

平成28年度入学試験問題

化学

注意事項

1. この問題冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはいけません。
2. 解答用紙は問題冊子とは別になっています。解答はすべての解答用紙の指定されたところに記入しなさい。それ以外の場所に記入した解答は、採点の対象となりません。
3. 本学の受験番号をすべての解答用紙の指定されたところへ正しく記入しなさい。氏名を書いてはいけません。
4. この問題冊子は、16 ページあります。ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、監督者に申し出なさい。
5. 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけません。
6. この問題冊子には、教育学部、理学部、医学部、工学部、農学部、繊維学部が指定する問題があります。
7. 受験する学部により解答する問題が異なります。受験者は下の表に従って、受験する学部が指定する問題を正しく解答しなさい。

学部	指定する問題
教育学部	1, 2, 3 の3問
理学部	1, 2, 3, 4 の4問
医学部	1, 2, 3, 4 の4問
工学部	1, 2, 3, 4, 5 の5問
農学部	1, 2, 3, 4 の4問
繊維学部	1, 2, 3, 4 の4問

8. この問題冊子は持ち帰ること。

問題の解答に必要なならば、以下の数値を用いなさい。

原子量 H:1.00 C:12.0 O:16.0 Na:23.0 Cl:35.5 Cu:63.5

平成 28 年度一般入試(前期日程) 問題訂正等

理科 (化 学)

4 ページ

問題 1 (6) の設問文 3 行目の「分子量」は
「溶質の分子量」である。

10 ページ

問題 4 の図 1 中の次の下線部分を訂正する。

(誤) $\xrightarrow[\text{(付加)}]{\text{塩素/触媒(a)}}$ L

(正) $\xrightarrow[\text{(置換)}]{\text{塩素/触媒(a)}}$ L

1 次の文章を読み、設問(1)~(7)に答えよ。

試験管に 20.0 g の蒸留水と温度計を入れ、寒剤を加えた水で試験管のまわりを冷却した。温度計の値の時間変化を記録したところ、図 1 の I に示すように、急激な温度下降の後、くぼんだ部分を経て温度が一定になる冷却曲線が得られた。温度は 0.00°C で一定になった。

次に同様の実験を、20.0 g の蒸留水に 2.50 g の化合物 X を溶かして行くと、図 1 の II の冷却曲線が得られた。くぼんだ部分の後の直線部分を破線で示すように延長し、くぼんだ部分の前の急激な温度下降部分との交点の温度を凝固点とした。その温度は -1.50°C であった。

一般に、溶液の凝固点 T_1 [K] は純粋な溶媒の凝固点 T_0 [K] よりも低くなる。これは溶媒の凝固が溶質によって妨げられるためである。低濃度の溶液では、 $(T_0 - T_1)$ は溶液の に比例し、その比例定数は と呼ばれる。 は溶質の種類によらず溶媒にのみ依存し、水の場合は $1.85 \text{ K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ である。

- (1) 空欄 , にあてはまる語句を答えよ。
- (2) 下線部①に関連して、凝固点以下に冷却しても水が氷になっていない状態のことを何というか。
- (3) 氷の生成が図中 a ~ f のどの時点で始まるか答えよ。
- (4) 下線部②に関連して、この部分で温度が一定にならず徐々に下がり続ける理由を 40 字以内で記せ。
- (5) 化合物 X の分子量を有効数字 3 桁で求めよ。ただし、X は水に完全に溶解し、溶液中で電離も会合もしないものとする。計算の過程も記すこと。
- (6) 蒸留水の代わりに少量の不純物を含む水を溶媒として用い、 T_1 と T_0 が不純物の影響によりどちらも一定値 ΔT [K] だけ低くなったとする。ここで不純物は溶質と反応しないものとする。分子量の正しい値を得るにはどのように実験すればよいか。理由とともに 60 字以内で記せ。
- (7) 20.0 g の蒸留水に 0.585 g の塩化ナトリウムを溶かした溶液の凝固点を有効数字 3 桁で求めよ。計算の過程も記すこと。

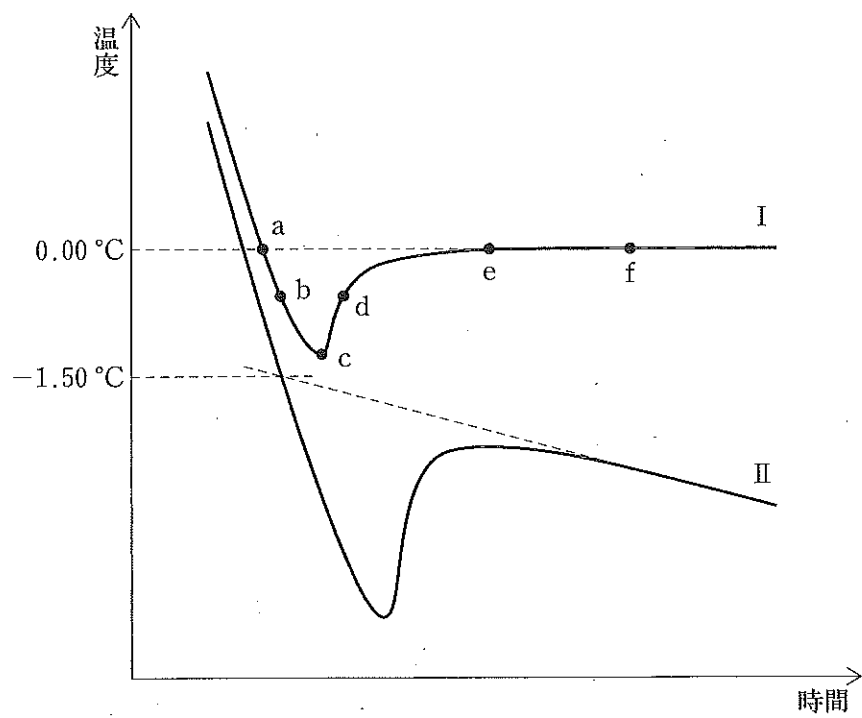


图1 冷却曲线

2 次の文章を読み、設問(1)~(6)に答えよ。

ビーカー中のシュウ酸二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 3.024 g に少量の純水を加えて完全に溶解させた。この水溶液をこぼさないように 50 mL のメスフラスコに移し、ビーカーに付着したシュウ酸水溶液も少量の純水ですすぎ入れた後、メスフラスコの標線まで純水を加え、栓をして振り混ぜシュウ酸標準溶液を調製した。シュウ酸標準溶液 25.0 mL をホールピペットでコニカルビーカーに量りとり、ビュレットから水酸化ナトリウム水溶液を滴下して中和滴定を行い、中和点に達したところで滴定を終了した。中和に必要な水酸化ナトリウム水溶液は 3.75 mL であった。このようにして濃度を決定した水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定を行って食酢中の酢酸濃度を求めることにした。10.0 mL の食酢試料を過不足なく中和するために、水酸化ナトリウム水溶液が 1.25 mL 必要であった。

- (1) シュウ酸と水酸化ナトリウムの反応を化学反応式で示せ。
- (2) 上記の中和滴定における水酸化ナトリウム水溶液の濃度を、計算過程を示して有効数字 3 桁で求めよ。
- (3) 食酢試料中に含まれる酸は全て酢酸とする。食酢中の酢酸濃度を、計算過程を示して有効数字 3 桁で求めよ。
- (4) 下線部の操作に用いるコニカルビーカー、ホールピペットとビュレットは、洗ったばかりで純水でぬれていたため、以下のように処理して直ちに滴定に用いた。適切な処理を次の a) ~ e) から選べ。
 - a) 全ての器具をそのまま用いる。
 - b) コニカルビーカーはそのまま、ホールピペットとビュレットは加熱乾燥してから用いる。
 - c) コニカルビーカーは加熱乾燥し、ホールピペットとビュレットはそのまま用いる。
 - d) コニカルビーカーはそのまま、ホールピペットをシュウ酸標準溶液で、ビュレットを水酸化ナトリウム水溶液で、それぞれ十分にすすいでから用いる。
 - e) コニカルビーカーは加熱乾燥し、ホールピペットを水酸化ナトリウム水溶液で、ビュレットをシュウ酸標準溶液で、それぞれ十分にすすいでから用いる。
- (5) 食酢の滴定で中和点に達したことを確認するために用いる指示薬の名称と中和点に達したときの色の変化を答えよ。
- (6) 食酢の滴定で水酸化ナトリウム水溶液を 1.00 mL 加えたときの滴定溶液中の水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ を、計算過程を示して有効数字 3 桁で求めよ。ただし、酢酸の電離度 α は 1 に比べて著しく小さく、 $1 - \alpha \approx 1$ とみなせ。滴定を行った 25°C における酢酸の電離定数 K_a は、

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 2.69 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

である。また、滴定溶液中の酢酸ナトリウムは全て電離しており、微量に存在する指示薬などの物質の影響はないものとする。

(下書き用紙)

3 次の文章を読み、設問(1)～(6)に答えよ。

典型元素は周期表の1族・2族および12～18族に属する元素で、原子番号の増加とともに最外殻電子の数が規則的に変化する。一方、遷移元素は3～11族に属する元素で、原子番号が増加しても内側の電子殻に電子が配置されていくため、最外殻電子の数は 個または 個である。遷移元素は同じ元素でも複数の酸化数をとることが多く、イオンや化合物は有色のものが多い。鉄₂₆Feと銅₂₉Cuはどちらも第 周期の遷移元素で、鉄は 族に、銅は 族に属する。

鉄を湿った空気中に放置すると を含む赤さびを生じ、内部までさびが進行する。一方、鉄を強熱すると を生じ、これは黒さびと呼ばれ鉄の表面を覆うことで内部を保護する。銅は乾いた空気中ではさびにくい、湿った空気中では徐々に 緑色のさびを生じる。銅を空気中で加熱すると、はじめに黒色の が生成し、1000℃以上では赤色の が生成する。

銅は塩酸や希硫酸には溶けないが、酸化力のある酸には反応して溶ける。

- (1) 空欄 ～ にあてはまる数値を答えよ。また、空欄 ～ にあてはまる酸化物を化学式で答えよ。
- (2) 下線部①は何と呼ばれるか答えよ。
- (3) 下線部②に関し、熱濃硫酸は強い酸化力をもち、二酸化硫黄を発生して銅を溶かす。銅を熱濃硫酸に溶かす反応を化学反応式で示せ。
- (4) 天然の銅には、⁶³Cu(相対質量62.9)と⁶⁵Cu(相対質量64.9)の2つの同位体がある。⁶³Cu原子の存在比は何%か求めよ。答えは整数で示し、計算過程も記すこと。
- (5) 硫酸銅(II)水溶液を3本の試験管A～Cにとり、それぞれに少量のアンモニア水を加えたところ、沈殿Xを生じた。次に、試験管Aには過剰量の水酸化ナトリウム水溶液を、試験管Bには過剰量のアンモニア水を加えた。また、試験管Cは何も加えず穏やかに加熱した。以下のa)～c)に答えよ。
 - a) 沈殿Xの化学式と色を答えよ。
 - b) 試験管A～Cのうち、沈殿Xが溶解するものを1つ選び記号で答えよ。また、このときの反応を化学反応式で示せ。
 - c) 試験管A～Cのうち、沈殿Xが反応して別の沈殿物に変化するものを1つ選び記号で答えよ。また、このときの反応を化学反応式で示せ。
- (6) 硫酸銅(II)水溶液に表面を磨いた鉄片を浸した。以下のa)およびb)に答えよ。
 - a) このとき起こる反応をイオン化傾向にもとづいて40字以内で説明せよ。
 - b) この反応における酸化反応と還元反応のそれぞれを、電子e⁻を用いたイオン反応式で示せ。

(下書き用紙)

4 図1は石油や天然ガスを原料として様々な化合物を合成する経路である。以下の設問(1)~(3)に答えよ。化合物の構造式は例にならって解答せよ。

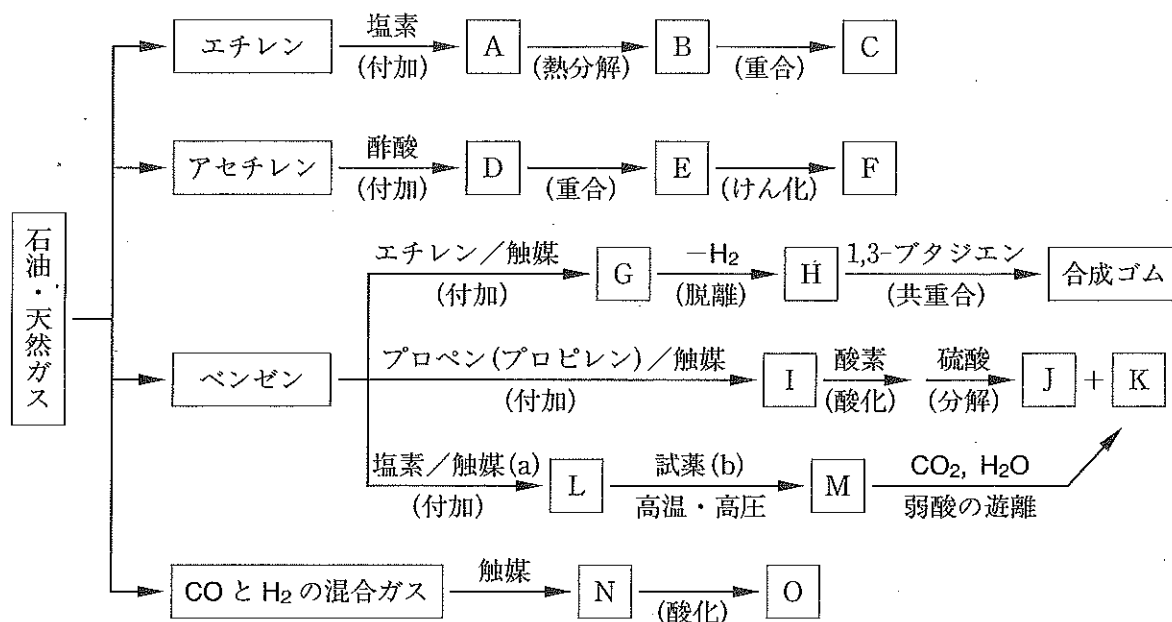
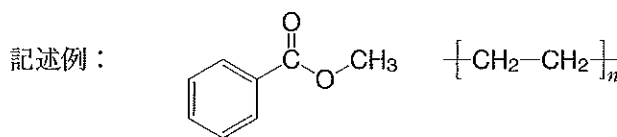


図1

(1) 以下の①~⑥の条件のもと、化合物A~Oの構造式および使用する触媒(a)と試薬(b)の名称または化学式を答えよ。

- ① EはDのポリマーである。
- ② Fは水溶性のポリマーである。
- ③ Gは、分子式 C_8H_{10} を持つ芳香族炭化水素である。
- ④ GからHへの反応は、水素が脱離する反応である。
- ⑤ JとKは同時に生成する。Jはよく使用される有機溶媒で、Kは合成樹脂や医薬品などの原料として用いられる。
- ⑥ Nは有毒な液体であり、かつては木材の乾留で得られていた。Oは刺激臭のある無色の気体で、水によく溶け、銀鏡反応を示す。

(2) Oをさらに酸化すると還元性のある液体が得られる。この化合物の名称を答えよ。

(3) KとOが付加縮合して得られる合成樹脂の名称を答えよ。また、酸触媒あるいは塩基触媒を用いた反応で生成する重合度の低い中間生成物の名称をそれぞれ答えよ。

(下書き用紙)