

J 4 化 学

この冊子は、化学の問題で 1 ページより 19 ページまであります。

〔注 意〕

- (1) 試験開始の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
- (2) 監督者から受験番号等記入の指示があったら、解答用マークシートに受験番号と氏名を記入し、さらに受験番号をマークしてください。
- (3) 解答は、所定の解答用マークシートにマークしたものが採点されます。
- (4) 解答用マークシートについて
 - ① 解答用マークシートは、絶対に折り曲げてはいけません。
 - ② マークには黒鉛筆(HBまたはB)を使用してください。
指定の黒鉛筆以外でマークした場合、採点できないことがあります。
 - ③ 誤ってマークした場合は、消しゴムで丁寧に消し、消しくずを完全に取り除いたうえ、新たにマークしてください。
 - ④ 解答欄のマークは、横 1 行について 1 箇所に限ります。
2 箇所以上マークすると採点されません。
あいまいなマークは無効となるので、はっきりマークしてください。
 - ⑤ 解答用マークシートに記載されている解答上の注意事項を、必ず読んでから解答してください。
- (5) 試験開始の指示があったら、初めに問題冊子のページ数を確認してください。
ページの落丁・乱丁、印刷不鮮明等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- (6) 問題冊子は、試験終了後、持ち帰ってください。

(下書き用紙)

(下書き用紙)

(下書き用紙)

[注 意]

- (1) 問題の中で特に指定のない限り，計算に必要な場合は，次の値を用いなさい。

元素記号	H	C	N	O	Na	S	K	Cu	Pb
原子量	1.00	12.0	14.0	16.0	23.0	32.0	39.0	63.6	207

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

気体定数： $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol}) = 8.21 \times 10^{-2} \text{ atm} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

$(1.013 \times 10^5 \text{ Pa} = 1.00 \text{ atm})$

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

- (2) 問題の中で特に指定のない限り，気体は理想気体として扱いなさい。
- (3) 数値で解答する場合は，問題の中で特に指定のない限り，解答は有効数字が2ケタになるように計算し，問題の中で指定された形式で解答用マークシートの適切な数字または正負の符号をマークしなさい。ただし，解答の指数部分が0の場合には+0とマークしなさい。
- (4) 問題によって答え方が違います。問題を十分に注意して読みなさい。
- (5) 計算にはこの問題冊子の余白部分または下書き用紙を利用しなさい。

1 以下の設問(1)～(2)に答えなさい。

(14 点)

- (1) 文章中の **ア** ～ **キ** にあてはまる語句として最も適切なものを解答群より選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。ただし、同じ番号を複数回選んでもよいものとする。

原子の **ア** は約 10^{-10} m である。原子はその中心にある1個の **イ** と **イ** のまわりにあるいくつかの **ウ** とからできている。**イ** は、さらにいくつかの **エ** と **オ** とから構成されている。ただし、水素原子の **イ** には **オ** をもたず1個の **エ** だけからできているものもある。**イ** に含まれる **エ** の数を **カ** という。**イ** に含まれる **エ** と **オ** の数の和を **キ** という。

原子には、**カ** は同じでも、**オ** の数が異なるため **キ** の異なるものがある。このように、同じ元素で **キ** の異なる原子どうしを、互いに同位体であるという。

解答群

- | | | | |
|--------|--------|---------|--------|
| 11 原子量 | 12 分子量 | 13 原子番号 | 14 質量数 |
| 15 電子 | 16 陽子 | 17 中性子 | 18 原子核 |
| 19 同素体 | 20 直径 | 21 体積 | 22 質量 |

(2) 天然に存在するある元素 X には、互いに同位体である A と Z がある。この A から成る分子 A_2 $4.46 \times 10^{-1} \text{ mol}$ を水素と完全に反応させ、生成した HA を、すべて水に溶解させ強酸性の水溶液を得た。得られた HA 水溶液をすべて、ある濃度の水酸化カリウム水溶液で中和させた。得られた塩 KA は 105 g であった。

また、他方の Z から成る分子 Z_2 $4.46 \times 10^{-1} \text{ mol}$ を水素と完全に反応させ、生成した HZ を、すべて水に溶解させ強酸性の水溶液を得た。得られた HZ 水溶液をすべて、ある濃度の水酸化カリウム水溶液で中和させた。得られた塩 KZ は 107 g であった。

天然に存在する A と Z の全体を 100 としたときの割合は、A が 50.7 で Z が 49.3 である。X の原子量を求めなさい。

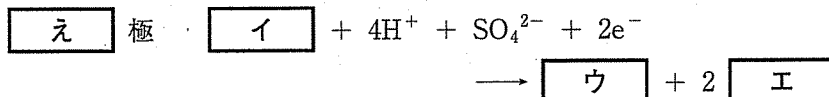
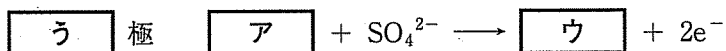
解答は、指定された形式で解答用マークシートの適切な数字または正負の符号をマークしなさい。

$\boxed{a} . \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}}$
↑ ↑
小数点 正負の符号

2 次の文章を読み、以下の設問(1)～(4)に答えなさい。

(20 点)

あ 電池は充電によってくり返し使うことができる電池であり、蓄電池とも呼ばれる。それに対して、充電による再使用ができない電池を い 電池という。あ 電池である鉛蓄電池は、ア 電極および イ 電極を希硫酸に浸した構造である。鉛蓄電池では、イ 電極に比べて酸化されやすい ア 電極が う 極となる。放電させると、以下の反応が、それぞれの電極上で起き、両極とも白色の ウ で覆われる。



ある濃度の硫酸銅(Ⅱ)水溶液に2本の白金の棒を電極として入れ、鉛蓄電池を使って電気分解を行った。このとき、電池の う 極をつなげた白金の棒は お 極、電池の え 極をつなげた白金の棒は か 極と呼ばれる。この電気分解前の鉛蓄電池の電解液の質量は50.2gであったが、電気分解後の鉛蓄電池の電解液の質量は47.0gであった。

(1) 文章中の あ ～ か にあてはまる語句として最も適切なものを解答群Ⅰより選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。ただし、同じ番号を複数回選んでもよいものとする。

解答群Ⅰ

- | | | | |
|--------|---------|---------|--------|
| 11 一 次 | 12 二 次 | 13 三 次 | 14 負 |
| 15 正 | 16 陰 | 17 陽 | 18 燃 料 |
| 19 ボルタ | 20 ダニエル | 21 リチウム | 22 太 陽 |

- (2) 文章中の ア ～ エ にあてはまる語句として最も適切なものを解答群Ⅱより選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。ただし、同じ番号を複数回選んでもよいものとする。

解答群Ⅱ

11 Pb	12 PbO ₂	13 PbSO ₄	14 H ₂ O
15 Zn	16 ZnO	17 ZnSO ₄	18 Cu
19 CuO	20 CuSO ₄	21 Li	22 LiOH

- (3) この電気分解前後の え 極の質量の変化を求めなさい。ここで、電気分解後に え 極の質量が増加した場合は q に＋をマークし、減少した場合には、－をマークしなさい。解答は、指定された形式で解答用マークシートの適切な数字または正負の符号をマークしなさい。ただし、この電気分解中に鉛蓄電池の電解液は蒸発しないこととする。

$$\begin{array}{ccccccc}
 \boxed{q} & \boxed{a} & . & \boxed{b} & \times 10 & \boxed{p} & \boxed{c} \text{ [g]} \\
 \uparrow & & & \uparrow & & \uparrow & \\
 \text{正負の符号} & & \text{小数点} & & & \text{正負の符号} &
 \end{array}$$

- (4) この電気分解によって か 極から発生した気体の 0°C , $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ における体積を求めなさい。解答は、指定された形式で解答用マークシートの適切な数字または正負の符号をマークしなさい。ただし、この電気分解中に鉛蓄電池の電解液は蒸発しないこととする。

a . b $\times 10$ p c [L]

↑
↑

小数点
 正負の符号

(下書き用紙)

- 3** 以下の設問(1)～(9)にあてはまるものとして最も適切なものを解答群から選択し、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。 (18点)

- (1) このイオンを含む水溶液に少量のアンモニア水を加えると白色ゲル状の沈殿を生じ、過剰のアンモニア水を加えても溶解しない。

解答群

- 1 Ag^+ 2 Cu^{2+} 3 Al^{3+} 4 Zn^{2+}

- (2) このイオンを含む水溶液に少量のアンモニア水を加えると褐色沈殿を生じ、過剰のアンモニア水を加えると無色の溶液になる。

解答群

- 1 Ag^+ 2 Fe^{3+} 3 Cu^{2+} 4 Pb^{2+}

- (3) このイオンを含む水溶液に Cl_2 を通じて酸化した水溶液に、水酸化ナトリウムを加えると赤褐色沈殿を生じる。

解答群

- 1 Cu^{2+} 2 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 3 Ag^+ 4 Fe^{2+}

- (4) このイオンを含む水溶液に塩酸を加えると白色沈殿を生じ、この元素を含む化合物は有毒である。

解答群

- 1 Al^{3+} 2 Zn^{2+} 3 Pb^{2+} 4 Ca^{2+}

- (5) このイオンを含む水溶液に少量のアンモニア水を加えると青白色沈殿を生じ、この沈殿に過剰のアンモニア水を加えると溶解する。

解答群

- 1 Cu^{2+} 2 Fe^{3+} 3 MnO_4^- 4 Fe^{2+}

- (6) このハロゲン化水素の沸点は他のハロゲン化水素のそれに比べて高い。

解答群

- 1 HBr 2 HCl 3 HF 4 HI

- (7) この単体はダイヤモンド形の共有結合の結晶で、この結晶は金属に似た光沢をもつ。

解答群

- 1 C 2 Si 3 S 4 P

- (8) この化合物は銅に希硝酸を加えて発生させ、水上置換して捕集する。

解答群

- 1 H_2 2 O_2 3 NO 4 NO_2

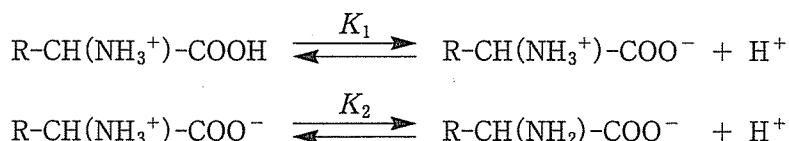
- (9) この化合物は強い酸化作用を示し、漂白・殺菌効果がある。

解答群

- 1 HNO_3 2 H_3PO_4 3 H_2SO_4 4 HClO

- 4 次の文章の ア ～ カ の中に入れるべき正しい答を解答群の中から選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。同じ番号を複数回選んでもよいものとする。 a ～ k には、解答用マークシートの指定された欄の適切な数字をマークしなさい。ただし、百の位と十の位が必要ない場合は0をマークしなさい。(15点)

構造式のRがアルキル基であるアミノ酸の水溶液を電気泳動させると、そのアミノ酸水溶液全体に負電荷が多いと ア 極側に、またそのアミノ酸水溶液全体に正電荷が多いと イ 極側に移動する。これは、アミノ酸が弱 ウ のアミノ基と弱 エ のカルボキシ基をもつためである。下に示した2つの平衡が存在し、アミノ基のみがイオン化した オ イオンとカルボキシ基のみがイオン化した カ イオン、そしてアミノ基とカルボキシ基の両方がイオン化した双性イオンが存在する。平衡状態になったときのそれらのイオンの存在割合によってどちらの極に移動するかが決まることになる。



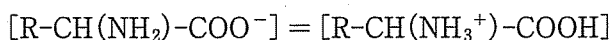
この2つの平衡定数 K_1 , K_2 は以下ようになる。

$$\begin{aligned} K_1 &= \frac{[\text{R-CH(NH}_3^+\text{)-COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{R-CH(NH}_3^+\text{)-COOH}]} \\ K_2 &= \frac{[\text{R-CH(NH}_2\text{)-COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{R-CH(NH}_3^+\text{)-COO}^-]} \end{aligned}$$

この2つの平衡定数をかけると、以下ようになる。

$$K_1 \times K_2 = \frac{[\text{R-CH(NH}_2\text{)-COO}^-][\text{H}^+]^2}{[\text{R-CH(NH}_3^+\text{)-COOH}]}$$

各イオンの存在割合は pH により変化するが、オ イオン、双性イオン、カ イオンの電荷の総和が 0 になる pH が存在する。電荷の総和が 0 のアミノ酸水溶液は、電気泳動させても移動しない。このときの pH の値をそのアミノ酸の等電点という。つまり、等電点では下の関係が成り立っている。



したがって、以下の式が得られ、等電点の水素イオン濃度を、 K_1 および K_2 から求めることができる。

$$K_1 \times K_2 = [\text{H}^+]^2$$

あるアミノ酸のこれら 2 つの平衡定数が $K_1 = 5.00 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$, $K_2 = 2.00 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$ であるとき、等電点を求めると、a . b になる。

↑
小数点

次にアミノ酸の脱水縮合で生じるペプチドについて考える。あるトリペプチドの分子量は 293 であった。このトリペプチドを部分的に加水分解すると 2 種類のジペプチドが得られたが、それぞれの分子量は 236 および 222 であった。トリペプチドを構成する 3 種類のアミノ酸の分子量は、最大のものが c d e , 中くらいのものが f g h , そして最小のものが i j k となる。

解答群

- | | | | | |
|-----|------|-------|-----|-----|
| 0 濃 | 1 希 | 2 陰 | 3 陽 | 4 大 |
| 5 小 | 6 酸性 | 7 塩基性 | 8 正 | 9 負 |

- 5 次の文章を読み、以下の設問(1)～(5)に答えなさい。解答は、指定された形式で
解答用マークシートの適切な数字または正負の符号をマークしなさい。

(15 点)

炭化カルシウム(カーバイド) CaC_2 に水を作用させると、無色無臭の気体である **ア** が得られた。この **ア** に硫酸水銀(Ⅱ) HgSO_4 を触媒として用いて水を付加させると **イ** が得られた。**イ**を酸化すると **ウ** になった。生成した **ウ** とエタノールに触媒の濃硫酸を加えて温めると **エ** が得られた。この **エ** は水酸化ナトリウムを用いてけん化すると **オ** とエタノールが生成した。

- (1) 得られた **ア** は 27°C 、 $1.50 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 8.31 L であった。その物質
量を計算しなさい。

$$\boxed{a} . \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}} [\text{mol}]$$

↑
小数点
↑
正負の符号

- (2) 得られた **イ** は 12.0 g であった。その物質量を計算しなさい。

$$\boxed{a} . \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}} [\text{mol}]$$

↑
小数点
↑
正負の符号

- (3) **ウ** の分子量を計算しなさい。

$$\boxed{a} . \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}}$$

↑
小数点
↑
正負の符号

- (4) 1.00×10^{-3} mol の 工 を元素分析した際に生成する CO_2 の質量を計算しなさい。

$$\boxed{a} . \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}} [\text{g}]$$

↑
小数点
↑
正負の符号

- (5) 2.00 g の 工 を使って文章中にあるように反応させ、そのうちの 55.0 % が 才 に変化した。得られた純粋な 才 の質量を計算しなさい。

$$\boxed{a} . \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}} [\text{g}]$$

↑
小数点
↑
正負の符号

6

以下の設問(1)～(3)に答えなさい。

(18点)

(1) 次の文章(a)～(f)にあてはまる化合物名として最も適切なものを解答群から選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

- (a) この化合物は乾きが速い繊維として用いられる。またベンゼン環を含むため、比較的強度がある。
- (b) この化合物からなる繊維は羊毛に似た肌触りをもち、保温性に優れる。
- (c) この化合物は包装用フィルムやポリ袋などに用いられる。
- (d) この化合物は桜田一郎が発明した日本初の合成繊維である。魚網やテントなどに用いられる。
- (e) この化合物はカロザースが発明し、絹に似た肌触りや光沢をもつ。
- (f) この化合物は付加重合によって得られ、接着剤やガムに用いられる。

解答群

- | | |
|------------------|---------------|
| 11 ビニロン | 12 ポリビニルアルコール |
| 13 ポリエチレン | 14 ポリスチレン |
| 15 ポリアクリロニトリル | 16 ポリ塩化ビニル |
| 17 ポリメタクリル酸メチル | 18 ポリ酢酸ビニル |
| 19 ナイロン6 | 20 ナイロン66 |
| 21 ポリエチレンテレフタレート | |

(2) 高分子に関する以下の記述のうち正しいものをすべて選び、その数字の和を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。ただし、十の位が必要ない場合は0をマークしなさい。

- 1 加熱すると軟化し、冷却すると硬化する性質をもつプラスチックを熱可塑性樹脂という。熱可塑性樹脂は分子間に橋架け構造をもち、成形・加工しやすい。
- 2 加熱により硬化する性質をもつプラスチックを熱硬化性樹脂という。熱硬化性樹脂は耐熱性に優れるものの、いったん硬化すると熱による成形・加工ができない。
- 4 メラミン樹脂は熱可塑性樹脂の一つで、食器や家具など成形品に用いられる。
- 8 ビニル基をもつ化合物(ビニル化合物)の多くは付加重合によって鎖状構造をもつ熱可塑性樹脂をつくる。
- 16 分子内に炭素間の二重結合を2個もつ1,3-ブタジエンを付加重合させると、タイヤなどに用いられるブタジエンゴムが得られる。

(3) 濃度のわからない塩化カルシウム水溶液 10.0 mL を陽イオン交換樹脂に通しすべての陽イオンを交換し、流出した液を 0.200 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、中和までに 18.0 mL を要した。はじめの塩化カルシウム水溶液の濃度を求めなさい。

$$\boxed{a} \cdot \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}} \text{ [mol/L]}$$

↑ ↑
小数点 正負の符号

