

平成 30 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	7 ページまで
化 学	8 ページから	10 ページまで
生 物	11 ページから	14 ページまで

注 意 事 項

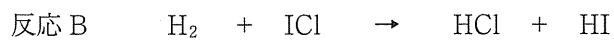
1. 受験番号を解答用紙の所定の欄(1か所)に記入すること。
2. 解答はすべて解答用紙の所定の欄に記入すること。
3. 解答時間は、100分である。

化 学

1 以下の各問に答えなさい。(16点)

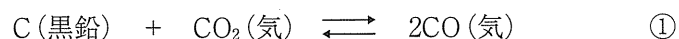
問1 水素 H_2 と一塩化ヨウ素 ICl が反応してヨウ素 I_2 を生じる気体反応 A は、以下の二つの反応 B と反応 C が順次段階的に進行する二段階反応である。反応 B と反応 C の反応速度はそれぞれの反応物の濃度に比例すること、およびヨウ化水素 HI は生成速度に比べ消失速度がかなり大きいことが実験により知られている。

一般に多段階反応の反応速度は、その多段階反応に含まれる反応のうち遅い反応の反応速度に一致する。



- (1) 反応 A の反応式を答えなさい。
- (2) 反応 A について ICl の濃度を 3 倍にすると反応速度は何倍になるか答えなさい。

問2 容積 1.0 L の密閉容器内で 10.0 mol の黒鉛 C と 1.0 mol の酸素 O_2 を反応させると、一酸化炭素 CO と二酸化炭素 CO_2 が生じ、 O_2 は完全に消失した。密閉容器内の温度を 670°C に保つと、式①で表される平衡状態に達した。



- (1) 黒鉛 C の燃焼熱は 394 kJ/mol 、 CO の燃焼熱は 283 kJ/mol である。
式①の正反応について CO 1 mol あたりの反応熱を答えなさい。
- (2) 平衡状態の平衡定数は 2.0 mol/L である。平衡状態における CO の物質量を求めなさい。有効数字 2 桁とし 3 桁目を四捨五入して答えなさい。
- (3) 平衡状態に以下の操作(ア)と操作(イ)を行った。
(ア) CO を加える (イ) 温度を下げる
それぞれの操作によって平衡はどうか。次の(a)~(c)の中から選んで記号で答えなさい。
(a) 正反応が進行する (b) 逆反応が進行する (c) 変わらない

2 以下の各問に答えなさい。(18点)

問1 酸化還元反応を原子の授受の立場からみてみよう。ある物質が $\boxed{1}$ と化合したり、ある物質から $\boxed{2}$ がうばわれたりしたとき、その物質は酸化されたという。しかしながら、 $\boxed{1}$ と $\boxed{2}$ の授受が関わらない酸化還元反応も決してめずらしくはない。例えば、熱した銅 Cu は塩素 Cl_2 中で激しく反応して CuCl_2 を生じる。この反応で Cu 原子は $\boxed{3}$ を失い、Cl 原子は $\boxed{3}$ を受け取っている。
このように $\boxed{1}$ や $\boxed{2}$ が直接関係しない反応に対しても、 $\boxed{3}$ の授受によって酸化・還元を統一的に説明することができる。

上の文章中の $\boxed{1}$ ~ $\boxed{3}$ の中に入る最も適切な語句をそれぞれ答えなさい。

問2 次の(ア)~(オ)の中から酸化還元反応であるものを全て記号で選び、対応する化学反応式をかきなさい。

- (ア) 金属ナトリウムは水と激しく反応する。
- (イ) 炭酸カルシウムを高温に熱すると酸化カルシウムに変化する。
- (ウ) 炭酸カルシウムに塩酸を加えると激しく反応し、気体を発生する。
- (エ) 硝酸銀水溶液に食塩水を加えると白色沈殿を生じる。
- (オ) 金属アルミニウムは水酸化ナトリウム水溶液に溶ける。

問3 シュウ酸マグネシウム MgC_2O_4 の溶解度積 K_{sp} を求めるために次の実験を行った。

操作1 : 2.0 g の MgC_2O_4 を水 100 mL に加えて充分攪拌したあと静置し、溶けなかった MgC_2O_4 が全て沈殿するまで待った。

操作2 : 操作1の透明な上澄み水溶液 10 mL を正確にはかりとり、これをコニカルビーカーに移し、1.0 mol/L 硫酸 20 mL を
加えた後 60℃程度に加熱した。

操作3 : 操作2の水溶液に対して X mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定し、 Y mL を滴下したところで反応の完結を
確認した。

(1) この反応における還元剤はなにか。下の(ア)~(カ)の中から選んで記号で答えなさい。

- (ア) $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ (イ) Mg^{2+} (ウ) MnO_4^- (エ) K^+ (オ) SO_4^{2-} (カ) H^+

(2) 下線部(a)の操作に関し、1.0 mol/L 硫酸 20 mL ではなく 40 mL を加えて実験を行なった時、滴定量は何 mL になるか。
次の(ア)~(オ)の中から選んで記号で答えなさい。

- (ア) $2Y$ (イ) $\frac{1}{2}Y$ (ウ) Y (エ) $\frac{3}{5}Y$ (オ) $\frac{5}{3}Y$

(3) 下線部(a)の操作に関し、硫酸ではなく 1.0 mol/L 塩酸 20 mL を加えて実験を行なった。その時、滴定量は Y mL よりも多くなるか、少なくなるか、もしくは変わらないか。その理由も含めて 30 字以内で答えなさい。

(4) 下線部(b)の操作に関し、どのようにして反応の完結を知ることができるか。30 字以内で答えなさい。

(5) MgC_2O_4 の溶解度積 K_{sp} を X , Y を含む式で表しなさい。

3 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。構造式をかくときは、図 I の記入例にならってかきなさい。(16点)

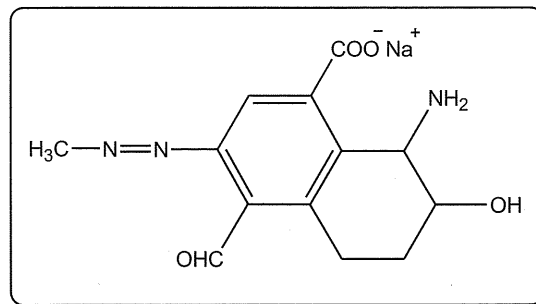


図 I

ベンゼンの水素原子 1 個をメチル基で置換した化合物には構造異性体は存在しないが、2 個の水素原子をメチル基で置換した場合、メチル基が結合する位置の違いによって 3 種類の構造異性体が存在する。一方、ナフタレンの水素原子 1 個をメチル基で置換した化合物には構造異性体が存在する。ナフタレンの 2 個の水素原子をメチル基で置換すると構造異性体の数は増大する。

ベンゼンやナフタレンを原料にして、染料・着色料・指示薬として広く用いられる芳香族アゾ化合物がつくられる。アニリンを希塩酸に溶かし、5℃以下で亜硝酸ナトリウムと反応させるとジアゾニウム塩の塩化ベンゼンジアゾニウムが生成する(ジアゾ化)。また、*p*-アミノベンゼンスルホン酸ナトリウムをジアゾ化すると化合物 A が得られる。

ジアゾニウム塩にフェノール類や芳香族アミンを反応させるとアゾ化合物を生じる。たとえば、化合物 A とアニリンのアミノ基の水素原子 2 個をメチル基で置換した化合物 B を反応させると、化合物 B のパラ位水素が置換されたアゾ化合物が生成する。これに水酸化ナトリウム水溶液を加えると酸塩基指示薬として知られる色素が得られる。また、2-ナフトールを水酸化ナトリウム水溶液に溶かし、それに塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液を加えると、2-ナフトールの 1 位(ヒドロキシ基が結合した炭素と水素が結合していない炭素の両方に隣接する炭素)の水素が置換され、芳香族アゾ化合物の一種が生成する。

問 1 下線部(a)の構造異性体のうち、2 個のメチル基を酸化するとポリエチレンテレフタレート(PET)の原料になる異性体の化合物名と構造式をかきなさい。

問 2 下線部(b)について、2 個のメチル基の距離が最も遠い構造異性体の構造式をかきなさい。

問 3 下線部(b)の各構造異性体の 2 個のメチル基のみを酸化して得られる分子式 $C_{12}H_8O_4$ の各化合物を加熱すると、そのうちの 3 つは分子式が $C_{12}H_6O_3$ の酸無水物を生じることが予想される。当てはまる酸無水物の構造式を全てかきなさい。

問 4 下線部(c)の色素名とナトリウム塩の構造式をかきなさい。

問 5 下線部(d)の化学反応式を、構造式を使ってかきなさい。