

平成 28 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 10 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, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0,

Cl = 35.5, I = 127

気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$

数値を答える際には、必要に応じて、正しい単位を付けて記せ。

〔 I 〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

乾燥した試験管に炭酸水素ナトリウムを入れて加熱すると、ある物質 X と二酸化炭素と水が生成する。また、炭酸水素ナトリウムや物質 X に塩酸を加えると、二酸化炭素が発生し、塩化ナトリウムと水が生成する。

乾燥した試験管に炭酸水素ナトリウムと物質 X との混合物 4.18 g を入れ、加熱した。加熱後には、試験管内の物質は全て物質 X となっていた。加熱後の試験管の質量を測定したところ、0.930 g だけ軽くなっていた。加熱後の物質を 27℃ まで冷却し、塩酸を加えたところ、二酸化炭素が発生し、塩化ナトリウムと水が生成した。ここで、冷却中における物質の出入りは無視することとする。また、反応に関わる気体はすべて理想気体とみなすこととする。

問 1 物質 X の物質名を記せ。

問 2 下線部①と下線部②の反応を、化学反応式で記せ。

問 3 下線部③に示す混合物中の炭酸水素ナトリウムの質量の割合(%)を、途中の計算過程とともに有効数字 3 桁で記せ。

問 4 加熱後の物質に十分な量の塩酸を加えた後、27℃、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ において発生した二酸化炭素の体積(mL)を、途中の計算過程とともに有効数字 3 桁で記せ。

問 5 加熱後の物質に十分な量の塩酸を加えた後、生成した塩化ナトリウムの質量(g)を、途中の計算過程とともに有効数字3桁で記せ。

〔Ⅱ〕 以下の問いに答えよ。

問 1 酸化還元反応に関する次の記述の中で正しいものを全て選び、記号 1)～6)で答えよ。

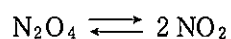
- 1) 金属イオンが金属の単体になるのは酸化である。
- 2) 過酸化水素や二酸化硫黄は相手によって酸化剤としても還元剤としてもはたらく。
- 3) 酸化剤とは自身が酸化される物質のことである。
- 4) 次亜塩素酸ナトリウムにおける塩素の酸化数は +1 である。
- 5) 酸化還元反応により発生する化学エネルギーを電気エネルギーに変える装置を物理電池という。
- 6) 物質が電子を失うことを還元という。

問 2 $aA + bB \rightarrow cC$ (a, b, c は係数) で表される化学反応がある。A と B の濃度を変えて反応を進行させたところ、反応初期における C の生成速度 v は下表の通りであった。

実験	[A] (mol/L)	[B] (mol/L)	v (mol(L·s))
I	0.20	1.20	3.2×10^{-2}
II	0.20	0.60	8.0×10^{-3}
III	0.40	0.60	1.6×10^{-2}

- (1) この時の反応速度式は $v = k[A]^{(\alpha)}[B]^{(\beta)}$ で表される。 (α) 、 (β) に当てはまる数値を記せ。
- (2) 反応速度定数 k を有効数字 2 桁で記せ。

問 3 体積 10 L の容器に四酸化二窒素 N_2O_4 0.50 mol を封入して 67°C に保ったところ、四酸化二窒素の分解反応が進行して次のような平衡状態に達した。この時の混合気体の全圧は $2.33 \times 10^5 \text{ Pa}$ であった。



濃度平衡定数 K_c および圧平衡定数 K_p を、それぞれ途中の計算過程とともに有効数字 2 桁で記せ。ただし、四酸化二窒素および二酸化窒素 NO_2 は全て気体状態にあり、理想気体とみなすこととする。

問 4 25°C における 0.10 mol/L のアンモニア水の pH を、途中の計算過程とともに小数第一位まで記せ。ただし、電離度は 0.013 、 $\log_{10} 7 = 0.85$ 、 $\log_{10} 11 = 1.04$ とする。

〔Ⅲ〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

記号 a～f は 6 種類の元素記号を表すものとする。a～f の原子の電子配置は下表に示すとおりである。また、例えば 1 個の b 原子と 1 個の水素原子が結合した分子は Hb、二原子分子である b の単体は b_2 、というように、分子式や組成式も a～f の記号を用いて表すものとする。

最外殻に 7 個の電子を持つ原子は電子を受け取ると安定となる。したがって b、e、f の単体は酸化力を持つが、酸化力の強さは元素によって異なっている。^①一方、一般に最外殻に 1～3 個の電子を持つ原子は電子を失うと安定となるため、a、c、d の単体は常温で水と反応する。^②

元素	K 殻	L 殻	M 殻	N 殻	O 殻
a	2	8	1	0	0
b	2	8	7	0	0
c	2	8	8	1	0
d	2	8	8	2	0
e	2	8	18	7	0
f	2	8	18	18	7

問 1 下線部①の説明文として最適なものを次のア)～ウ)のなかから一つ選び、記号ア)～ウ)で答えよ。

ア) 水溶液中で $2cb + f_2 \rightarrow 2cf + b_2$ は進行するが、 $2cf + b_2 \rightarrow 2cb + f_2$ は進行しない。

イ) 水溶液中で $2cf + b_2 \rightarrow 2cb + f_2$ は進行するが、 $2cb + f_2 \rightarrow 2cf + b_2$ は進行しない。

ウ) 水溶液中で $2cb + e_2 \rightarrow 2ce + b_2$ は進行するが、 $2cf + e_2 \rightarrow 2ce + f_2$ は進行しない。

問 2 b と水素からなる化合物 Hb の薄い水溶液に次の(1)~(6)の物質を加えたときに生成する気体の物質名を記せ。気体を生成しないときには「なし」と記せ。

- (1) c の炭酸塩 (2) 銅 (3) 亜鉛
(4) 硝酸銀 (5) 硝酸銅 (6) 水酸化アルミニウム

問 3 次のア)~エ)のうち、いずれか一つのイオンを含む酸性の薄い水溶液に、b と水素からなる化合物 Hb を加えたところ沈殿が生じた。含まれていたイオンはどれか。最適なものを次のア)~エ)のなかから一つ選び、記号ア)~エ)で答えよ。

- ア) Al^{3+} イ) Cu^{2+} ウ) Zn^{2+} エ) Ag^+

問 4 化合物 cb と濃硫酸を混合して加熱すると b と水素からなる気体 Hb が生成した。これは硫酸のどの性質によって起きたか。最適なものを次のア)~オ)のなかから一つ選び、記号ア)~オ)で答えよ。

- ア) 酸性 イ) 脱水作用 ウ) 酸化作用
エ) 不揮発性 オ) 吸湿性

問 5 a, c, d それぞれ 1.2 mol に多量の水を加えたとき、下線部②の反応によって発生する気体の物質量を、有効数字 2 桁で記せ。

問 6 a, c, d の炭酸塩のうち最も水に溶けにくいものを一つ選び、a, c, d の記号で答えよ。

〔IV〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

右図はカニやエビなどの甲羅を形成しているキチンおよび単糖の構造式である。キチンは*N*-アセチルグルコサミンが **A** 結合でつながった繰り返し構造を有する多糖である。繰り返し単位となるβ-グルコサミンのアミノ基は、そのほとんどがアセチル化をうけて **B** 結合を形成しているが、キチンにはβ-グルコサミンのままとなっている部分もある。β-グルコサミンに限らず、6つの炭素からなる単糖(ヘキソース)では6位(C6)を除き、1~5位(C1~C5)がいずれも **C** 炭素である。なお、キチンの **B** 結合を加水分解して、全てがアミノ基となった多糖をキトサンと呼び、その性質はキチンとは大きく異なる。

問 1 **A** および **B** に当てはまる結合の名称を記せ。

問 2 **C** に当てはまる語句を記せ。

問 3 β-グルコサミンのアミノ基をヒドロキシ基に置き換えた単糖の名称を記せ。

問 4 キトサンならびにセルロースの構造式を右図に示すキチンの構造式にならってそれぞれ記せ。

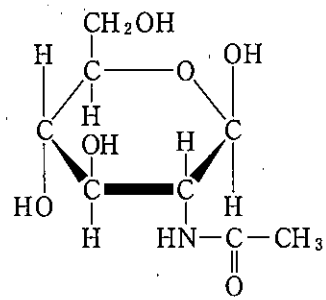
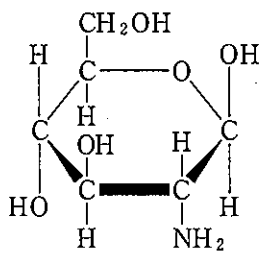
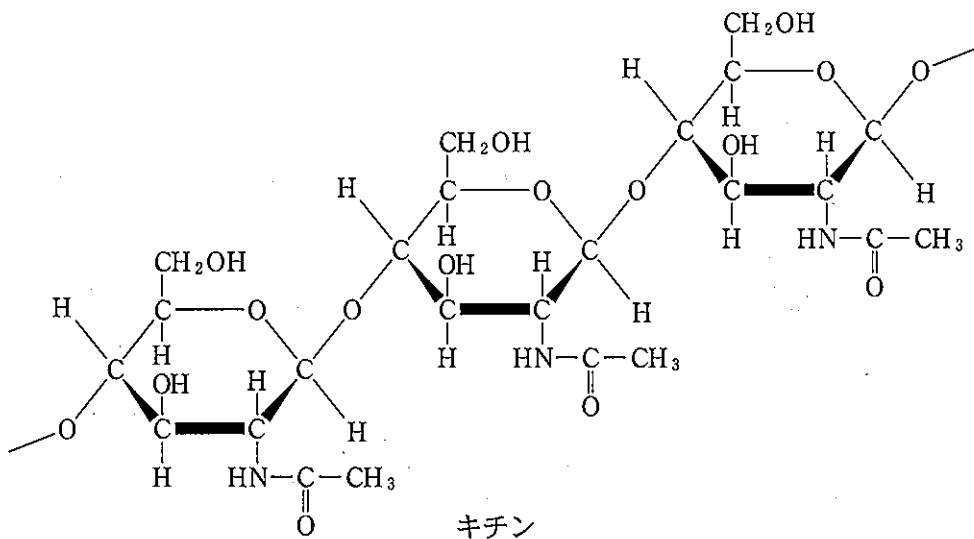
問 5 **A** 結合を損なうことなく、キチンをキトサンへと変換する方法として最も適切なものを、次のア)~エ)のなかから一つ選び、記号ア)~エ)で答えよ。

ア) 濃硫酸を加え、かき混ぜながら加熱する。

イ) 水酸化ナトリウム水溶液を加え、かき混ぜながら加熱する。

ウ) セルラーゼを加え、室温にてかき混ぜる。

エ) アミラーゼを加え、室温にてかき混ぜる。



〔V〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

水に溶けにくい有機物質である脂質には、脂肪酸のグリセリンエステルである **ア** と、脂肪酸・グリセリン以外にリン酸や糖・アミンなどを含む **イ** がある。**ア** は油脂ともよばれ、天然の油脂を構成する脂肪酸には、分子量が大きい **ウ** が多い。不飽和脂肪酸を構成脂肪酸にもつ油脂は、常温でも液体であることが多く、これに水素を付加し、常温で固体の油脂に変化させたものを **エ** とよび、マーガリンなどの原料に使われる。また、油脂に水酸化ナトリウムを加えて加熱するとグリセリンと脂肪酸のナトリウム塩が生成する。脂肪酸のナトリウム塩の水溶液は **オ** 性を示し、**カ** と **キ** を適当なバランスで持ち合わせるため、界面活性剤としてはたらく。

一方で **イ** の一つであるリン脂質は、細胞膜の構成成分として重要である。細胞膜ではリン脂質が **カ** を外側に、**キ** を内側にして二重構造の膜を作っている。膜の中には **ク** が入り込み、輸送や酵素としての作用、細胞どうしの認識など、様々な役割をはたしている。

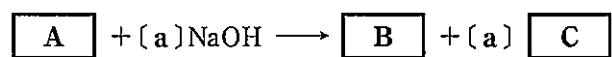
問 1 文中の **ア** ~ **ク** に当てはまる最適な語句を以下の語群から選んで書け。

語 群：

カルボキシ基，ヒドロキシ基，疎水基，親水基，多糖，
タンパク質，無機質，核酸，単純脂質，複合脂質，中性脂質，
低級脂肪酸，高級脂肪酸，脂肪油，硬化油，乾性油，強酸，
弱酸，弱塩基，強塩基

問 2 下線部①について、構成脂肪酸がリノール酸 ($C_{17}H_{31}-COOH$) のみからなる油脂の分子量とヨウ素価 (油脂 100 g に付加するヨウ素の質量 [g]) を、途中の計算過程とともに、有効数字 3 桁で記せ。

問 3 下線部②の油脂の構成脂肪酸が、ステアリン酸(C₁₇H₃₅-COOH)のみであるとき、次の空欄 **A** ~ **C** に当てはまる化学式と〔a〕に適切な数字を記入し、下線部②の変化を示す化学反応式を完成させよ。



問題訂正

14時50分開始 科目名 化学基礎・化学

問題訂正

化学基礎・化学

問題 (IV)

7ページ問題文中 及び 8ページ図中

「*N*-アセチルグルコサミン」を

「 β -*N*-アセチルグルコサミン」に訂正する。