

広島大学 医学部 一般  
歯学部 前期

学 力 検 査 問 題

理 科

平成 25 年 2 月 25 日

(理科 1 科目受験者)	(理科 2 科目受験者)
自 12 時 30 分	自 12 時 30 分
至 13 時 30 分	至 14 時 30 分

答案作成上の注意

- 1 この問題冊子には、物理、化学、生物、地学の各問題があります。総ページは 53 ページです。
- 2 解答用紙は、生物は 2 枚(表裏の計 4 ページ)です。  
物理、化学、地学は、それぞれ 1 枚(表裏の 2 ページ)です。
- 3 化学、生物には、選択問題があります。  
化学、生物の注意事項をよく読んで解答しなさい。
- 4 下書用紙は、各受験者に 1 枚あります。
- 5 受験番号は、解答用紙の所定の場所に、必ず記入しなさい。
- 6 解答は、解答用紙に記入しなさい。  
出願の際に届け出た科目以外の科目について解答しても無効となります。
- 7 配付した解答用紙は、持ち出してはいけません。

## 理 科

物 理	3 ページ～ 10 ページ
化 学	11 ページ～ 22 ページ
生 物	23 ページ～ 46 ページ
地 学	47 ページ～ 53 ページ

10 ページ, 22 ページ, 27 ページ, 35 ページ, 41 ページ, 45 ページ, 46 ページは  
白紙です。

以 上

# 化 学 (4 問)

## 注 意 事 項

1 [I], [II], [III]は必須問題である。[IV]は選択問題であり, [IV-a]または [IV-b]のいずれか一つを選択し解答せよ。解答用紙の選択問題記入欄に, 選択した問題の番号([IV-a]または[IV-b])を○で囲み示すこと。

\* [IV-a]と[IV-b]を両問とも解答した場合には, 両問とも採点対象とはならず, [IV-a]と[IV-b]はともに0点になる。

2 計算に必要な場合には, 次の原子量および定数を用いよ。

H = 1.00    C = 12.0    N = 14.0    O = 16.0    Na = 23.0

S = 32.0    Cl = 35.5    K = 39.0    Ag = 108

気体定数  $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

3 計算問題を解答する場合には有効数字に注意し, 必要ならば四捨五入すること。

〔 I 〕 次の問 1 と問 2 に答えよ。

問 1 次の文章を読み, (i)と(ii)の問いの答えを解答欄に記入せよ。

周期表の元素は, 金属元素と非金属元素に分けられる。金属元素の数は, 全体の約 5 分の  をしめる。金属元素は, 周期表の中央部に位置する遷移元素と左右に位置する  元素とからなる。遷移元素は, 化合物中で複数の酸化数をとるものが多く, マンガンは,  の最高酸化数までとることができる。一方,  元素に属する金属元素は, 化合物中で単一の酸化数をとるものが多い。しかし,  族の鉛のように + 2 と + 4 の酸化数をとるものもある。

金属単体の密度は, 原子量, 金属結合半径, および結晶構造によって決まる。例えば, 同一周期元素どうしで比較すると, アルカリ金属の密度は他の金属よりも小さい。この原因は, 同一周期の中で原子量が小さいことに加えて金属結合半径が大きいこと, および最密充填ではない  格子の結晶構造をとることにある。

(i) 文章中の  ~  に当てはまる最も適切な語句または数字を記せ。なお,  については整数を,  については符号をつけて記し,  については結晶格子の名称を記すこと。

(ii) 次の①~⑤で表される化学反応において, Na 以外の金属元素が酸化されていれば「酸化」, 還元されていれば「還元」, 酸化数が変わらなければ「不変」と解答欄に記入せよ。



問 2 次の文章を読み、(i)~(iv)の問いの答えを解答欄に記入せよ。

化合物 A は、組成式あたり整数個の水和水を含む塩である。A の式量と、組成式に含まれる水和水の数を求めるため、以下の実験操作を行った。

化合物 A を 3.320 g とり、水に溶かして全量を 100.0 mL としたものを水溶液 B とした。

水溶液 B を 10.00 mL とり、過剰量の  $\text{AgNO}_3$  として 1.000 mol/L の  $\text{AgNO}_3$  水溶液を 10.00 mL 加えた。この結果、水溶液 B に含まれていた化合物 A のすべての陰イオンが、塩 C として沈殿した。この塩 C は、陽イオン：陰イオン = 1 : 1 の物質比であり、沈殿した塩 C の質量は 0.375 g であった。塩 C の沈殿を取り除いたろ液に残存する銀イオン  $\text{Ag}^+$  を、1.000 mol/L の  $\text{NaCl}$  水溶液を 10.00 mL 加え、 $\text{AgCl}$  として沈殿させた。沈殿した  $\text{AgCl}$  の質量は、1.148 g であった。

再び水溶液 B を 10.00 mL とり、過剰量の  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  として 0.1000 mol/L の  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  水溶液を 20.00 mL 加えた。この結果、水溶液 B に含まれていた化合物 A のすべての陽イオンが塩 D として沈殿した。この塩 D は、陽イオン：陰イオン = 1 : 1 の物質比であり、沈殿した塩 D の質量は 0.233 g であった。

- (i) 化合物 A 3.320 g に含まれる陰イオンの物質量 [mol] を有効数字 3 桁で求めよ。
- (ii) 化合物 A の式量 (モル質量 [g/mol]) を有効数字 3 桁で求めよ。
- (iii) 化合物 A 3.320 g に含まれる陰イオンの質量 [g] を有効数字 3 桁で求めよ。
- (iv) 化合物 A の組成式に含まれる水和水の数整数で答えよ。



〔Ⅱ〕 次の文章を読み、問1～問3の答えを解答欄に記入せよ。

体積1.0 Lの密閉容器にエチレン( $C_2H_4$ )と酸素を入れたところ300 Kの温度で $1.0 \times 10^5$  Paの圧力を示した。エチレンを完全に燃焼させた後の容器内には<sup>(a)</sup>二酸化炭素と水のみが存在していた。また、この燃焼反応により容器内の気体の<sup>(b)</sup>温度と圧力は上昇し、温度は600 K以上になった。その後、容器を徐々に冷却すると容器内の圧力はしだいに低下し、ある温度で水の凝縮がはじまった。二酸化炭素は凝縮せず、水への溶解は無視できるものとする。また、凝縮した水の体積は無視できるものとする。容器内の気体は理想気体の状態方程式に従うものとする。

問1 下線部(a)の燃焼反応に関して、(i)と(ii)の問いに答えよ。

- (i) この燃焼反応の化学反応式を記せ。
- (ii) 生成した水の物質質量[mol]はいくらか。有効数字2桁で答えよ。

問2 燃焼後の密閉容器内の温度[K]と水の分圧[Pa]との関係を示す直線を、解答用紙のグラフに実線で描け。ただし、ここでは水は温度によらず気体であると仮定せよ。

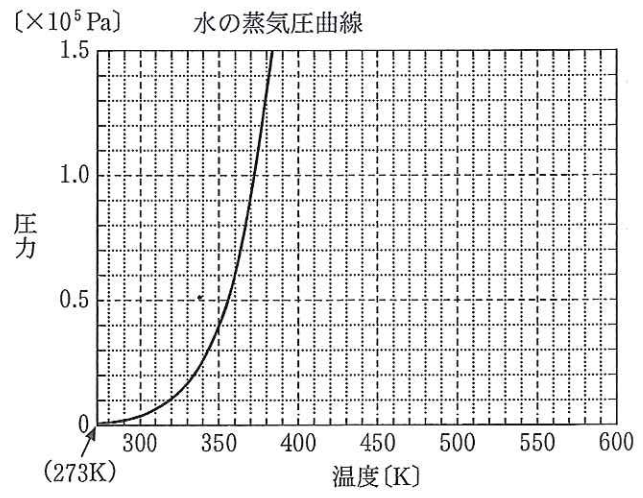
問3 下線部(b)に関して、(i)～(iv)の問いに答えよ。

- (i) 容器内の温度420 Kにおける容器内の全圧[Pa]はいくらか。有効数字2桁で答えよ。
- (ii) 水の凝縮がはじまる温度[K]とその温度における水の分圧[Pa]を、問2で作成したグラフより読み取って有効数字2桁で記せ。ただし、解答用紙のグラフ中にあらかじめ描かれている曲線は水の蒸気圧曲線である。
- (iii) 330 Kにおける水の蒸気圧は $1.7 \times 10^4$  Paである。容器内の温度330 Kにおいて、凝縮している水の物質質量[mol]を有効数字2桁で答えよ。
- (iv) 水の各温度における蒸気圧の値を表に示す。これらの値を利用して、温度[K]と容器内の全圧[Pa]との関係を、解答用紙のグラフに実線で描け。

水の温度と蒸気圧との関係

温度 [K]	蒸気圧 [Pa]
273	0.0
320	$1.0 \times 10^4$
350	$4.2 \times 10^4$

〔下書用〕







- (4) アルコール **M** を酸化すると、同じ炭素数のカルボン酸 **I** が生成した。
- (5) アルコール **J**~**M** の分子内脱水反応では、表 2 に示す化合物が生成可能である。なお、**P**~**T** は異性体の関係にあり、そのうち **P** と **Q** は幾何異性体の関係にある。

表 2

アルコール	分子内脱水反応生成物
<b>J</b>	<b>P</b> と <b>Q</b>
<b>K</b>	<b>R</b> と <b>S</b>
<b>L</b>	<b>R</b> と <b>T</b>
<b>M</b>	<b>T</b>

問 1 カルボン酸 **G** と **H** の化合物名を記せ。

問 2 カルボン酸 **G** について、正しい記述を以下の①~⑥のうちからすべて選び、番号で答えよ。

- ① 水酸化ナトリウム水溶液を用いて中和滴定する場合、指示薬としてはフェノールフタレインよりもメチルオレンジが適切である。
- ② アンモニア性硝酸銀水溶液中で加熱すると、銀が析出する。
- ③ アンモニア性硝酸銀水溶液中で加熱すると、二酸化炭素が生成する。
- ④ ナトリウムと反応させると水素が発生する。
- ⑤ フェノールより電離定数が小さい。
- ⑥ 立体異性体が存在する。

問 3 エステル **A**~**F** の構造式を記せ。

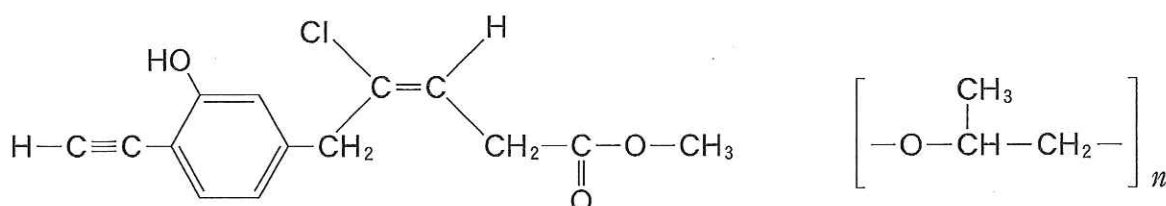
問 4 アルコール **J**~**M** すべてを含む混合物に対して、分子間で脱水縮合反応をさせた場合に生成可能な構造異性体の数を記せ。ただし、すべての組み合わせの反応が起こるものとし、立体異性体については区別しないものとする。

#### [IV] 選択問題

次の〔IV—a〕または〔IV—b〕のいずれか一つを選択し解答せよ。解答用紙の選択問題記入欄に、選択した問題の番号（〔IV—a〕または〔IV—b〕）を○で囲み示すこと。

〔IV— a 〕 次の文章を読み、問 1～問 6 の答えを解答欄に記入せよ。ただし、構造式は下の二つの例にならって記せ。

構造式の例：



自動車のタイヤなどに用いられるゴムは、私たちの生活において欠かすことのできない有機高分子の一つである。ゴムノキの樹液から得られる生ゴム(天然ゴム)<sup>(a)</sup>は分子式 $[-C_5H_8-]_n$ で表され、イソプレンが付加重合したポリイソプレンの構造をもっている。生ゴムに硫黄を加えて加熱すると、ポリイソプレン分子どうしが硫黄原子により橋かけされ、弾性に富んだ材料となる。<sup>(b)</sup>

一方、イソプレンに似た構造をもつブタジエン( $CH_2=CH-CH=CH_2$ )やクロロプレン<sup>(c)</sup>を付加重合して得られる高分子化合物は、合成ゴムとして広く利用されている。また、スチレンやアクリロニトリル( $CH_2=CH-CN$ )をブタジエンと共重合して得られる高分子化合物(それぞれ SBR および NBR と呼ばれる)も合成ゴムとして利用される。<sup>(d)</sup>

これらのゴムを構成する高分子に含まれている二重結合が酸素やオゾンと反応すると、ゴムに特有の弾性は失われ、ゴムは劣化する。耐候性や耐薬品性を高めるために、SBR や NBR に含まれるブタジエンの単位部分の二重結合を水素化した水素化 SBR や水素化 NBR も製造されている。また、イソブチレンに少量のイソプレンを加えて共重合させたブチルゴムや、シリコーン樹脂<sup>(e)</sup>と類似した重合体に橋かけ構造を導入したシリコーンゴムなど、くり返し単位(くり返し構造単位)に二重結合を含まない合成ゴムもつくられている。

- 問 1 下線部(a)の分子式を構造式で記せ。
- 問 2 下線部(b)の処理を何と呼ぶか。最も適切な語句を記せ。
- 問 3 下線部(c)と下線部(d)の化合物の構造式を記せ。
- 問 4 NBR(アクリロニトリル-ブタジエンゴム)を元素分析したところ、窒素の質量パーセントは10.5%であった。この共重合体中のブタジエン1.00 molに対するアクリロニトリルの物質量[mol]はいくらか。有効数字2桁で答えよ。
- 問 5 問4と同じ組成のNBR 100 gを完全に水素化するために必要な水素の体積[L]は標準状態でいくらか。小数点以下は四捨五入して答えよ。
- 問 6 下線部(e)に関連して、ジクロロジメチルシランを加水分解してつくられる重合体の構造式を記せ。

〔IV—b〕 次の文章を読み、問1～問5の答えを解答欄に記入せよ。

ペプチドAは下の表に示す $\alpha$ -アミノ酸のうち、異なる4つの $\alpha$ -アミノ酸が直鎖状に縮合した化合物である。表に各 $\alpha$ -アミノ酸名と等電点を示す。

$\alpha$ -アミノ酸	等電点
グリシン	5.97
アラニン	6.00
グルタミン酸	3.22
システイン	5.07
フェニルアラニン	5.48
リシン	9.74

ペプチドAのアミノ酸配列を決定する目的で実験a)～f)を行った。以下に実験a)～f)の内容と結果を示す。

- ペプチドAをある条件で部分的に加水分解すると、3種類のペプチドB、C、Dといくつかの $\alpha$ -アミノ酸に分解された。
- ペプチドB、C、Dを分離し、それぞれの水溶液に水酸化ナトリウム水溶液と硫酸銅(II)水溶液を加えて呈色反応を行った結果、いずれのペプチド水溶液においても呈色は観察されなかった。
- 分離したペプチドBとCそれぞれの水溶液に濃硝酸を加えて加熱すると、いずれの水溶液も黄色に変化し、冷却後アンモニア水を加えると橙黄色に変化した。
- 分離したペプチドCとDそれぞれの水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱後、酢酸鉛(II)水溶液を加えると、いずれの水溶液からも黒色沈殿が生じた。
- ペプチドAをアミノ酸にまで完全に加水分解し、得られた4種類の $\alpha$ -アミノ酸をpH=7.4の緩衝液中で電気泳動により分析した結果、陰極側へ移動する $\alpha$ -アミノ酸が存在することがわかった。



f) ペプチド **D** をアミノ酸にまで完全に加水分解すると複数の  $\alpha$ -アミノ酸が得られた。これらのうち、一つの  $\alpha$ -アミノ酸のメタノール溶液に濃硫酸を加えて加熱後、炭酸水素ナトリウムで中和すると分子量 103 の化合物が生成した。

問 1 実験 b) の呈色反応の名称を記せ。また、この実験 b) の結果からわかることを簡潔に説明せよ。

問 2 実験 c) の呈色反応の名称を記せ。また、この反応により検出される  $\alpha$ -アミノ酸を表から一つ選び、名称を記せ。

問 3 実験 d) の反応で検出される  $\alpha$ -アミノ酸を表から一つ選び、名称を記せ。また、この反応で生じる黒色沈殿を化学式で記せ。

問 4 実験 e) の陰極側に移動する  $\alpha$ -アミノ酸を表から一つ選び、名称を記せ。また、この  $\alpha$ -アミノ酸が陰極側に移動する理由を簡潔に説明せよ。

問 5 ペプチド **A** を構成する  $\alpha$ -アミノ酸の正しい配列を以下の(ア)~(コ)の中から一つ選び、記号で記せ。

- (ア) リシン—システイン—フェニルアラニン—アラニン
- (イ) アラニン—システイン—フェニルアラニン—グルタミン酸
- (ウ) アラニン—グリシン—グルタミン酸—リシン
- (エ) グリシン—システイン—グルタミン酸—リシン
- (オ) リシン—アラニン—システイン—フェニルアラニン
- (カ) アラニン—グルタミン酸—グリシン—フェニルアラニン
- (キ) システイン—アラニン—リシン—フェニルアラニン
- (ク) アラニン—システイン—フェニルアラニン—リシン
- (ケ) フェニルアラニン—グリシン—アラニン—グルタミン酸
- (コ) グルタミン酸—グリシン—リシン—システイン



このページは白紙です。