

平成 21 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 6 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 3 枚あります。Ⅰ，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. 次の問1～問3に答えなさい。

問1. 次の文章を読み、下線部(a)～(e)に対応する化学反応式を記しなさい。

空気中には二酸化炭素が含まれている。このため、蒸留水を空気中に放置すると酸性を示すようになる(a)。水酸化ナトリウムは二酸化炭素を吸収して炭酸ナトリウムを生じる(b)。炭酸ナトリウムは工業的にはアンモニア・ソーダ法を利用して製造される。この方法ではまず、塩化ナトリウムの飽和水溶液にアンモニアと二酸化炭素を吹き込み、炭酸水素ナトリウムを沈殿させる(c)。次に炭酸水素ナトリウムを焼き、炭酸ナトリウムを製造する(d)。炭酸ナトリウムは水に溶け、その水溶液は塩基性を示す(e)。

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

炭酸ナトリウムと水酸化カリウムとの混合水溶液 20 ml を 0.10 mol/l の塩酸で滴定した。まず、指示薬としてフェノールフタレインを用いて滴定したところ、0.10 mol/l の塩酸 80 ml を加えたところで最初の中和点に達した。

この溶液にメチルオレンジを指示薬として加え滴定を続けたところ、0.10 mol/l の塩酸をさらに 2.0 ml 加えたところで次の中和点に達した。

(1) 混合水溶液中の Na^+ のモル濃度 [mol/l] を求めなさい。

(2) 混合水溶液中の K^+ のモル濃度 [mol/l] を求めなさい。

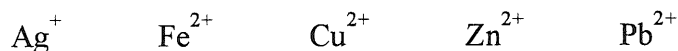
問3. 次の文章を読み、下の(1)、(2)の問いに答えなさい。

酸素と硫黄はともに16族の元素であり、原子は(ア)個の価電子をもっているが、その化合物には様々な性質の違いがある。 H_2O は常温・常圧では液体であるが、 H_2S は気体である。これは分子間に働く(イ)の強さが H_2S に比べて H_2O で著しく(ウ)からである。 H_2S は水に溶けて弱酸性を示す。したがって、 H_2S を含む水溶液のpHを上昇させると、 S^{2-} の濃度 $[\text{S}^{2-}]$ は(エ)なる。(①)の硫化物の溶解度積は(オ)、これらの金属イオンを含む酸性水溶液に H_2S を通じると沈殿が生じる。これに対して、(②)を含む酸性の水溶液に H_2S を通じても沈殿は生じない。

(1) 文中の(ア)～(オ)それぞれにあてはまる数字、語句を次の中から選び、その記号を記しなさい。

- | | | | |
|----------------|----------|----------|---------|
| (a) ファンデルワールス力 | (b) 共有結合 | (c) 水素結合 | |
| (d) イオン結合 | (e) 5 | (f) 6 | (g) 7 |
| (h) 強い | (i) 弱い | (j) 大きく | (k) 小さく |

(2) 文中の(①)、(②)それぞれにあてはまる金属イオンを次の中から選び、すべて記しなさい。



II. 次の問1～問2に答えなさい。必要ならば、原子量は次の値を用いなさい。

H = 1.0 C = 12 O = 16 Na = 23

問1. 下の(1)～(7)それぞれの記述にあてはまる有機化合物を、次の中から
選び、すべて記しなさい。

メタン ベンゼン エチレン エタン アセチレン

- (1) 炭素原子同士の距離が最も短い結合をふくむ化合物。
- (2) 炭素原子間の結合を軸として、一方の炭素原子を固定したとき、もう一方の炭素原子が回転できる化合物。
- (3) すべての原子が同一平面上にある化合物。
- (4) エタノールに濃硫酸を加え、170℃で加熱すると発生する化合物。
- (5) 臭素水に加えると、臭素水の赤褐色が消える化合物。
- (6) 塩素を加えて紫外線を当てると、置換反応が起こる化合物。
- (7) 触媒を用いて塩化水素を付加させると、合成樹脂の単量体ができる化合物。

問2. 次の文章を読み、下の(1)～(8)の問いに答えなさい。

炭素、水素、酸素からなる化合物 **A** は、常温・常圧で刺激臭のある無色の液体であり、水溶液は酸性を示す。48 mg の化合物 **A** を完全燃焼させると、二酸化炭素 71 mg と水 29 mg を生じた。化合物 **A** の分子量は 60 である。また、化合物 **A** には構造異性体である化合物 **B** が存在する。化合物 **B** は、カルボン酸とアルコールとの縮合によって生成するエステルである。

芳香族化合物である化合物 **C** を、高温・高圧のもとで二酸化炭素と反応させた後、希硫酸を作用させると化合物 **D** が得られた。この化合物 **D** とメタノールとの反応で生成するエステル **E**_(a) は、消炎剤として用いられる。一方、化合物 **C** の水溶液に二酸化炭素を通じると、化合物 **F** が遊離した。化合物 **F** は、分子式 C_6H_6O で、常温・常圧で無色の結晶であり、合成樹脂、染料、医薬品の原料として用いられる。

- (1) 化合物 **A** の組成式および分子式を答えなさい。解答の際には、途中の計算過程も記しなさい。
- (2) 化合物 **A** の名称および構造式を記しなさい。
- (3) 化合物 **A** と炭酸ナトリウムとの化学反応式を記しなさい。また、この反応式から、化合物 **A** と炭酸ではどちらが強い酸か、理由とともに記しなさい。
- (4) 化合物 **B** の名称および構造式を記しなさい。
- (5) 化合物 **C** の名称および構造式を記しなさい。
- (6) 化合物 **D** の名称および構造式を記しなさい。
- (7) 下線部 (a) の化学反応式を記しなさい。
- (8) 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると青紫や赤紫色を呈する化合物を化合物 **A** ～ **F** の中から選び、その化合物名をすべて記しなさい。

Ⅲ. 次の問1～問2に答えなさい。

問1. 次の文章を読み、下の(1)～(6)の問いに答えなさい。ただし、 $[\text{H}_2]$ 、 $[\text{I}_2]$ 、 $[\text{A}]$ は、 H_2 、 I_2 、 A の平衡状態におけるモル濃度 $[\text{mol}/\text{l}]$ である。

水素 H_2 とヨウ素 I_2 の混合気体を断熱密閉容器に入れ、内部の温度を高温に保つと、その一部が化合して A を生じる_(a)。また、 A だけを容器に入れて高温に保つと、一部が解離して H_2 と I_2 を生じる。このようにどちらの方向にも進む反応を (ア) とよぶ。

- (1) 物質 A の名称と化学式を記しなさい。
- (2) (ア) にあてはまる語句を記しなさい。また、このときの反応を化学反応式で記しなさい。
- (3) H_2 、 I_2 、 A の結合エネルギーをそれぞれ、432, 149, 295 kJ/mol とするとき、下線 (a) の化学変化を熱化学方程式で記しなさい。
- (4) 下線部 (a) の反応の平衡定数 K を、 $[\text{H}_2]$ 、 $[\text{I}_2]$ 、 $[\text{A}]$ を用いた式で表しなさい。
- (5) H_2 と I_2 を 0.70 mol ずつ容積 2.0 l の容器に取り、温度を一定に保った。平衡状態で生じた A の物質量を x [mol] とするとき、 $[\text{H}_2]$ 、 $[\text{I}_2]$ 、 $[\text{A}]$ それぞれを、 x を含む式で表しなさい。

(6) 2つの同じ断熱密閉容器 1 および容器 2 に異なる混合比で H_2 , I_2 , **A** をとった。温度を 425°C に保ち化学平衡の状態にして、それぞれのモル濃度を調べた。容器 1 中では, $[\text{H}_2] = 3.6 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$, $[\text{I}_2] = 1.3 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$, $[\text{A}] = 1.6 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ で、容器 2 中では, $[\text{H}_2] = 5.0 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$, $[\text{I}_2] = y \text{ [mol/l]}$, $[\text{A}] = 3.7 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$ であった。次の ① と ② の問いに答えなさい。解答の際は、途中の計算過程も記し、有効数字 2 桁で答えなさい。

① 425°C における H_2 , I_2 , **A** の化学平衡における平衡定数を求めなさい。

② 容器 2 中の I_2 のモル濃度 $y \text{ [mol/l]}$ を求めなさい。

問 2. 窒素 N_2 と水素 H_2 の混合気体を高温・高圧で反応させるとアンモニアが生成する。図 1 に、300, 500, 700°C で生じたアンモニアの割合の時間変化を示した。次の (1) ~ (3) の問いに答えなさい。

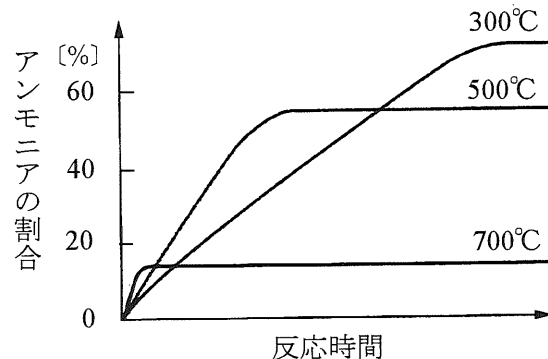


図 1 アンモニアの割合の時間変化

(1) 反応が進むとアンモニアの割合が一定になる。その理由を記しなさい。

(2) 窒素と水素からアンモニアが生成する反応は吸熱反応か発熱反応か答えなさい。また、その理由も記しなさい。

(3) 図 1 は触媒を用いないときの曲線である。反応温度 500°C の曲線は、鉄触媒を用いたとき、どのように変化するか。触媒を用いないときの曲線と触媒を用いたときの曲線の違いがわかるように、図を描きなさい。