

平成 21 年度 入学 試験 問題 (前期日程)

理 科  
(医学部医学科)

物 理	1 ページから	8 ページまで
化 学	9 ページから	11 ページまで
生 物	12 ページから	13 ページまで

注 意 事 項

1. 受験番号を解答用紙の所定の欄(1か所)に記入すること。
2. 解答はすべて解答用紙の所定の欄に記入すること。

# 化 学

必要があれば、原子量は、次の値を使うこと。

$$H = 1.00, C = 12.0, O = 16.0$$

1 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(17点)

私たちの身のまわりに存在する液体の多くは、純粋な液体にほかの物質が溶け込んだ溶液として存在する。溶質Aを、溶媒Bに溶解させてできる溶液について考える。

溶質Aはモル質量  $M_A$  [g/mol] の固体とする。溶質Aの溶媒Bへの溶解度は温度が高くなるほど大きくなり、 $20^\circ\text{C}$  および  $50^\circ\text{C}$  における溶解度をそれぞれ  $S_{20}$ ,  $S_{50}$  と表すことにする。なお、固体の溶解度は溶媒 100 g に溶かすことのできる溶質の質量 [g] の数値で示される。

溶媒Bに溶質Aを溶解させた溶液の凝固点は、純粋な溶媒Bの凝固点よりも低くなる。このような現象は凝固点降下とよばれ、溶液の性質の1つである。凝固点降下度は、希薄溶液では、溶液の質量モル濃度に比例する。

問 1 一般に溶質がイオン結晶あるいはヒドロキシ基を持つ分子の場合、極性溶媒、無極性溶媒のどちらに溶けやすいか答えなさい。

問 2 質量  $W$  g の溶質Aを  $50^\circ\text{C}$  ですべて溶解させるには、少なくとも何 g の溶媒Bが必要か。 $S_{50}$ ,  $W$  を用いて表しなさい。

問 3 溶質Aの  $50^\circ\text{C}$  における飽和溶液に関する以下の(1)と(2)を、 $M_A$ ,  $S_{50}$  を用いて表しなさい。

- (1) 質量パーセント濃度 [%]
- (2) 質量モル濃度 [mol/kg]

問 4 溶質Aの  $50^\circ\text{C}$  における飽和溶液  $X$  g を  $20^\circ\text{C}$  に冷却すると固体が析出した。

- (1) 何 g の固体が析出したか、 $S_{20}$ ,  $S_{50}$ ,  $X$  を用いて表しなさい。
- (2) このとき、 $20^\circ\text{C}$  の溶液の密度を  $d_{20}$  [g/cm<sup>3</sup>] とすると、溶解している溶質Aのモル濃度 [mol/l] はどのように表されるか。 $S_{20}$ ,  $d_{20}$ ,  $M_A$  を用いて示しなさい。

問 5 問4のように溶液中に固体が生じた時、この固体を溶液と分離して取り出すために用いる方法を答えなさい。

問 6 溶質Aと溶質A'について、それぞれ同じ物質量の固体を溶媒Bに溶かして希薄溶液とした時、溶質Aの溶液に比べて溶質A'の溶液の凝固点降下度は  $n$  倍であった。溶質A'が電解質であるとする、その溶液中に溶けている粒子の物質量は、溶かした固体の物質量の何倍になっているか答えなさい。ただし、溶質Aは非電解質とする。

2 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(16点)

単体のカルシウムは水と反応して 1 と水酸化カルシウムを生じる。いま二酸化炭素を含まない蒸留水に水酸化カルシウムを溶かして飽和水溶液を作り、つぎの2つの実験を行った。

[実験1]

水酸化カルシウムの飽和水溶液 25.00 ml を正確にとり、これにプロモチモールブルー(BTB)溶液を数滴加えて、 $2.00 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$  の塩酸標準溶液を少量ずつ滴下した。溶液の色が青色から黄色に変化したところを終点とした。終点までに要した塩酸標準溶液の体積は 31.25 ml であった。

[実験2]

水酸化カルシウムの飽和水溶液に二酸化炭素を通じると白色沈殿が生じた。さらに過剰に二酸化炭素を通じると、この沈殿は溶解した。

問1 1 にあてはまる物質名を答えなさい。

問2 中和反応を利用した[実験1]のような一連の操作を何と呼ぶか答えなさい。また[実験1]の酸と塩基の中和反応を化学反応式で書きなさい。

問3 下線部(a)は、中和反応の際に生じる急激な pH 変化を色調の変化として捉えることにより、中和点を知るためのものである。このような溶液を一般に何と呼ぶか答えなさい。

問4 水酸化カルシウムの飽和水溶液中に含まれるカルシウム濃度 (mol/l) および pH を計算しなさい。ただし、水のイオン積は  $1.00 \times 10^{-14}$ 、 $\log 4.00 = 0.6$ 、 $\log 2.50 = 0.4$ 、水酸化カルシウムの電離度は 1.00 とする。

問5 下線部(b)の沈殿を約 900 °C で強熱すると、分解して二酸化炭素と酸化物になる。この酸化物は何か、化学式で答えなさい。

問6 下線部(c)の反応を化学反応式で書きなさい。

3 芳香族化合物に関する次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(17点)

アセチレンを赤熱した鉄に触れさせると、3分子が付加重合して **ア** が生じる。**ア** に硫酸を加えて加熱すると **イ** が生じる。**イ** に水酸化ナトリウムを加えて加熱融解するとナトリウムフェノキシドが生成される。このナトリウムフェノキシドを水に溶かして二酸化炭素を通じると **ウ** が得られる。ナトリウムフェノキシドに 高温・高圧 <sup>(1)</sup>のもとで二酸化炭素を反応させて得られる化合物のナトリウム塩を希硫酸で処理すると **エ** が得られる。

<sup>(2)</sup> **エ** を無水酢酸と硫酸を作用させてアセチル化したものはアスピリンと呼ばれ解熱鎮痛剤に用いられる。一方、**エ** をメタノールと濃硫酸を作用させてエステル化したものは外用湿布剤に用いられる。

<sup>(3)</sup> 上述したアスピリンの合成経路は一般的な方法であるが、ある実験室では、下線部(1)の操作で必要な装置を持っていなかったため別経路でのアスピリン合成を行った。つまり、塩化アルミニウム触媒存在下、**ア** に塩化メチルを反応させるとトルエンが得られた。トルエンに濃硫酸と濃硝酸の混合物を加えて加熱するとオルトの位置の水素原子が置換された **オ** とパラの位置の水素原子が置換された **カ** が生じた。トルエンを  $\text{KMnO}_4$  で酸化すると **キ** を生じることが知られている。同様に **オ** を  $\text{KMnO}_4$  で酸化すると **ク** が生じた。**ク** をスズと濃塩酸を加えて還元したものに塩基を加えて中和すると **ケ** が生成した。**ケ** の希塩酸水溶液を  $5^\circ\text{C}$  以下に冷やしながら亜硝酸ナトリウム水溶液を加えると **コ** が生じた。**コ** に水を加えて加熱するとアスピリンの原料となる **エ** が得られた。

問 1 文章中の空欄 **ア** ~ **コ** に適する芳香族化合物の構造式を書きなさい。

問 2 文章中の空欄 **イ** , **ウ** および **キ** の芳香族化合物を水に溶かすといずれも酸性を示す。同じモル濃度のこれらの芳香族化合物の水溶液を比べた場合、酸性の強い順に並べ、記号で答えなさい。

問 3 下線部(2)の反応を化学反応式で書きなさい。

問 4 下線部(3)の反応を化学反応式で書きなさい。

問 5 10.0 g のアスピリンを完全燃焼させた際に生成する二酸化炭素と水はそれぞれ何 g か答えなさい。

問 6 下線部(3)の反応は可逆反応であり、一定時間後に平衡状態になる。1 mol の **エ** を用いて効率よくエステルを生成させるためには下線部(3)の化学反応式の中で何を過剰に用いればよいか化合物名で答えなさい。