

化 学

(問 題)

2014年度

〈2014 H26081119〉

注 意 事 項

1. 試験開始の指示があるまで、問題冊子および解答用紙には手を触れないこと。
2. 問題は2～8ページに記載されている。試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚損等に気付いた場合は、手を挙げて監督員に知らせること。
3. 解答はすべて、HBの黒鉛筆またはHBのシャープペンシルで記入すること。
4. マーク解答用紙記入上の注意
 - (1) 印刷されている受験番号が、自分の受験番号と一致していることを確認したうえで、氏名欄に氏名を記入すること。
 - (2) マーク欄にははっきりとマークすること。また、訂正する場合は、消しゴムで丁寧に、消し残しがないようによく消すこと。

マークする時	☒ 良い	☐ 悪い	☐ 悪い
マークを消す時	☐ 良い	☐ 悪い	☐ 悪い

5. 解答はすべて所定の解答欄に記入すること。所定欄以外に何かを記入した解答用紙は採点の対象外となる場合がある。
6. 試験終了の指示が出たら、すぐに解答をやめ、筆記用具を置き解答用紙を裏返しにすること。
7. いかなる場合でも、解答用紙は必ず提出すること。

[注意] 必要ならば以下の数値を用いなさい。

H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, P = 31.0, S = 32.1, Cl = 35.5, K = 39.1

気体定数 = $8.21 \times 10^{-2} \text{ L} \cdot \text{atm}/(\text{K} \cdot \text{mol}) = 8.31 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol}) = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

ファラデー定数 = $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$, アボガドロ定数 = $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

1 次の問1～問3に答えなさい。

問1 ブドウ糖（グルコース）の 36.0 g は何 mol か。最も適切なものを次の①～⑫から一つ選びなさい。

- | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ① 0.01 | ② 0.02 | ③ 0.04 | ④ 0.06 | ⑤ 0.08 | ⑥ 0.10 |
| ⑦ 0.20 | ⑧ 0.40 | ⑨ 0.60 | ⑩ 0.80 | ⑪ 1.00 | ⑫ 2.00 |

問2 電子配置が、K 殻に 2 個、L 殻に 8 個、M 殻に 5 個の原子がある。この原子の元素名を次の①～⑯から一つ選びなさい。

- | | | | |
|--------|--------|----------|---------|
| ① カリウム | ② 水素 | ③ 塩素 | ④ ベリリウム |
| ⑤ リン | ⑥ 炭素 | ⑦ ケイ素 | ⑧ 酸素 |
| ⑨ 硫黄 | ⑩ フッ素 | ⑪ マグネシウム | ⑫ 窒素 |
| ⑬ ヘリウム | ⑭ リチウム | ⑮ アルゴン | ⑯ ナトリウム |

問3 次の①～⑧のうち第一イオン化エネルギーが最も大きい原子を一つ、次の⑨～⑯のうち電子親和力が最も大きい原子を一つ、それぞれ選びなさい。

- | | | | |
|------|------|------|------|
| ① He | ② Ne | ③ Ar | ④ Kr |
| ⑤ Xe | ⑥ H | ⑦ F | ⑧ O |
| ⑨ N | ⑩ Cl | ⑪ P | ⑫ Na |
| ⑬ C | ⑭ S | ⑮ B | ⑯ Li |

2

次の問4～問6の文中、(A)、(B)に最も適しているものを、A群の①～④から一つ、B群の⑤～⑧から一つ、それぞれ選びなさい。

問4 Ag^+ , Al^{3+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} , Pb^{2+} を全て含む水溶液に希 HCl を加えたところ、白色沈殿を生じた。この沈殿をろ過し、ろ液に H_2S を通じたところ (A) を含む黒色の沈殿を生じた。さらに黒色沈殿をろ過し、ろ液に HNO_3 を加えさらに加熱して H_2S を逃した。この溶液に、 NH_3 水を過剰に加えたところ、沈殿を生じた。この沈殿をろ過し、(B) を含むろ液を得た。

A 群：① Ag ② Cu ③ Fe ④ Pb
 B 群：⑤ Ag^+ ⑥ Al^{3+} ⑦ Zn^{2+} ⑧ Fe^{3+}

問5 酢酸を水に溶かすと電離して、水素イオンと酢酸イオンを生じる。酢酸の電離定数 K_a は、 $2.8 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ である。 0.070 mol/L の酢酸水溶液の電離度は、(A) である。また、この水溶液の pH は、およそ (B) である。ただし、必要ならば以下の数値を用いなさい。 $\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$, $\log_{10} 7 = 0.85$

A 群：① 1.4×10^{-3} ② 6.3×10^{-3} ③ 2.0×10^{-2} ④ 7.6×10^{-2}
 B 群：⑤ 1.7 ⑥ 2.9 ⑦ 4.0 ⑧ 5.2

問6 分子量と一つの分子の大きさ（断面積）が分かっていると、質量が既知の単分子膜（分子が密集して1層に並んだ膜）の面積の測定から、(A) を求めることができる。逆に、(A) が分かっていると、単分子膜の面積の測定から一つの分子の断面積を求めることができる。

分子量 284 の物質 0.030 g をシクロヘキサンに溶かし 100 mL の溶液を作り、その溶液 0.164 mL を水面に滴下したところ、面積 230 cm^2 の単分子膜ができた。この分子の断面積は、およそ (B) cm^2 である。

A 群：① ファラデー定数 ② 平衡定数 ③ 気体定数 ④ アボガドロ定数
 B 群：⑤ 5.9×10^{-21} ⑥ 2.3×10^{-19} ⑦ 3.6×10^{-18} ⑧ 2.2×10^{-15}

3

問7 透析膜に関する説明で最も不適切なものはどれか。次の①～⑥から一つ選びなさい。

- ① 透析膜が薄ければ薄いほど拡散が起こりやすい。
- ② 透析膜には非常に小さな孔があいていて、それらの細孔の断面積の合計が大きければ大きいほど拡散が起こりやすい。
- ③ 透析膜について、血液と透析液の接触する面積を大きくすればするほど拡散は起きやすい。
- ④ 透析膜の両側の圧力差が小さければ小さいほどろ過が起こりやすい。
- ⑤ 透析膜が薄くなればろ過のための圧力に耐えられず破れてしまうので、薄さには限界がある。
- ⑥ 透析膜の両側で圧力差があると、水溶液中の溶質のみならず、水も低圧側に移動する。

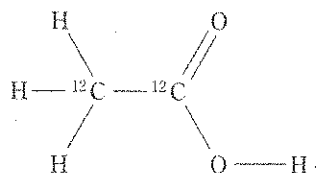
① ブドウ糖 ② 赤血球 ③ HCO_3^-
④ リノール酸 ⑤ Ca^{2+} ⑥ 尿素

- ① 溶液に溶けている粒子が多くなるほど浸透圧は高くなる。
- ② 水は浸透圧の高い溶液側から浸透圧の低い溶液側へ移動する。
- ③ 細胞膜は半透膜であり、通常、細胞内液と細胞外液の浸透圧は、ほぼ等しくなっている。
- ④ 浸透圧は絶対温度に比例する。
- ⑤ 血液を試験管にとり、蒸留水を加えていくと赤血球が溶血（赤血球の細胞膜が破れること）するが、これは浸透圧の差が原因である。

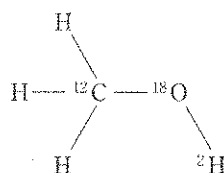
① 約 0.6 気圧 ② 約 0.8 気圧 ③ 約 2 気圧
④ 約 4 気圧 ⑤ 約 6 気圧 ⑥ 約 8 気圧

4 次の文章を読み、問11～問14に答えなさい。

カルボン酸A 60 mgに0.0200 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を混合したところ、ちょうど50.0 mLで中和した。また、カルボン酸AとアルコールBから合成したエステル1.58 gを完全にケン化するのに、水酸化ナトリウム0.800 gを要した。カルボン酸AとアルコールBの構造式を次の図に示す。元素記号の左上の数字は質量数を示している。例えば構造式中の ^{12}C と示されている炭素には、 ^{13}C 、 ^{14}C は含まれない。なお、水素の同位体は、質量数1と2のみを考え、酸素の同位体は質量数16、17と18を考えればよい。それぞれの同位体の相対質量は $^1\text{H} = 1.0$ 、 $^2\text{H} = 2.0$ 、 $^{12}\text{C} = 12.0$ 、 $^{16}\text{O} = 16.0$ 、 $^{17}\text{O} = 17.0$ 、 $^{18}\text{O} = 18.0$ とする。



カルボン酸Aの構造



アルコールBの構造

次に、アルコールBを試験管に少量とり、加熱した銅線を空気に触れさせ、熱いうちに試験管の中のアルコールBを入れた。銅線は単体の銅の色になった。

問11 実験に基づきカルボン酸Aの分子量を求め、最も適切なものを①～⑩から一つ選びなさい。

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| ① 55 | ② 56 | ③ 57 | ④ 58 | ⑤ 59 |
| ⑥ 60 | ⑦ 61 | ⑧ 62 | ⑨ 63 | ⑩ 64 |

問12 実験に基づきエステルの分子量を求め、最も適切なものを①～⑩から一つ選びなさい。

- | | | | | |
|------|------|-------|-------|-------|
| ① 73 | ② 74 | ③ 75 | ④ 76 | ⑤ 77 |
| ⑥ 78 | ⑦ 79 | ⑧ 150 | ⑨ 152 | ⑩ 158 |

問13 アルコールBの分子量として可能性のあるもので、最も適切なものを①～⑩から一つ選びなさい。

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| ① 32 | ② 35 | ③ 36 | ④ 37 | ⑤ 38 |
| ⑥ 40 | ⑦ 41 | ⑧ 43 | ⑨ 44 | ⑩ 46 |

問14 アルコールBをとった試験管に熱した銅線を入れたとき水が生じた。次の文章の（ア）、（イ）に最も適切なものを、アは①～④から一つ、イは⑤～⑫から一つ、それぞれ選びなさい。

生成した水に含まれる水素原子は、アルコールBのアルキル基から1つ、ヒドロキシ基から1つとれたものである。この水の分子量として可能性のあるのは（ア）種類で、このうち最も生成する量が多い分子の分子量は（イ）である。

- | | | | |
|------------|------|------|------|
| アの選択肢：① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 |
| イの選択肢：⑤ 18 | ⑥ 19 | ⑦ 20 | ⑧ 21 |
| ⑨ 22 | ⑩ 23 | ⑪ 24 | ⑫ 25 |

5

次の問15～問17に答えなさい。

問15 次の①～⑤は、ヒトの五大栄養素に関するものである。このうち、三大栄養素に関する記述として最も適当なものを①～⑤から三つ選びなさい。

- ① 生体に含まれる質量の割合が水に次いで多い。
- ② 水酸化カリウムなどの塩基によってグリセリンとカルボン酸塩に加水分解される。
- ③ 一般式 $C_m(H_2O)_n$ で表される化合物である。
- ④ 体液の水素イオン濃度や浸透圧を調節する。
- ⑤ 脂溶性と水溶性のものがああり、不足すると脚気など特有の欠乏症が現れる。

次の問16～問17の文中で、(A)、(B) に最も適しているものを、A群の①～⑤から一つ、B群の⑥～⑩から一つ、それぞれ選びなさい。

問16 1 mol の糖質 X が完全燃焼すると 6 mol の二酸化炭素と、6 mol の水が生成する。この時、糖質 X の分子式は (A) であり、(B) に分類される。

- A 群：① $C_5H_{10}O_5$ ② $C_6H_{10}O_6$ ③ $C_6H_{12}O_6$ ④ $C_8H_{12}O_8$ ⑤ $C_{11}H_{22}O_{11}$
 B 群：⑥ 単糖類 ⑦ 二糖類 ⑧ 多糖類 ⑨ 炭化水素 ⑩ デンプン

問17 上記の糖質 X 1.0 g を完全燃焼させ、発生した熱の全てを 15.0℃ の水 1.0 kg に与えたところ、水の温度が 18.8℃ になった。この時、1 mol あたりの糖質 X の燃焼熱はおおよそ (A) kJ である。ただし、水 1 g の温度を 1℃ 上げるのに必要な熱量、すなわち水の (B) を $4.2 \text{ J/(g} \cdot ^\circ\text{C)}$ とする。

- A 群：① 1800 ② 2900 ③ 3500 ④ 4700 ⑤ 5100
 B 群：⑥ 蒸発熱 ⑦ 溶解熱 ⑧ 反応熱 ⑨ 比熱 ⑩ 凝固熱

6 次の文を読み、問18～問20に答えなさい。

大気中の微量成分の量を表す概念に「体積混合比」というものがある。これは、気体試料全体に占める対象成分の分子数の割合である。気温・気圧が一定であれば、成分の種類によらず、気体の体積と分子数は比例する点から、分子数の比であることを明示するために「体積」混合比と呼ぶ。なお、体積混合比は、気体試料全圧に対する対象成分の分圧の比、および全体に対する成分の物質量の比（モル分率）と等しい。

日本では、大気汚染物質のひとつである光化学オキシダント（光化学スモッグ、主成分はオゾン O_3 ）について、0.060 ppmv を「環境基準」と定め、私たちの暮らす地表付近の大気中オゾン濃度がこの値を超えないことを目指している（ppmv は「体積混合比で百万分の一」を表す単位）。大気汚染問題では、分子数の割合として全体の百万分の一以下、という低濃度の成分が対象となる。

問18 次の文を読み、(A)、(B) に最も適しているものを、A 群の①～⑧から一つ、B 群の⑨～⑯から一つ、それぞれ選びなさい。

気温 300 K、気圧 1.0×10^5 Pa の大気試料を考えてみよう。この大気 1.0 m^3 中には (A) $\times 10^{(B)}$ 個の気体分子が含まれる。オゾンの体積混合比が 0.060 ppmv の場合、この大気 1.0 m^3 の中には $0.060 \times 10^{-6} \times (A) \times 10^{(B)}$ 個のオゾン分子が含まれる。

- | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|
| A 群：① 1.3 | ② 1.7 | ③ 2.1 | ④ 2.4 |
| ⑤ 2.7 | ⑥ 3.0 | ⑦ 4.0 | ⑧ 6.0 |
| B 群：⑨ 19 | ⑩ 21 | ⑪ 22 | ⑫ 23 |
| ⑬ 24 | ⑭ 25 | ⑮ 27 | ⑯ 28 |

問19 次の文を読み、(A)、(B) に最も適しているものを、A 群の①～④から一つ、B 群の⑤～⑦から一つ、それぞれ選びなさい。

大気中オゾン濃度の高度分布を測定する方法のひとつに、小型・軽量のオゾンセンサーを搭載した気球を地表から上空に打ち上げる「オゾンゾンデ」がある。ヨウ化カリウム法に基づく小型の自動測定器で測定したデータは、気球から電波で地上に送信される。この測定器では、ヨウ化カリウム (KI) 水溶液に大気試料を通し、大気中のオゾン O_3 を水溶液中の KI と下記のように反応させる。その際に生成するヨウ素 I_2 の量を測定してオゾン濃度を算出する。



O_3 と KI は (A) の比率で反応する。

ヨウ化カリウム法によるオゾン濃度測定は、上記の反応式における (B) 反応を利用した環境の分析手法である。

- | | | | |
|--------------|---------|---------|---------|
| A 群：① 1 対 1 | ② 1 対 2 | ③ 1 対 3 | ④ 1 対 4 |
| B 群：⑤ ヨードホルム | ⑥ 酸化還元 | ⑦ 中和 | |

問20 大気中での光化学オキシダントの生成過程では、窒素酸化物（一酸化窒素 NO，二酸化窒素 NO₂ など）の挙動を知ることが特に重要である。室温・常圧における窒素酸化物に関する記述のうち最も不適切なものを①～⑦から二つ選びなさい。

- ① NOは無色の気体であり、NO₂は赤褐色の気体である。
- ② 空気中の N₂ と O₂ が反応して NO が生成する。
- ③ 銅に濃硝酸を加えて気体を発生させる反応では、硝酸は還元剤として働く。
- ④ NO₂ はその一部が N₂O₄ となる。
- ⑤ 銅に希硝酸を加えて気体を発生させるとき、銅と硝酸は3対8で反応する。
- ⑥ 窒素原子の酸化数は、二酸化窒素よりも硝酸の方が高い。
- ⑦ 銅に濃硝酸を加えると、赤褐色の気体が発生する。

〔以下余白〕