ($CsNO_3$) を流して水溶液からセシウムイオンを除去したい。陽イオン交換樹脂がセシウムイオンで飽和するまでに流すことのできる $CsNO_3$ の溶液量 (mL) を有効数字2桁で答えなさい。

IV 次の文章を読み、以下の問い(1)~(5)に答えなさい。ただし、構造式は図4の例にならって書きなさい。(20点)

- (i) 塩化銀に対してアンモニア水を加えると、溶解して錯イオンAを主成分として含む溶液が得られる。この溶液に対して、テンブンを酸で加水分解して得られる化合物Bを加えると、単体の銀が析出することが知られている。

工業的に一酸化炭素と水素から触媒を用いて合成される液体の有機化合物Cは、水とは任意の割合で混合でき、単体のナトリウムと反応して水素を発生する。Cを酸化すると刺激臭を持つ液体の有機化合物Dとなる。DはAと反応して同様に単体の銀を生成し、Dに炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると二酸化炭素が発生する。

- (ii) 炭素・水素・酸素のみからなる有機化合物Eの元素分析を行ったところ、炭素40.0%、水素6.7%を含むことがわかった。また、浸透圧を用いて化合物Eの分子量を求めたところ、80から100の範囲内にあることがわかった。一方、1 molの化合物Eに単体のナトリウムを加えると、2 molのナトリウムが消費されて水素が発生し、1 molの化合物Eに十分な量の炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、1 molの二酸化炭素が発生した。また、化合物Eは不斉炭素を有することがわかっている。

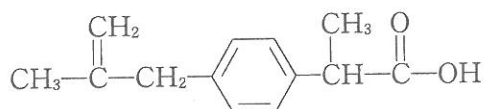


図4. 構造式の例

問い

- (1) 錯イオンAのイオン式を書きなさい。
- (2) 化合物Bは水溶液中で3種の異性体の平衡状態にあることが知られているが、それらのうちAと反応できる異性体の構造式を書きなさい。
- (3) 化合物Cの名称を書きなさい。
- (4) 化合物CとDを縮合させて得られる化合物の構造式を書きなさい。
- (5) 化合物Eの構造式を書きなさい。

