

平成 22 年度入学者選抜試験問題

医学部医学科

理 科

(化 学)

前 期 日 程

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子の本文は 1 ページから 7 ページまでです。
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明・落丁・乱丁，解答用紙の汚れなどに気付いた場合は，手を挙げて監督者に知らせてください。
- 4 監督者の指示にしたがって，解答用紙に**大学受験番号**を正しく記入してください。**大学受験番号**が正しく記入されていない場合は，採点できないことがあります。
- 5 解答用紙は 2 枚あります。**Ⅱ**，**Ⅲ**の解答をそれぞれ別の解答用紙に記入してください。
- 6 解答用紙に印刷されている**注意事項**をよく読み，指示にしたがって解答してください。
- 7 試験終了後，問題冊子と下書き用紙は持ち帰ってください。

I. 下の問1～問3すべてに答えなさい。必要ならば、原子量およびファラデー定数は次の値を用いなさい。

$$H = 1.0 \quad C = 12 \quad O = 16 \quad Na = 23 \quad \text{ファラデー定数 } F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$$

問1. 次の文章を読み、下の(1)～(3)の問いに答えなさい。解答の際は、計算の過程も記し、有効数字2桁で答えなさい。

4.0 gの水素と8.0 gの酸素からなる混合気体に点火した。

- (1) 生成する水の質量を求めなさい。
- (2) この反応で生じた熱量は143 kJであった。水の生成熱を求めなさい。
- (3) 燃焼後の気体の体積は標準状態で何 Lになるか求めなさい。ただし、生成した水の体積は無視できるものとする。

問2. 次の文章を読み、下の(1)～(3)の問いに答えなさい。解答の際は、計算の過程も記し、有効数字2桁で答えなさい。

4.0 gの水酸化ナトリウムを蒸留水に溶解させて1.00 Lの水溶液を得た。白金電極を用い、5.00 Aの電流を3分13秒間通じてこの水溶液を電気分解した。

- (1) 電気分解前の水溶液の25°CにおけるpHの値を示しなさい。
- (2) 電気分解中に陽極で起きる反応を、電子を含むイオン反応式で記しなさい。
- (3) 電気分解後に陰極で発生した気体の体積は標準状態で何 Lになるか求めなさい。

問3. メタンとプロパンからなる混合気体15 gを完全に燃焼させたところ、44 gの二酸化炭素が生じた。燃焼前の混合気体に含まれるメタンの物質量を、百分率で求めなさい。解答の際は、計算の過程も記し、有効数字2桁で答えなさい。

II. 次の問1～問3すべてに答えなさい。

問1. 次の文章を読み、下の(1)～(5)の問いに答えなさい。

原子はその中心に正電荷をもつ(イ)が存在し、(イ)は正電荷をもつ陽子と電荷をもたない(ロ)からできている。(イ)のまわりには負電荷をもつ電子がとりまくように存在している。(イ)に含まれる陽子の数を(ハ)という。(イ)に含まれる陽子と(ロ)の数の和を(ニ)という。水素原子には、 ^1H 、 ^2H 、 ^3H で表記される(ニ)の異なる3種類の(ホ)が存在する。同じ元素の(ホ)は、その化学的性質はほとんど同じである(a)。

(1) 空欄(イ)～(ホ)それぞれにあてはまる語句を記しなさい。

(2) 下線部(a)の理由を簡潔に記しなさい。

(3) $^1\text{H}_2^{16}\text{O}$ 、 $^2\text{H}_2^{16}\text{O}$ それぞれについて、陽子の総数を記しなさい。

(4) $^1\text{H}_2^{16}\text{O}$ 、 $^2\text{H}_2^{16}\text{O}$ それぞれについて、電子の総数を記しなさい。

(5) $^1\text{H}_2^{16}\text{O}$ と $^2\text{H}_2^{16}\text{O}$ の凝固点は、それぞれ0.0と3.8℃であった。凝固点にこのような違いが生じる理由を簡潔に記しなさい。

問2. 下の文章を読み、以下の(1)～(4)の問いに答えなさい。必要があれば、原子量は次の値を用いなさい。

H = 1.01

O = 16.0

S = 32.1

Cu = 63.6

硫酸銅(Ⅱ)を水に溶解させると青色の水溶液になる。その溶解度曲線を下の図に示した。この青色溶液中では Cu^{2+} と水分子が(へ)結合しており、銅(Ⅱ)の錯イオンである(ト)が生成している。この水溶液から析出した硫酸銅の青色結晶 1.000 g をすりつぶして加熱すると、すべての水和水を失って 0.6393 g の白色粉末が得られた(b)。

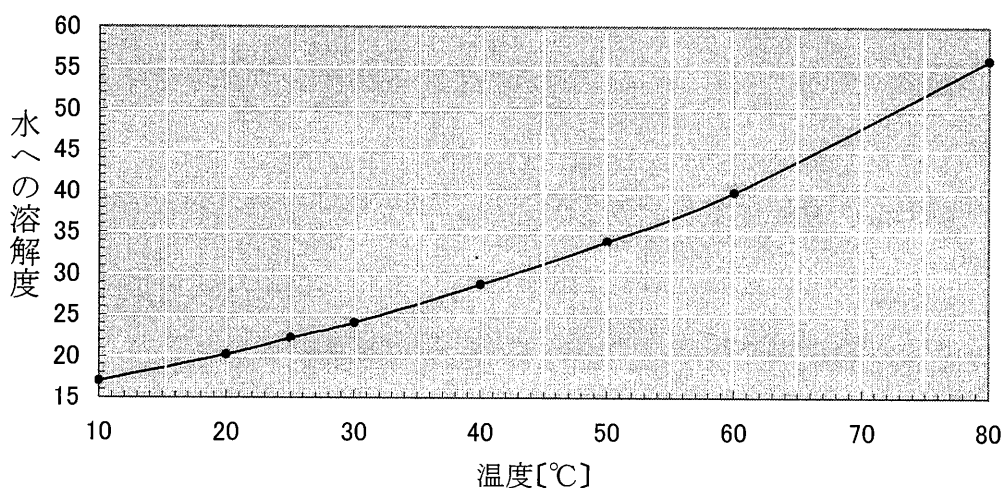


図 硫酸銅の溶解度曲線

- (1) 空欄(へ)と(ト)それぞれにあてはまる語句および化合物の名称を記しなさい。
- (2) 下線部(b)から、青色結晶が何水和物の結晶であるか求めなさい。解答の際は、計算の過程も記し、その組成式を記しなさい。
- (3) 80.0°Cの硫酸銅飽和水溶液 200 g から 60.0 g の硫酸銅の青色結晶を得るためには何°Cまで冷却すればよいか答えなさい。解答の際は、計算の過程も記し、図から読み取った温度を記しなさい。
- (4) 硫酸銅(Ⅱ)の青色結晶はもろく、ハンマーでたたくと簡単にくずれてしまう。一方、金属銅の結晶はハンマーでたたいてもくずれることなく、薄く広げることができる。このような違いがみられる理由を簡潔に記しなさい。

問3. 不純物として銀と亜鉛を含んだ粗銅板および純銅板を電極とし、硫酸酸性の硫酸銅(Ⅱ)水溶液中で、電気分解(電圧約0.3 V)を行った。次の(1)～(3)の問いに答えなさい。

- (1) 電気分解を応用して、不純物を多く含む金属から純粋な金属を得る方法は、一般に何とよばれるか記しなさい。
- (2) 電気分解を進めると、粗銅板の下に銀のみが沈殿し、その沈殿には亜鉛は含まれていなかった。その理由を簡潔に記しなさい。
- (3) 沈殿した金属が銀であることを確かめるため、取り出した沈殿物を、それぞれ塩酸と硝酸に加えた。それぞれの結果にどのような違いが見られるか化学反応式を示して説明しなさい。

Ⅲ. 下の問1～問3すべてに答えなさい。必要があれば、原子量および気体定数は次の値を用いなさい。

$$H = 1.0 \quad C = 12 \quad O = 16 \quad \text{気体定数 } R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$$

問1. 次の文章を読み、下の(1)～(5)の問いに答えなさい。

炭素、水素、酸素だけからなる化合物 **A** がある。**A** の分子量は 60.0 であり、各成分元素の原子数の比は、炭素：水素：酸素 = 3：8：1 であった。**A** はナトリウムと反応して水素を発生した^(a)。また、**A** を適切な酸化剤を用いて酸化すると化合物 **B** が得られた。**B** は銀鏡反応を示した。一方、**A** を濃硫酸と加熱したところ、分子内で脱水反応が起こり、化合物 **C** が得られた。

- (1) 化合物 **A** にふさわしい分子式を求めなさい。また、この分子式から考えられる構造異性体すべての構造式を記しなさい。
- (2) 化合物 **B** の構造式を記しなさい。
- (3) 化合物 **A** の名称を記しなさい。
- (4) 下線部 (a) の化学反応式を記しなさい。
- (5) 化合物 **C** およびその構造異性体の名称をそれぞれ記しなさい。

問2. 次の文章を読み、下の(1)～(4)の問いに答えなさい。

高分子化合物は、分子量が約(ア)以上の化合物であり、有機高分子化合物と無機高分子化合物がある。一方、高分子化合物は、(イ)と合成高分子化合物にも分類される。高分子化合物には、(ウ)とよばれる分子量の小さな構造単位が存在する。(ウ)が多数結合した分子を重合体といい、その結合様式により付加重合と(エ)に分類される。

- (1) 空欄(ア)～(エ)それぞれにあてはまる適切な語句を記しなさい。
- (2) 無機高分子化合物に分類される化合物の具体的な名称を3つ記しなさい。
- (3) (エ)に分類される合成有機高分子化合物の具体的な名称を2つ記しなさい。
- (4) ポリスチレンの希薄溶液の浸透圧は、溶質のモル濃度と溶液の絶対温度に比例する。このときの比例定数は、気体定数 R に等しい。この浸透圧は、高分子化合物の平均分子量を求める際にも用いることができる。ポリスチレン0.20 gを含むベンゼン溶液0.20 Lがある。この溶液の浸透圧は、 27°C において、 $1.4 \times 10^2 \text{ Pa}$ であった。次の[A]と[B]の問いに答えなさい。

[A] このポリスチレンの平均分子量を求めなさい。ただし、解答の際は、計算の過程も記し、有効数字2桁で答えなさい。

[B] このポリスチレンの重合度を求めなさい。ただし、計算の際は、スチレンの分子量を104とし、答えは有効数字2桁で記しなさい。

問3. 次の文章を読み、下の(1)～(5)の問いに答えなさい。

ベンゼン、ニトロベンゼン、アニリン、フェノール、安息香酸を含むジエチルエーテル溶液がある。各成分を分離するために次の操作を行った。

混合物のエーテル溶液に希塩酸を加えて十分振り混ぜ、水層が酸性になったことを確認した後、水層Ⅰとエーテル層Ⅰに分離した。

水層Ⅰに水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にした後、エーテルで抽出すると化合物Ⅹが得られた。

次に、エーテル層Ⅰに水酸化ナトリウム水溶液を加えて十分振り混ぜ、水層が塩基性になったことを確認した後、水層Ⅱとエーテル層Ⅱに分離した。

- (1) 化合物Ⅹの名称および構造式を記しなさい。
- (2) 水層Ⅱに含まれるすべての有機化合物の名称および構造式を記しなさい。
- (3) 水層Ⅱに含まれる有機化合物を分離する方法を簡潔に記しなさい。また、その操作で分離できる理由も簡潔に記しなさい。
- (4) エーテル層Ⅱに含まれるすべての有機化合物について、その名称および構造式を記しなさい。
- (5) エーテル層Ⅱに含まれる有機化合物を分離する方法を簡潔に記しなさい。また、その操作で分離できる理由も簡潔に記しなさい。