

平成28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	6 ページまで
化 学	7 ページから	11 ページまで
生 物	12 ページから	14 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。
3. 解答時間は、100分である。

# 化 学

必要があれば、原子量は次の値を使いなさい。

H = 1.00, He = 4.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, Mg = 24.3,  
S = 32.0, Cl = 35.5, Ar = 39.9, Ca = 40.0, Br = 79.9, Ba = 137

1 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(16点)

周期表 17 族の F, Cl, Br, I などの元素をハロゲンと呼ぶ。ハロゲンの原子は最外殻に 7 個の電子をもち、1 価の陰イオンになりやすい。また、化合物中では酸化数が  $-1$  になることが多い。しかし、次亜塩素酸のようにハロゲンの原子の酸化数が  $-1$  以外の値になることもある。<sup>(a)</sup>

ハロゲンの単体はいずれも二原子分子であり、融点や沸点は原子番号が大きいほど高い。なお、ヨウ素は常温で昇華性がある。また、ハロゲンの単体はいずれも酸化剤としてはたらく。<sup>(b)</sup>

ハロゲン化水素の中ではフッ化水素が最も沸点が高い。これは、フッ化水素では分子間に 1 結合による引力が強くはたらくからである。塩化水素は、塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱すると発生し、 2 置換で集めることができる。<sup>(c)</sup> 塩化水素の水溶液である塩酸は代表的な強酸であり、さまざまな金属と反応し水素を発生する。<sup>(d)</sup> また、密閉容器に水素とヨウ素を入れて加熱すると、一部が反応してヨウ化水素が生成する。<sup>(e)</sup> <sup>(f)</sup>

問 1 上の文章中の 1 および 2 に当てはまる最も適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部(a)について、次亜塩素酸中の塩素の酸化数を答えなさい。

問 3 下線部(b)について、昇華とはどのような現象か 25 字以内で説明しなさい。

問 4 下線部(c)について、以下の(ア)~(ウ)の中から反応が起こらないものを 1 つ選び、記号で答えなさい。

(ア) KBr 水溶液と  $\text{Cl}_2$       (イ) KCl 水溶液と  $\text{I}_2$       (ウ) KI 水溶液と  $\text{Br}_2$

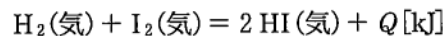
問 5 下線部(d)の反応について、化学反応式を書きなさい。

問 6 下線部(e)について、以下の(ア)~(オ)の金属の中から塩酸と反応し水素を発生するものをすべて選び、記号で答えなさい。

(ア) Cu      (イ) Zn      (ウ) Au      (エ) Ca      (オ) Fe

問 7 下線部(f)について、以下の(1)~(3)の問いに答えなさい。

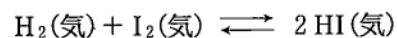
(1) H-H, I-I, H-I の結合エネルギーをそれぞれ 432 kJ/mol, 149 kJ/mol, 295 kJ/mol としたとき、水素とヨウ素からヨウ化水素が生成する反応の熱化学方程式



の反応熱  $Q[\text{kJ}]$  を答えなさい。

(2) 容積 3.0 L の密閉容器に水素を 1.0 mol, ヨウ素を 1.0 mol 入れて反応を開始させたところ、2 分後にヨウ化水素が 0.20 mol 生成された。この反応が開始してから 2 分間の水素の平均の分解速度  $[\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min})]$  はいくらになるか、有効数字は 2 桁とし、3 桁目を四捨五入して答えなさい。

(3) 容積 3.0 L の密閉容器に水素を 1.0 mol, ヨウ素を 1.0 mol 入れ、ある一定温度に保つと以下の平衡状態になった。



このときの平衡定数を 36 とするとき、ヨウ化水素が何 mol 生成しているか、有効数字は 2 桁とし、3 桁目を四捨五入して答えなさい。

2 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(17点)

試薬 A (分子量：60.0) は、式①に示すように水溶液中のカルシウムイオンと不可逆に反応して錯イオンを生じる。また、試薬 A はカルシウムイオン以外の物質とは反応しない。



問 1 水溶液中のカルシウムイオンがすべてなくなったときに色が変わる指示薬 B がある。試薬 A と指示薬 B を用いて、地下水中のカルシウムイオンの濃度を調べた。

まず、0.300 g の試薬 A を純水に溶かして正確に 100 mL にした。 調製した試薬 A の水溶液の少量を用いてビュレット をすすぎ、その後ビュレットの 0.00 mL の目盛まで試薬 A の水溶液で満たした。 次に、地下水 50.0 mL を正確に量り取り、純水でよくすすいだコニカルビーカーに入れた。 ここに数滴の指示薬 B を加え、コニカルビーカー内の水溶液の色が変わるまで、ビュレットから試薬 A の水溶液を滴下した。滴下終了時におけるビュレット内の液面は、図 I のようになっていた。ビュレットの数字の単位は mL である。また、図 I において、灰色に塗られた部分は、試薬 A の水溶液で満たされていることを示している。

以下の(1)~(5)の問いに答えなさい。

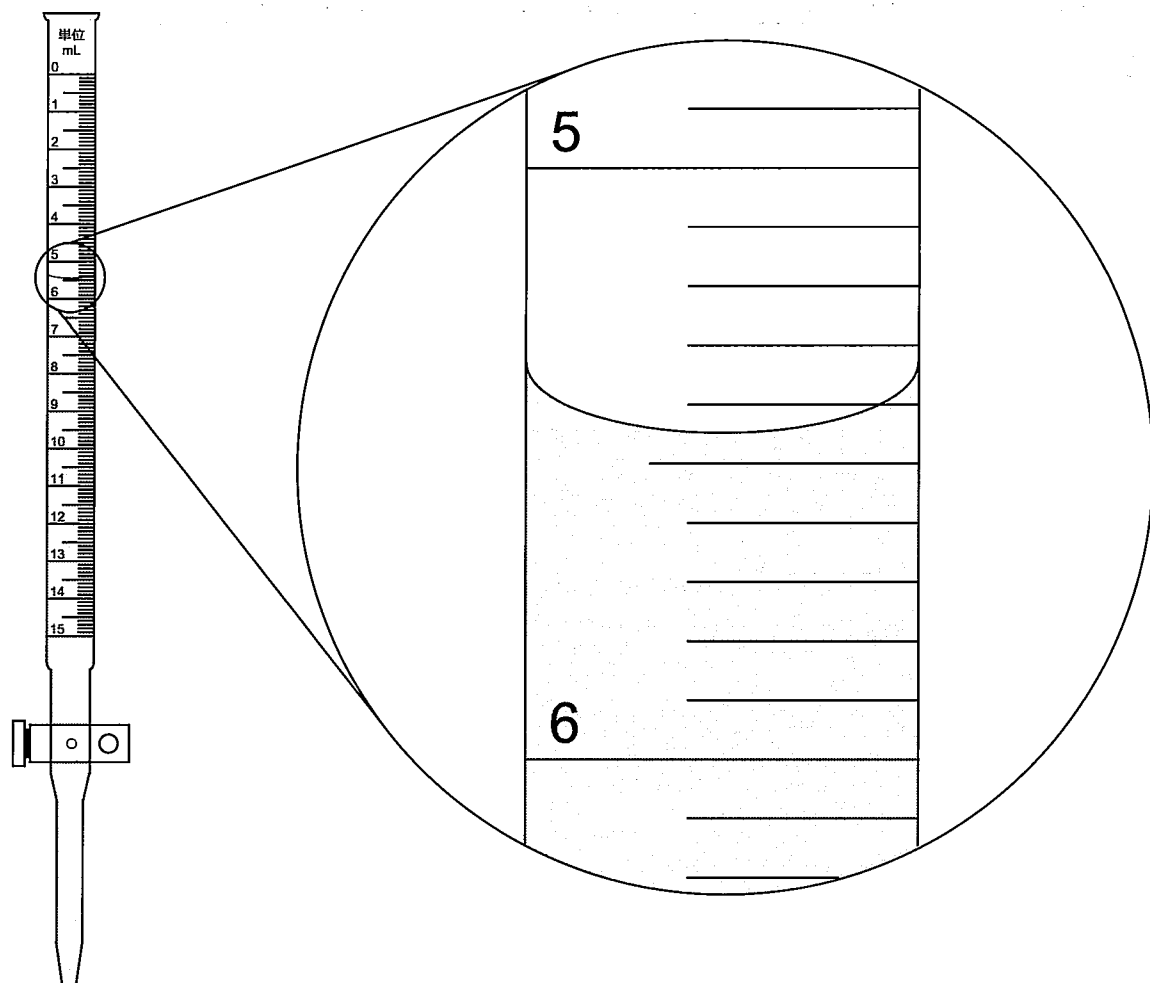
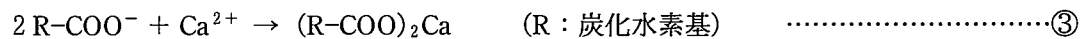
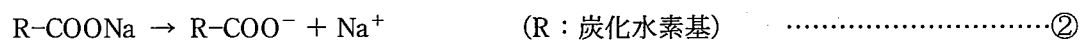


図 I

- (1) 下線部(a)で調製した試薬 A の水溶液のモル濃度を答えなさい。
- (2) 下線部(b)で示されている器具の洗い方の名称を答えなさい。
- (3) 下線部(c)のコニカルビーカーを純水でぬれたまま実験に使った場合、滴定終了時まで滴下する試薬 A の水溶液の体積に影響はあるか。その理由とともに 80 字以内で答えなさい。
- (4) 図 I に基づいて、滴定終了時まで滴下した試薬 A の水溶液の体積を答えなさい。
- (5) 今回測定した地下水中のカルシウムイオンのモル濃度を答えなさい。

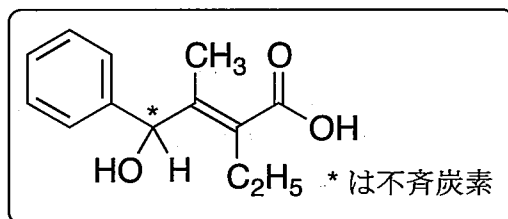
問 2 セッケン C(分子量：300)は、式②に示すように水溶液中で完全に電離している。電離して生成した脂肪酸イオンは、式③に示すように水溶液中のカルシウムイオンとのみ不可逆的に反応する。



以下の(1)~(3)の問いに答えなさい。

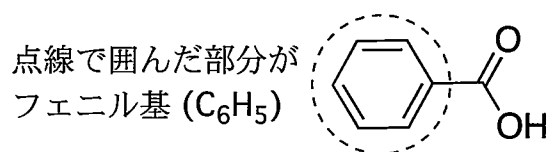
- (1) カルシウムイオンの濃度が  $1.00 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  である水道水 60.0 L に、15.0 g のセッケン C を加えてよく攪拌した。このセッケン水中に溶けている脂肪酸イオンのモル濃度を答えなさい。ただし、加えたセッケン C による溶液の体積変化は無視できるものとする。
- (2) カルシウムイオンの濃度が  $1.00 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  である水道水 60.0 L に、6.00 g の試薬 A を加え、完全に反応させた。その後、さらに 15.0 g のセッケン C を加えてよく攪拌した。このセッケン水中に溶けている脂肪酸イオンのモル濃度を答えなさい。ただし、加えた試薬 A およびセッケン C による溶液の体積変化は無視できるものとする。
- (3) (1)と(2)のセッケン水を比べたとき、洗浄力はどちらが高いか、それとも同じか。その理由とともに 40 字以内で答えなさい。

3 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。構造式を書くときは、例1の記入例にならって書きなさい。(17点)



化合物 A, B, C について以下の実験を行った。

- 実験1：化合物 A, B, C が溶けているエーテル溶液を少量とり塩化鉄(III)水溶液を加えたところ、溶液の色に変化は見られなかった。
- 実験2：化合物 A, B, C が溶けているエーテル溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加え塩基性にした後、エーテルを加え、分液漏斗に入れて混ぜ、エーテル層と水層とに分けた。得られたエーテル層を分析したところ化合物 B と C が存在していることが確認された。
- 実験3：実験2で得られた水層に含まれる化合物を分離し、固体の水酸化ナトリウムと高温で反応させた。その後、生じた化合物を水に溶かし二酸化炭素と反応させたところフェノールが得られた。
- 実験4：実験2で得られたエーテル層に塩酸を加え酸性にした後、ジエチルエーテルを加え、分液漏斗に入れて混ぜ、エーテル層と水層とに分けた。得られたエーテル層を分析したところ化合物 C のみが存在していることが確認された。
- 実験5：実験4で得られた水層を冷却しながら亜硝酸ナトリウム水溶液と反応させた後、温度を上げたところ気体 D と塩化水素が生じ、フェノールが得られた。
- 実験6：化合物 C を低温でオゾンと反応させ、還元剤である亜鉛で処理すると、フェニル基(図II)を有する2種類の化合物が得られた。また、得られた2種類の化合物をそれぞれフェーリング液とともに加熱すると1つだけが赤色の沈殿を生じた。



図II

実験7：化合物 C 31.2 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 105.6 mg と水 21.6 mg が得られた。

問1 化合物 A の構造式を書きなさい。

問2 化合物 B の構造式を書きなさい。

問3 気体 D の化学式を書きなさい。

問4 27.9 g の化合物 B と 13.8 g の亜硝酸ナトリウムを用い実験5を行ったときに、理論上、生じるフェノールの質量(g)を求めなさい。有効数字は3桁とし、4桁目を四捨五入して答えなさい。

問 5 出題ミスのため削除

問 6 化合物 C の組成式を書きなさい。

問 7 出題ミスのため削除