

平成 30 年度 金沢医科大学医学部入学試験問題
一般入学試験（前期）（化学）

次の (1) ~ (12) の設問に答えなさい。設問に特別指示のないものについては、解答群の中から答えとして適したものを 1 つ選びなさい。指示のある設問については、それに従って答えなさい。複数選択の指示がある場合は、同一の解答欄に複数マークしなさい。数値の解答は、指定されている桁数に従い解答すること。〔解答番号 ~ 〕

必要があれば次の値を用いなさい。

原子量 H : 1 C : 12 N : 14 O : 16 Ne : 20 Na : 23 S : 32 Cl : 35.5 K : 39 Ag : 108
気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ アボガドロ定数 $N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

- (1) a ~ c の物質量を比較して、大きいものから小さいものへ順に並べると正しいものはどれか。
- a ナトリウムイオン 8.0×10^{23} 個を含む炭酸ナトリウムの物質量
b 水素原子 9.0×10^{23} 個を含むアンモニアの物質量
c 分子数が 5.0×10^{23} 個のネオンの物質量
- ① $a > b > c$ ② $a > c > b$ ③ $b > a > c$ ④ $b > c > a$ ⑤ $c > a > b$ ⑥ $c > b > a$
- (2) a ~ d の記述について、正誤の組合せ (a, b, c, d の順) として正しいものはどれか。
- a 典型元素では、同族元素の原子の最外殻の電子配置は同じである。
b アルカリ金属元素の原子は、ハロゲン元素の原子とイオン結合しやすい。
c オキシニウムイオンの酸素原子と水素原子は、すべて同一平面上にある。
d 同じ周期の元素の中では、第 1 イオン化エネルギーは 1 族で最も小さく、18 族で最も大きい。
- ① 正, 誤, 誤, 正 ② 正, 誤, 誤, 誤 ③ 正, 正, 誤, 誤 ④ 正, 正, 正, 誤 ⑤ 正, 正, 誤, 正
⑥ 誤, 正, 正, 誤 ⑦ 誤, 正, 正, 正 ⑧ 誤, 誤, 正, 正 ⑨ 誤, 誤, 誤, 正 ⑩ 誤, 誤, 正, 誤
- (3) 気体に関する (i), (ii) の問いに答えなさい。
- (i) 空気を窒素と酸素からなる混合気体 (体積比 4 : 1) として、空気の平均分子量を求めなさい。
- (ii) 次の気体の中から空気よりも軽いものをすべて選びなさい。
- ① CH_4 ② C_3H_8 ③ Cl_2 ④ CO_2 ⑤ HCl ⑥ H_2S ⑦ NH_3 ⑧ NO_2
- (4) 次の記述のうち、誤っているものをすべて選びなさい。
- ① ドライアイスでは、分子間の結合も原子間の結合も共有結合である。
② 塩化カルシウムの結晶はイオン結合からなる。
③ カーボンナノチューブは炭素原子同士が共有結合でつながっており、電気の伝導性がある。
④ 単体の銅では、原子の価電子が自由電子として自由に動くので、電気の良導体である。
⑤ ダイヤモンドは共有結合の結晶であり、融点が高く非常に固い。
⑥ イオン結晶に含まれる陽イオンと陰イオンの数は必ず等しい。
- (5) 実験を行う際の注意点を示した次の記述のうち、不適切なものをすべて選びなさい。
- ① 濃硫酸は水に触れると大量の熱を発生するので、水で希釈する際には、水に少しずつ濃硫酸を加える。
② 濃アンモニア水の容器を開栓する際は蒸気を吸わないようにしなければいけないが、濃塩酸や濃硝酸は開栓する際に注意する必要はない。
③ 体積を精密に測定するためのガラス器具 (メスフラスコやホールピペットなど) は、洗浄後乾燥器に入れて加熱し、完全に乾かして用いる。
④ エーテル類など沸点が低い有機化合物を扱う際には、火を近づけない。
⑤ 毒物・劇物と表示してある試薬の水溶液をホールピペットやメスピペットで吸い上げる場合は、安全ピペットを使用する。
- (6) 次の記述のうち、正しいものをすべて選びなさい。
- ① アミノ酸とタンパク質の水溶液は、いずれもニンヒドリン反応を示す。
② 等電点の pH でアミノ酸の水溶液を電気泳動させると、アミノ酸はどちらの極にも移動しない。
③ α -アミノ酸は、分子中のアミノ基とカルボキシ基が異なる炭素原子に結合している。
④ すべてのアミノ酸には光学異性体が存在する。
⑤ タンパク質は熱や酸で変性するが、これはペプチド結合が切断されるためである。

平成 30 年度 金沢医科大学医学部入学試験問題
一般入学試験（前期）（化学）

(7) シュウ酸標準溶液 (0.050 mol/L) を調製するための 1～4 の操作を示した。(i)～(iii) の問いに答えなさい。

操作 1 シュウ酸二水和物の結晶 X g を秤量びんに正確にはかり取る。

操作 2 はかり取ったシュウ酸二水和物の結晶を 200 mL の (A) に移す。さらに秤量びんの内部を純水でよく洗い、洗液を (A) に加える。およそ 100 mL の純水を加え、ガラス棒でよく混ぜて完全に溶かす。

操作 3 200 mL の (B) に操作 2 で調製した溶液を入れる。(A) 内とガラス棒を少量の純水で洗浄し、この洗液も加える。(B) に純水を、初めは (C) で、終わりは (D) で加えて標線にメニスカスの底の位置を合わせる。

操作 4 ガラスの共栓をしてよく振り混ぜ、水溶液の濃度が均一になるようにする。

(i) 文章中の (A)～(D) に当てはまる器具の組合せ (A, B, C, D の順) として最も適切なものはどれか。 10

- | | |
|--------------------------------|------------------------------|
| ① ビーカー, ビーカー, 洗びん, 駒込ピペット | ② ビーカー, メスシリンダー, 洗びん, 駒込ピペット |
| ③ メスシリンダー, メスフラスコ, 洗びん, 駒込ピペット | ④ ビーカー, メスフラスコ, 洗びん, 駒込ピペット |
| ⑤ ビーカー, メスフラスコ, 洗びん, ビーカー | ⑥ ビーカー, ビーカー, 駒込ピペット, 洗びん |
| ⑦ ビーカー, メスシリンダー, 駒込ピペット, 洗びん | ⑧ ビーカー, メスフラスコ, 駒込ピペット, 洗びん |

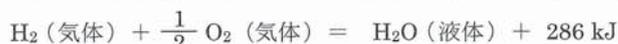
(ii) 操作 1 ではかり取るシュウ酸二水和物の結晶の量 (X g) を求めなさい。 11 . 12 13 g

(iii) 操作 4 で調製したシュウ酸標準溶液を使って、 2.0×10^{-3} mol/L シュウ酸水溶液を 200 mL つくるとすると、シュウ酸標準溶液は何 mL 必要か。なお、5.0 mL のような場合は、0 5 . 0 としてマークしなさい。 14 15 . 16 mL

(8) 次の文を読み、(i)～(iii) の問いに答えなさい。

メタンと一酸化炭素の混合気体を 27°C 、 1.0×10^5 Pa で 12.45 L とり、これを完全燃焼させたところ、384.7 kJ の熱量が発生し、14.4 g の水が生じた。

ただし、 H_2O (液体)、 CO (気体)、 CO_2 (気体)、 CH_4 (気体) の生成反応の熱化学方程式は、それぞれ次の通りである。



(i) 上記の熱化学方程式からメタンの燃焼熱を求めなさい。 17 18 19 kJ

(ii) 混合気体中のメタンおよび一酸化炭素の物質量をそれぞれ求めなさい。

メタン : 20 . 21 22 mol 一酸化炭素 : 23 . 24 25 mol

(iii) メタンの生成反応の熱化学方程式を用いて、C-H の結合エネルギーを求めなさい。ただし、H-H の結合エネルギーを 435 kJ/mol、炭素 (黒鉛) をばらばらの原子にするのに必要なエネルギーを 720 kJ/mol とする。 26 27 28 kJ

(9) 次の文を読み、(i)、(ii) の問いに答えなさい。

水溶液 X 中の塩化物イオンの濃度を調べるために、1～3 の操作を行った。

操作 1 コニカルビーカーに 25.0 mL の水溶液 X を正確にはかり取り、希硝酸を加えて酸性にした。この溶液に、0.100 mol/L の硝酸銀水溶液をビュレットから少しずつ滴下した。溶液に新たな沈殿が生じなくなってから、数 mL の硝酸銀水溶液を過剰に加えた。最終的に滴下した硝酸銀水溶液は 15.00 mL であった。

操作 2 コニカルビーカーの内容物をろ過し、沈殿を取り除いた。沈殿を洗浄した液は、ろ液と一緒に新しいコニカルビーカーに集めた。

操作 3 操作 2 で集めた溶液に、指示薬として鉄 (III) イオンを含む酸性水溶液を少量加えた。この溶液をよく振り混ぜながら、0.100 mol/L のチオシアン酸カリウム水溶液で滴定した。白色のチオシアン酸銀 (AgSCN) がほぼ沈殿し終わった後に、過剰となったチオシアン酸イオンが鉄 (III) イオンと錯イオンをつくって赤色に呈色するので、滴定の終点を知ることができる。終点までに要したチオシアン酸カリウム水溶液は 4.80 mL であった。

(i) 操作 3 において、指示薬として適切なものをすべて選びなさい。 29

- ① $\text{Fe}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ② FeCl_2 ③ $\text{Fe}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2$ ④ $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ⑤ FeSO_4

(ii) 操作 3 より、操作 2 で集めた溶液に含まれる銀イオンの物質量は 30 . 31 32 $\times 10^{-\text{33}}$ mol となる。また、ろ過して除いた沈殿の質量は 34 . 35 36 $\times 10^{-\text{37}}$ g となる。

以上のことから、水溶液 X 中の塩化物イオンの濃度を求めると、38 . 39 40 $\times 10^{-\text{41}}$ mol/L と算出される。

30 ~ 41 に入る数字として適するものをマークしなさい。

平成 30 年度 金沢医科大学医学部入学試験問題
一般入学試験（前期）（化学）

(10) 次の文を読み、(i)～(iii)の問いに答えなさい。

分子式が $C_4H_8O_2$ で表される A～D の 4 種の有機化合物がある。これらの化合物の性質を以下のように調べた。

実験 1 A～D をそれぞれ試験管にとり、等量の水と混合したところ、A のみが均一な液体となり、残りの 3 種は 2 層に分離した。

実験 2 B～D をそれぞれ試験管にとり、ヨウ素と水酸化ナトリウム溶液を加えて水浴中で加熱したところ、B と C からは黄色の沈殿が生成したが、D には変化が見られなかった。

実験 3 アンモニア性硝酸銀溶液を入れた試験管を 2 本用意し、B と C をそれぞれ加えて水浴中で加熱したところ、B は試験管の内壁が鏡のような状態になったが、C には変化が起こらなかった。

(i) 化合物 A～D の構造式はそれぞれどれか。 A : , B : , C : , D :



(ii) 実験 2, 実験 3 の反応の名称を選びなさい。 実験 2 : , 実験 3 :

- ① キサントプロテイン反応 ② ニンヒドリン反応 ③ バイルシュタイン反応 ④ フェーリング反応
⑤ ヨウ素デンプン反応 ⑥ ヨードホルム反応 ⑦ 銀鏡反応

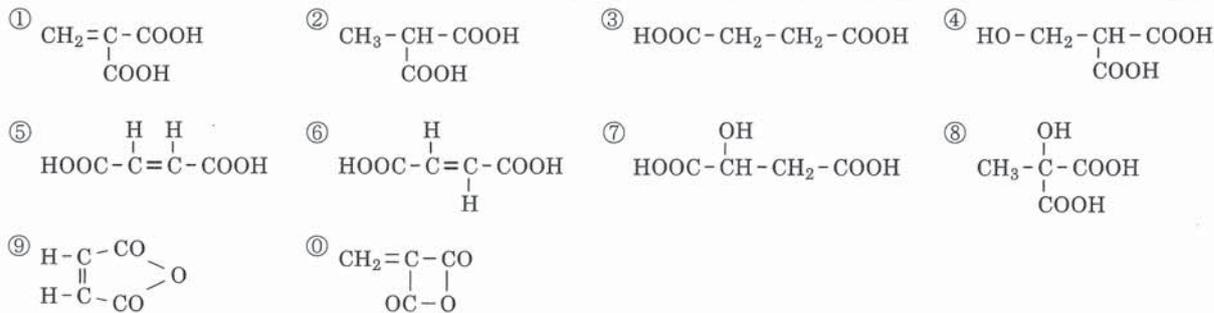
(iii) 実験 3 の反応で検出された官能基を選びなさい。

- ① 第一級アルコールのヒドロキシ基 ② 第二級アルコールのヒドロキシ基
③ 第三級アルコールのヒドロキシ基 ④ アミノ基 ⑤ アルデヒド基 ⑥ エーテル結合
⑦ エステル結合 ⑧ カルボキシ基 ⑨ ケトン基 ⑩ ニトロ基

(11) 次の文を読み、(i)～(iii)の問いに答えなさい。

化合物 A は、1 つのヒドロキシ基と 2 つのカルボキシ基をもち、分子式は $C_4H_6O_5$ で表される。この化合物に脱水反応を行ったところ、いずれも分子式 $C_4H_4O_4$ で表される化合物 B と化合物 C の混合物が得られた。分離した化合物 B と化合物 C に対し、さらに脱水反応を行ったところ、化合物 B は変化しなかったが、化合物 C からは化合物 D が生成した。化合物 B と化合物 C に水素を付加すると同じ化合物 E が得られた。

(i) 化合物 A～E の構造式はそれぞれどれか。 A : , B : , C : , D : , E :



(ii) 設問 (i) の化合物 ①～⑩ のうち不斉炭素を持つものをすべて選びなさい。

(iii) 化合物 B と化合物 C の関係はどれか。

- ① 構造異性体 ② 幾何異性体 ③ 光学異性体
④ 酸と酸無水物 ⑤ 酸化型と還元型 ⑥ 飽和体と不飽和体

(12) 次の化合物 a, b それぞれに当てはまる記述をすべて選びなさい。 a : , b :

a グルコース b マルトース

- ① 1 分子に含まれる酸素原子の数は 6 である。
② 単糖 2 分子が脱水結合した分子である。
③ 単糖が多数脱水重合した高分子である。
④ デンプンをアミラーゼで処理すると生じる。
⑤ ヨウ素溶液を加えると青～青紫色を呈する。
⑥ そのままの水溶液でフェーリング液を還元する。
⑦ そのままの水溶液はフェーリング液を還元しないが、希硫酸を加えて加熱した後中和した水溶液はフェーリング液を還元する。