

高知大学

平成 25 年度 入学試験問題(前期日程)

理 科

(化 学)

教育学部(学校教育教員養成課程, 生涯教育課程生活環境コース)
理 学 部(理学科・応用理学科)
医 学 部(医学科)

問題冊子 問題…… **I** ~ **VI** ページ…… 1 ~ 8
解答用紙…… 7 枚
下書用紙…… 1 枚

教育学部：試験時間は 90 分，配点は表示の 1.25 倍とする。

理 学 部：試験時間は 90 分，配点は表示の 2 倍とする。

医 学 部：試験時間は 120 分(2 科目解答)，配点は表示のとおり。

注 意 事 項

1. 試験開始の合図まで，この問題冊子を開かないこと。
2. 試験中に，問題冊子・解答用紙の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁及び下書用紙の不備等に気付いた場合は，手を挙げて監督者に知らせること。
3. 各解答用紙に受験番号を記入すること。
なお，解答用紙には，必要事項以外は記入しないこと。
4. 解答は，必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。(「白紙」のページには，記入しないこと。)
5. 解答用紙の各ページは，切り離さないこと。
6. 配付された解答用紙は，持ち帰らないこと。
7. 試験終了後，問題冊子，下書用紙は持ち帰ること。
8. 試験終了後，指示があるまでは退室しないこと。

注意：必要であれば、次の値を用いよ。なお、扱う気体はすべて理想気体とする。

原子量は $H = 1.0$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $Na = 23.0$, $Cl = 35.5$, $Fe = 55.9$,
 $Cu = 63.6$, $Zn = 65.4$, $Ag = 107.9$, $Ba = 137.3$ とし、気体定数は $R = 8.31 \times 10^3$
 $L \cdot Pa / (K \cdot mol) = 8.31 J / (K \cdot mol)$, ファラデー定数は $F = 9.65 \times 10^4 C / mol$ とする。

I 周期表第3周期の元素 Na , Mg , Al , Si , P , S , Cl に関して、あとの各問いに答えよ。(35点)

問1 下記の(ア)~(エ)の性質は、(I), (II), (III)のどの傾向に当てはまるか、選んで記号で答えよ。

- (ア) 電気陰性度
- (イ) 価電子数
- (ウ) 陽子数
- (エ) 原子半径*

*同じ元素の原子どうしの共有結合(非金属元素の場合)もしくは金属結合(金属元素の場合)における、原子の中心間距離の1/2。

- (I) 周期表の右へいくほど大きくなる
- (II) 周期表の右へいくほど小さくなる
- (III) (I), (II)のような序列はない

問2 Cl 原子には、質量数35の ^{35}Cl と質量数37の ^{37}Cl の同位体が存在し、原子量35.5と計算される。 ^{35}Cl と ^{37}Cl のそれぞれの存在比(%)を計算せよ。

問3 単体の Al は、ボーキサイト鉱石(主成分の組成 $Al_2O_3 \cdot nH_2O$)から以下の4つの操作を経て得られる。次の(1)~(3)に答えよ。

操作① 細かく粉砕したボーキサイト鉱石を、濃い水酸化ナトリウム水溶液とともに熱し、ろ過する。

操作② ろ液に水を加え、沈殿を生じさせる。

操作③ 沈殿を高温で熱する。

操作④ 氷晶石とともに $1000^\circ C$ 程度に加熱して融解塩電解する。

- (1) 操作①, 操作②, 操作③で主に起こる反応を化学反応式で示せ。
- (2) 操作①の目的を説明せよ。
- (3) 操作④で氷晶石とともに融解塩電解する理由を簡潔に説明せよ。

問4 Na , Mg , Al の酸化物について、それぞれ酸性、中性、塩基性水溶液に対する溶解性を簡潔に説明せよ。

II 次の文章を読んで、あとの各問いに答えよ。(30点)

問 1 Na^+ , Ag^+ , Zn^{2+} , Ba^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} を含む硝酸塩水溶液がある。この溶液を用いて以下の実験操作を行った。A～Fを化学式で示せ。

操作① これらの金属イオンを含む硝酸塩水溶液に塩酸を加えると、沈殿 A が生じた。この沈殿 A をろ過によって分離した。

操作② 沈殿 A を分離した溶液は、酸性であった。その水溶液に硫化水素を通すと、沈殿 B が生じた。

操作③ 沈殿 B を分離した溶液を、煮沸により硫化水素を除いてから濃硝酸を加えて加熱し、さらにアンモニア水を過剰に加えると、沈殿 C が生じた。

操作④ 沈殿 C を分離した溶液に、硫化水素を吹き込むと、沈殿 D が生じた。

操作⑤ 沈殿 D を分離した溶液に、炭酸アンモニウム水溶液を加えると、白色沈殿 E を生じた。

操作⑥ 沈殿 E を分離した溶液には、金属イオン F が残存した。

問 2 沈殿 A は、アンモニア水を加えると溶解した。この反応を化学反応式で示せ。

問 3 操作③で濃硝酸を加えた目的を簡潔に説明せよ。

問 4 Na^+ , Ag^+ , Zn^{2+} , Ba^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} のうち、いずれか 1 つの金属イオンを含む硝酸塩水溶液がある。その硝酸塩水溶液の密度は 1.10 g/mL であり、質量パーセント濃度は 11.0% 、モル濃度は 0.500 mol/L である。この硝酸塩の式量を計算せよ。また、この水溶液に含まれる硝酸塩を化学式で答えよ。

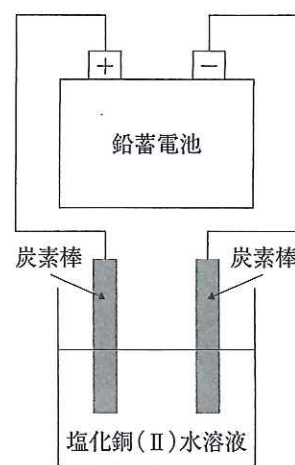
Ⅲ 鉛蓄電池を用いて、塩化銅(Ⅱ)水溶液の電気分解を行った。また、電気分解前後の鉛蓄電池中の硫酸濃度を下記の通り調べた。あとの各問いに答えよ。(35点)

鉛蓄電池中の硫酸を、安全ピペットを装着した (ア) を使って一定体積とり、 (イ) に入れた後、水を加えて標線に合わせた。薄めた硫酸から、再度 (ア) を使って一定量をはかり取り、 (ウ) に移してフェノールフタレインを数滴加え、濃度が分かっている NaOH 水溶液が入った (エ) を使って、中和滴定を行った。

問 1 鉛蓄電池の正極と負極で起こる反応を、それぞれイオン反応式で表せ。

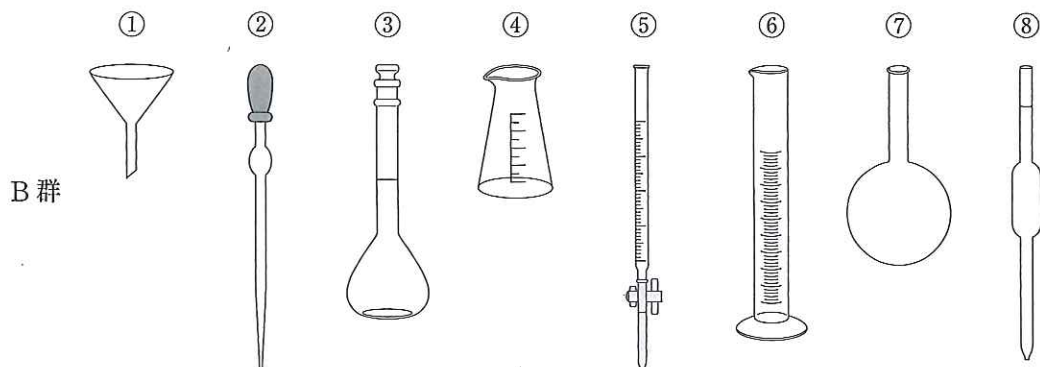
問 2 塩化銅(Ⅱ)水溶液の陽極と陰極で起こる反応を、それぞれイオン反応式で表せ。

問 3 1.00 A の一定電流を 60 分間流して電気分解を行った時、塩化銅(Ⅱ)水溶液に浸した陽極と陰極のそれぞれに生成する物質の量を計算せよ。ただし、流れた電流は、すべて電気分解に使われたものとし、生成する物質が固体であるならば、その質量 [g] を、気体であるならば、 0°C 、 $1.013 \times 10^5 [\text{Pa}]$ (1 atm) における体積 [L] を有効数字 3 桁で答えよ。解答には、単位も示すこと。



問 4 (ア) ~ (エ) に入る器具名を A 群から選び、その器具を示す図を B 群から選び、それぞれ記号で答えよ。

- A 群 (a) ビュレット (b) コニカルビーカー (c) メスシリンダー
 (d) ホールピペット (e) メスフラスコ (f) 駒込ピペット
 (g) ロート (h) 丸底フラスコ



問 5 問 4 で選択した器具類の中で、使用する試薬で事前に洗浄しておく必要があるものをすべて選び、記号 (a)~(h) で答えよ。

問 6 上記の鉛蓄電池中の硫酸濃度を調べる中和滴定において、その終点は、どのようにして分かるか。簡単に説明せよ。

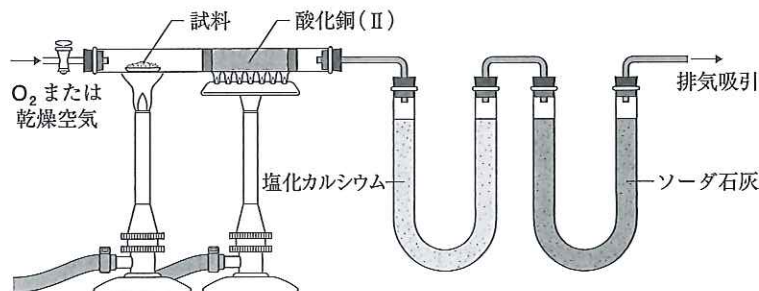
問 7 電解前と電解後の鉛蓄電池中の硫酸をそれぞれ一定量とりだして中和滴定したとき、中和に要する NaOH 水溶液の量はどうか、下記の (a)~(c) から選び、記号で答えよ。

- (a) 電解前の方が、中和に要する NaOH 水溶液の量は多くなる。
- (b) 電解後の方が、中和に要する NaOH 水溶液の量は多くなる。
- (c) 電解前も、電解後も中和に要する NaOH 水溶液の量は変わらない。

IV 次の文章を読んで、あとの各問いに答えよ。(35点)

化合物 A は炭素、水素、酸素からなり、分子量が 200 以下の芳香族化合物である。化合物 A を完全燃焼させると、化合物 B と化合物 C が生成する。下図の装置を用いて 5.4 mg の化合物 A を完全燃焼させたところ、塩化カルシウムの入った吸気管は、化合物 B を吸収して 3.6 mg 重くなり、ソーダ石灰の入った吸気管は、化合物 C を吸収して 15.4 mg 重くなった。したがって、化合物 A の組成式は (ア) であり、分子式は (イ) となる。また、化合物 A は塩化鉄(III)水溶液と反応して青色に呈色した。化合物 A に無水酢酸を作用させると、(ウ) が起こり、化合物 D が生成した。

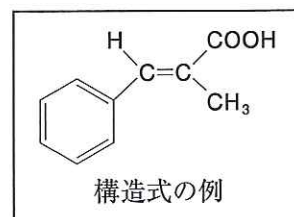
化合物 A と同じ分子量を持つ芳香族化合物には、他に化合物 E, F が存在する。化合物 E は塩化鉄(III)水溶液では呈色しないが、金属ナトリウムとは反応して気体 G を発生させた。一方、化合物 F は塩化鉄(III)水溶液では呈色せず、金属ナトリウムとも反応しなかった。



問 1 化合物 B および C の名称を記せ。

問 2 (ア) にあてはまる組成式を求め、計算過程とともに記せ。また、(イ) にあてはまる分子式についても求めて記せ。

問 3 化合物 A として考えられるすべての異性体について、それぞれの構造式と化合物名を記せ。構造式は例にならって記すこと。



問 4 (ウ) にあてはまる反応名を記せ。

問 5 化合物 D として考えられるすべての異性体の構造式を記せ。構造式は例にならって記すこと。

問 6 気体 G の名称を記せ。

問 7 化合物 E および F の構造式を記せ。構造式は例にならって記すこと。

V 次の文章を読んで、あとの各問いに答えよ。(35点)

油脂は、高級脂肪酸と化合物 H からなるエステルであり、油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると (ア) が起こり、高級脂肪酸のナトリウム塩と化合物 H ができる。高級脂肪酸のナトリウム塩は (イ) と呼ばれ、その水溶液は通常 X を示す。(イ) の分子は疎水性(親油性)の部分と親水性の部分からなり、(イ) の水溶液に脂肪油を混合すると、(イ) の疎水性の部分が脂肪油を取り囲んで小さな固まりとなって水中に分散する。この現象を (ウ) といい、(ウ) した溶液を (エ) という。

高級脂肪酸は、炭素間に二重結合を持たない (オ) と、炭素間に二重結合を1個以上持つ (カ) に分類される。ステアリン酸は炭素数18の代表的な (オ) であり、オレイン酸は同じく炭素数18の高級脂肪酸であるが、炭素間に二重結合を1つ持つ (カ) である。オレイン酸と同じ分子式をもつ (カ) には他にエライジン酸があり、オレイン酸とエライジン酸は互いに (キ) 異性体の関係にある。カルボキシル基を持ち、互いに (キ) 異性体の関係にある化合物には他にフマル酸とマレイン酸などがあるが、オレイン酸の二重結合部分は、マレイン酸と同様に (ク) となっており、エライジン酸はフマル酸と同様に (ケ) となっている。エライジン酸などの、(ケ) の高級脂肪酸は植物性油脂にはほとんど含まれないが、加工食品の中には一定量の (ケ) の高級脂肪酸を含むものもある。しかし近年、(ケ) の高級脂肪酸を大量に摂取すると健康を害する可能性のあることが指摘されており、国によっては食品内の含有量に規制を設けているところもある。

油脂は、糖類等とともに、生物が活動する上でのエネルギー源として重要な物質でもある。同じ質量のステアリン酸とグルコースをそれぞれ完全燃焼させると、発熱量は Y 。

問 1 (ア) ~ (ケ) に当てはまる語句を答えよ。

問 2 X に当てはまる語句を以下から選んで、記号で答えよ。

- (a) 強酸性 (b) 弱酸性 (c) 中性 (d) 弱塩基性 (e) 強塩基性

問 3 化合物 H の名称を答えよ。

問 4 ある油脂について、下線部①の反応を行ったところ、構造式が R-COOH で示される一種類の高級脂肪酸のナトリウム塩と、化合物 H の二つの生成物だけが得られた。この反応の化学反応式を示せ。

問 5 下線部②について、次の(1)~(4)に答えよ。

- (1) ステアリン酸を完全燃焼させたときの反応式を記せ。
- (2) ステアリン酸の燃焼熱を求め、有効数字 3 桁で答えよ。ただし、ステアリン酸、二酸化炭素、水の生成熱はそれぞれ 948 kJ/mol 、 394 kJ/mol 、 286 kJ/mol とする。計算式も示すこと。
- (3) ステアリン酸 100 g 、およびグルコース 100 g をそれぞれ完全燃焼させたときの発熱量を求め、有効数字 2 桁で答えよ。ただし、グルコースの燃焼熱は 2800 kJ/mol とする。計算式も示すこと。
- (4)

Y

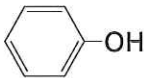
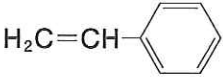
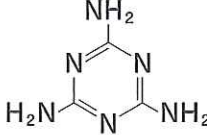
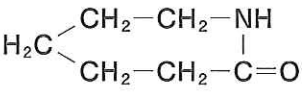

 に当てはまる語句を以下から選んで、記号で答えよ。
(a) ステアリン酸の方が大きい (b) グルコースの方が大きい (c) ほぼ同じである

VI A 群には各種の高分子化合物の名称を、B 群には高分子化合物の原料の構造式を、C 群には高分子化合物を合成する際の反応様式を示す。あとの各問いに答えよ。(30 点)

[A 群]

- (i) 6-ナイロン (ii) フェノール樹脂 (iii) スチレン-ブタジエンゴム
 (iv) メラミン樹脂 (v) 天然ゴム (vi) ポリエチレン
 (vii) ポリ塩化ビニル (viii) 6,6-ナイロン (ix) ポリアクリロニトリル
 (x) ポリエチレンテレフタレート

[B 群]

- (a) $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$ (b) $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ (c) $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$
 (d) $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$ (e) $\text{HO}-(\text{CH}_2)_2-\text{OH}$ (f) 
 (g)  (h)  (i) $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}_2$
 (j) $\text{H}_2\text{C}=\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}$ (k) $\text{H}_2\text{C}=\underset{\text{CN}}{\text{CH}}$ (l) HCHO
 (m)  (n) 

[C 群]

- (ア) 縮合重合 (イ) 付加重合 (ウ) 開環重合 (エ) 共重合

問 1 A 群の (i)~(x) の高分子化合物について、原料となる物質をそれぞれ B 群から 2 つ以内で選び、記号で答えよ。ただし、同じものを 2 度以上選択してもよい。

問 2 A 群の (i)~(x) の高分子化合物について、それらを合成する際の反応様式を C 群から 1 つ選び、記号で答えよ。

問 3 A 群の中から熱硬化性樹脂であるものをすべて選び、記号で答えよ。

問 4 分子中に (a) アミド結合、(b) エステル結合をもつものをそれぞれ A 群の中からすべて選び、記号で答えよ。

問 5 ナイロンは、肌触りや光沢が最も絹に似ている合成繊維である。しかし、6,6-ナイロンの吸湿性は、絹に比べると乏しい。その理由を化学構造と関連させて記せ。