

平成 27 年度入学者選抜学力検査問題(前期日程)

理 科

化学基礎・化学

(注 意)

1. 問題冊子は指示があるまで開かないこと。
2. 問題冊子は 7 ページ，解答用紙は 5 枚である。
指示があってから確認すること。
3. 解答はすべて解答用紙の指定のところに記入すること。
4. 計算その他を試みる場合は，解答用紙の裏または問題冊子の余白を利用してもよい。
5. 解答用紙は持ち帰ってはならないが，問題冊子は必ず持ち帰ること。

〔注意〕 必要があれば次の値を用いよ。

原子量 H = 1.01, C = 12.0, O = 16.0, Cu = 63.5, Zn = 65.4

〔I〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

周期表 14 族の非金属元素には炭素と **ア** がある。これらの原子は、価電子を 4 個もち、**イ** 結合により原子価が 4 価の化合物をつくる。炭素の単体には、ダイヤモンド、黒鉛(グラファイト)、**ウ** などがある。このように、同じ 1 種類の元素でできているのに、性質の異なる単体を互いに同素体という。

① 炭素の酸化物である二酸化炭素は、水に少し溶けて、炭酸水となり **エ** を示す。炭酸塩である炭酸ナトリウムの水溶液は、塩基性を示す。この炭酸ナトリウム水溶液は、^②塩酸と 2 段階の中和反応を起こす。中和反応後の溶液を加熱して蒸発乾固させると^③ **オ** が結晶として析出する。

問 1 文中の **ア** ~ **オ** に当てはまる最適な語句を以下の語群から選んで書け。

語 群：

水素、窒素、ケイ素、酸素、イオン、分子、非金属、共有、半導体、ドライアイス、シリカゲル、フラーレン、弱酸性、強酸性、弱塩基性、強塩基性、中性、水酸化ナトリウム、塩化ナトリウム、ナトリウム、炭酸ナトリウム

問 2 下線部①について、同素体とその性質を説明している文として、誤っているものを、次の 1)～6)のなかから二つ選び、記号 1)～6)で答えよ。

- 1) 電気伝導性は、ダイヤモンドにはないが黒鉛にはある。
- 2) 密度は、ダイヤモンドのほうが黒鉛より高い。
- 3) 気体の酸素は無色であり、気体のオゾンは淡青色である。
- 4) 空気中で赤リンは黄リンと比べて、より低い温度で自然発火しやすい。
- 5) 斜方硫黄は塊状であり、単斜硫黄は針状である。
- 6) 斜方硫黄の分子式は S_8 であり、単斜硫黄の分子式は S_4 である。

問 3 下線部②について、水酸化物イオン(OH^-)がともに生成する 2 段階の加水分解の反応式を記せ。ただし 1 段階目の式では、炭酸イオン(CO_3^{2-})を使え。

問 4 下線部③について、2 段階それぞれの中和点を知るために用いる指示薬の組み合わせとして最適なものを、次の 1)～4)のなかから一つ選び、記号 1)～4)で答えよ。

- 1) 1 段階目ではフェノールフタレイン、2 段階目ではメチルオレンジを用いる。
- 2) 1 段階目ではメチルオレンジ、2 段階目ではメチルレッドを用いる。
- 3) 1 段階目ではメチルレッド、2 段階目ではプロモチモールブルーを用いる。
- 4) 1 段階目ではプロモチモールブルー、2 段階目ではフェノールフタレインを用いる。

〔Ⅱ〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

酸化還元反応にともなって放出されるエネルギーを **ア** として取り出す装置を電池という。Zn 電極を浸した ZnSO_4 水溶液と、Cu 電極を浸した CuSO_4 水溶液を素焼き板で仕切り、電極間を導線で結ぶと電流が流れることを 1836 年にイギリスの化学者が発見した。この電池を **イ** 電池という。この電池では、Zn と Cu のうちイオン化傾向が **ウ** Zn が酸化されて Zn^{2+} となって溶出し、残った **エ** が Zn 電極を **オ** 帯電させる。Cu のイオン化傾向は Zn より **カ** ので、**エ** は導線を通して Cu 電極に移動して水溶液中の Cu^{2+} を還元し、Cu が電極上に析出する。この電池では、約 1.1 V の起電力が得られる。もし、Zn 電極を Ni 電極に、 ZnSO_4 水溶液を NiSO_4 水溶液にそれぞれ置き換えた場合には、1.1 V よりも **キ** 起電力が得られる。

問 1 文中の **ア** ~ **キ** に当てはまる最適な語句を以下の語群から選んで書け。

語 群：

熱エネルギー、電気エネルギー、運動エネルギー、光エネルギー、
ダニエル、ボルタ、大きい、小さい、電子、陽イオン、陰イオン、
正に、負に

問 2 下線部①の電池の両電極間を導線でつなぎ放置したところ、一方の電極の質量が 98.1 mg 減少した。流れた電気量を途中の計算過程とともに有効数字 3 桁で記せ。ただし、ファラデー定数は 96500 C/mol として計算せよ。

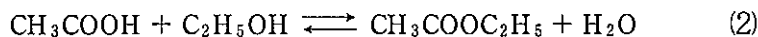
〔Ⅲ〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

水中における酢酸 CH_3COOH の電離平衡は反応式(1)で表される。



25℃で酢酸 0.10 mol と酢酸ナトリウム CH_3COONa 0.27 mol を水に溶かし、500 mL の体積を持つ緩衝液をつくった。この緩衝液内では酢酸は全く電離せず、酢酸ナトリウムは完全に電離するものと見なすと、 CH_3COOH の濃度は mol/L である。一方、 CH_3COO^- の濃度は mol/L である。25℃では(1)の平衡定数が 2.7×10^{-5} mol/L であることから、 H^+ の濃度は mol/L である。したがってこの緩衝液の pH は である。

酢酸とエタノール $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ から、酢酸エチル $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ と水 H_2O ができる反応(2)の 25℃における平衡定数は 4.0 である。



25℃で酢酸 3.0 mol とエタノール 3.0 mol に少量の触媒を加え、平衡に達するまで反応させると、酢酸は一部が消費されて mol 残り、酢酸エチルが mol 生成する。

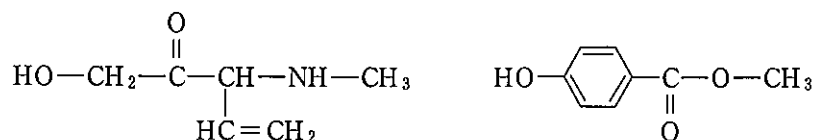
問 1 と に当てはまる数値を有効数字 2 桁で答えよ。

問 2 に当てはまる数値を、途中の計算過程とともに有効数字 2 桁で答えよ。

問 3 に当てはまる数値を有効数字 1 桁で答えよ。

問 4 と に当てはまる数値を、途中の計算過程とともに有効数字 2 桁で答えよ。

〔Ⅳ〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。ただし、構造式は下の例にならって解答せよ。



炭化水素の水素原子を 基で置換した化合物をアルコールと総称し、 基の結合している炭素原子に、他の炭素原子(アルキル基)が何個結合しているかにより、第一級アルコール、第二級アルコール、第三級アルコールに分類される。アルコールを適当な酸化剤で酸化すると、第一級アルコールは に、第二級アルコールは になる。ガラス容器中でアンモニア性硝酸銀溶液に を加え加温すると銀鏡を生じる。これは が をもつためである。また をさらに酸化すると になる。第三級アルコールは酸化されにくい。

問 1 文中の ~ に当てはまる最適な語句を以下の語群から選んで書け。

語 群：

メチル、ヒドロキシ、カルボキシル、アルデヒド、エーテル、
エステル、ケトン、カルボン酸、酸化性、還元性、塩基性、
酸性

問 2 分子式 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ で示される第一級アルコールおよび第二級アルコールの名称とその構造式を記せ。またこれらを酸化した時にそれぞれ分子量 58.1 の物質が生成する。これらの反応式をそれぞれ記せ。ただし、酸化剤を(O)で表せ。

問 3 分子式 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ で示される第三級アルコールの名称とその構造式を記せ。

〔V〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

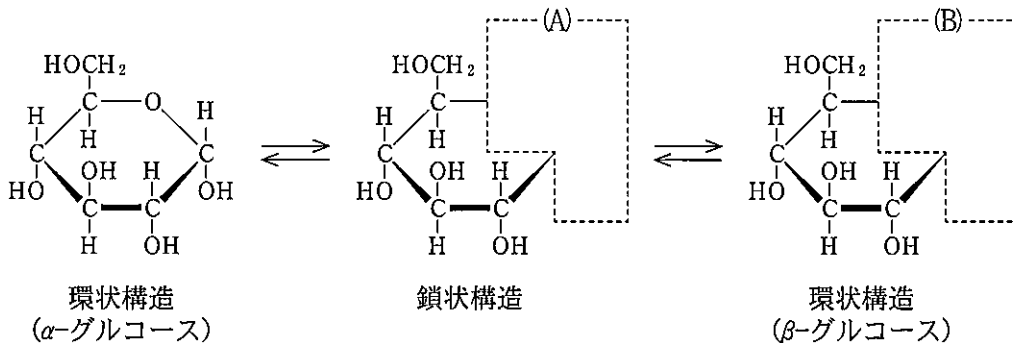
グルコースが縮合した多糖類には、デンプン、ア、イ などがある。ア は、動物の肝臓や筋肉に多く含まれ、分枝が著しく多く、ヨウ素デンプン反応を示す。イ は、植物の細胞壁の主成分であり、直鎖状に縮合した構造をもち、ヨウ素デンプン反応を示さない。またイ に濃硝酸と濃硫酸の混合物を反応させると、硝酸エステルであるウ を生じる。

デンプンは、植物の種子や地下茎などに貯蔵される。デンプンを希酸または酵素で加水分解すると、デキストリンを経てグルコースが生じる。^① グルコースの水溶液中では、2種類の環状構造の分子と1種類の鎖状構造の分子が共存し、3種類の異性体が平衡状態にある。グルコースの水溶液は還元性を示し、フェーリング液を還元して赤色の沈殿を生じさせる。グルコースは、酵母菌に含まれる酵素群によりアルコール発酵され、エタノールと二酸化炭素に変換される。^②^③^④

問 1 文中のア ~ ウ に当てはまる化合物名を記せ。

問 2 下線部①について、デンプン 50 g を完全に加水分解したとき、何 mol のグルコースが生じるかを、有効数字 2 桁で答えよ。また、途中の計算過程も記せ。

問 3 下線部②について、下図の点線で囲んだ(A)および(B)の部分を解答用紙に記し、水溶液中のグルコース異性体の平衡状態に関する図を完成させよ。



問 4 下線部③の沈殿の組成式を記せ。

問 5 下線部④の反応により、56 g のグルコースからエタノールを製造した。
グルコースの 90 % が下線部④の反応により変換されたときに、何 g のエタノールが生じるかを、有効数字 2 桁で答えよ。また、途中の計算過程も記せ。

補足説明

14時50分開始

科目名 化学基礎・化学

補足説明

P3 問題 [D] 問 1 に、次の文章を追加する。

「なお、語群の語句は何回選んでもよい。」

問題訂正

14時50分開始

科目名 化学基礎・化学

問題訂正

問題 P. 5 [IV] 問2の文章中、次のとおり訂正する。

正) これらの反応式をそれぞれ 構造式 を用いて記せ。

誤) これらの反応式をそれぞれ記せ。