

## 化 学 (その1)

必要であれば、原子量は  $H = 1.0$ ,  $C = 12.0$ ,  $N = 14.0$ ,  $O = 16.0$ ,  $Na = 23.0$  を用いよ。

**第1問** 以下の問い(問1～7)にもっとも適する答えを、それぞれの問いの下にあるもののなかから一つだけ選び、①, ②, ③, …の数字で答えよ。

問1 酸化還元反応に関する次の記述のうち、誤っているのはどれか。

- a 酸化還元反応は、必ず酸素または水素の授受を伴う。
- b 過酸化水素や二酸化硫黄は反応する相手により、酸化剤としても還元剤としてもはたらく。
- c 過マンガン酸カリウムは1分子あたり酸性水溶液中では5個、塩基性水溶液中では3個の電子を受け取る酸化剤である。
- d 塩化ナトリウムの水溶液に臭素を加えると、塩素ができる。

- ① aのみ      ② bのみ      ③ cのみ      ④ dのみ      ⑤ aとb  
⑥ aとc      ⑦ aとd      ⑧ bとc      ⑨ bとd      ⑩ cとd

問2 周期表についての次の記述のうち、誤っているのはどれか。

- a 周期表で最初に現れる遷移元素は、原子番号21～30番の元素である。
- b 周期表の左下にある元素ほど陽性が強く、原子は陽イオンになりやすい。
- c イオン化エネルギーのもっとも大きな原子は、ヘリウムである。
- d 原子が陰イオンになると、陰イオンの半径はもとの原子よりも小さくなる。

- ① aのみ      ② bのみ      ③ cのみ      ④ dのみ      ⑤ aとb  
⑥ aとc      ⑦ aとd      ⑧ bとc      ⑨ bとd      ⑩ cとd

問3 次の実験操作のうち、正しいのはどれか。

- a  $0.100 \text{ mol/L}$   $(\text{COOH})_2$  標準液を調製するため、 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  の結晶  $0.900 \text{ g}$  を純水に溶かして、 $100 \text{ mL}$  の体積にした。
- b  $\text{NaOH}$  の固体は潮解性をもつので、使用直前にシュウ酸標準液で滴定し、正確な濃度を決めてから、中和滴定に用いた。
- c  $0.100 \text{ mol/L}$  標準液を10倍に希釈して  $0.0100 \text{ mol/L}$  標準液を調製するため、 $10 \text{ mL}$  のホールピペットと  $100 \text{ mL}$  のメスフラスコを用いた。

- ① aのみ      ② bのみ      ③ cのみ      ④ aとb      ⑤ aとc  
⑥ bとc      ⑦ aとbとc

## 化 学 (その2)

問4  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ , および  $\text{Fe}^{3+}$  を含む水溶液がある。これに a ~ c の操作を行った結果のうち、正しいのはどれか。

- a 硫酸ナトリウム水溶液を加えたところ、 $\text{Ca}^{2+}$  のみが沈殿を生じた。
- b 塩酸で酸性にして硫化水素を通じたところ、 $\text{Cu}^{2+}$  のみが沈殿を生じた。
- c 過剰のアンモニア水を加えたところ、 $\text{Fe}^{3+}$  のみが沈殿を生じた。

- ① a のみ      ② b のみ      ③ c のみ      ④ a と b      ⑤ a と c
- ⑥ b と c      ⑦ a と b と c

問5 ある弱塩基  $\text{R-NH}_2$  の電離定数  $K_b$  を  $25^\circ\text{C}$  で  $1.0 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$  とする。次の文章のうち、正しいのはどれか。

- a この弱塩基の  $1.0 \text{ mol/L}$  水溶液の pH は 10.0 である。
- b この弱塩基の  $1.0 \text{ mol/L}$  水溶液の電離度は 0.010 である。
- c この弱塩基  $\text{R-NH}_2$  とその塩酸塩  $\text{R-NH}_3\text{Cl}$  をそれぞれ  $0.10 \text{ mol/L}$  の濃度で含む緩衝液の pH は 8.0 である。

- ① a のみ      ② b のみ      ③ c のみ      ④ a と b      ⑤ a と c
- ⑥ b と c      ⑦ a と b と c

問6 純水 X [g] に分子量 M の化合物 A を Y [g] 溶かしたところ、密度は  $d \text{ [g/cm}^3\text{]}$  となった。この水溶液のモル濃度 [mol/L] として正しいのはどれか。

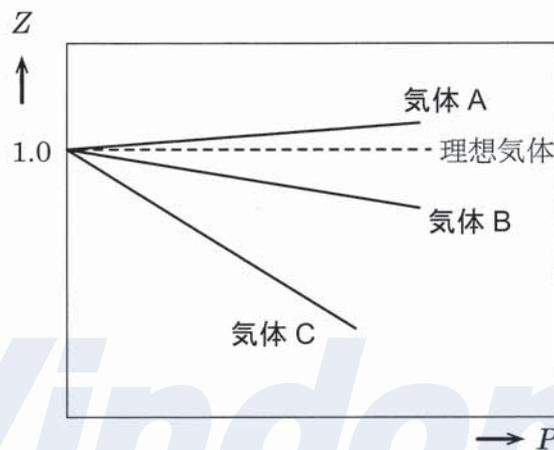
- ①  $\frac{10dY}{MX}$       ②  $\frac{1000dY}{MX}$       ③  $\frac{10MY}{dX}$       ④  $\frac{1000MY}{dX}$
- ⑤  $\frac{10dY}{M(X+Y)}$       ⑥  $\frac{1000dY}{M(X+Y)}$       ⑦  $\frac{10MY}{d(X+Y)}$       ⑧  $\frac{1000MY}{d(X+Y)}$

## 化 学 (その3)

問7 理想気体では、すべての温度・圧力で状態方程式が成立するので、次の  $Z$  の値は常に 1 である。しかし実際には実在気体では、圧力が高いときや、温度が低いときは、1 からのずれが大きくなる。これは、分子自身の大きさや分子間力が無視できなくなるからである。

$$Z = \frac{PV}{nRT}$$

(1) 図は  $Z$  と圧力  $P$  との関係を示したものである。気体 A, B, C はアンモニア, メタン, 水素のうちのいずれか。



図

	A	B	C
①	アンモニア	メタン	水素
②	アンモニア	水素	メタン
③	メタン	アンモニア	水素
④	メタン	水素	アンモニア
⑤	水素	アンモニア	メタン
⑥	水素	メタン	アンモニア

(2) 図における気体 A について、温度を上げると、 $Z$  と圧力  $P$  との関係を示す直線の傾きはどうか。

- ① 大きくなる                      ② 変わらない                      ③ 小さくなる

## 化 学 (その4)

**第2問** 次の文章を読み、以下の問い(問1～3)に答えよ。ただし、数値は有効数字3桁で答えよ。

タンパク質中の窒素の質量百分率はほぼ同じであるため、これを利用して食品などの試料に含まれるタンパク質の含有量を知ることができる。そこで、試料AとBについて、以下の操作を行った。

試料Aを1.00gとり、過剰量の濃硫酸と、分解を促進させるための硫酸カリウムと硫酸銅(Ⅱ)を加え、加熱して完全に分解させた。この溶液に過剰量の水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱し、タンパク質中の窒素をアンモニアに変えた。<sup>(1)</sup>発生したアンモニアは0.100 mol/Lの硫酸50.0 mLに完全に吸収させた。このアンモニアを吸収させた溶液を0.200 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、18.6 mLを要した。なお、滴定の指示薬には、共存する硫酸アンモニウムと水酸化ナトリウムが反応する前に中和点を見きわめるため、(ア)に変色域をもつ(イ)を使った。

次に、試料Bを1.00gとり、試料Aと同様の操作を行い、発生したアンモニアの物質量を求めたところ、 $4.96 \times 10^{-3}$  molであった。

なお、試料AとBの窒素はすべてタンパク質に由来し、すべてアンモニアに変換されたものとする。

問1 ( )内のアとイに入る適切な語句の組み合わせを、下にあるもののなかから一つだけ選び、①、②、③、・・・の数字で答えよ。

	ア	イ
①	pH 7 より塩基性側	フェノールフタレイン
②	pH 7 より塩基性側	メチルオレンジ
③	pH 7 付近	フェノールフタレイン
④	pH 7 付近	メチルオレンジ
⑤	pH 7 より酸性側	フェノールフタレイン
⑥	pH 7 より酸性側	メチルオレンジ

問2 下線部(1)のアンモニアの物質量[mol]はいくらか。

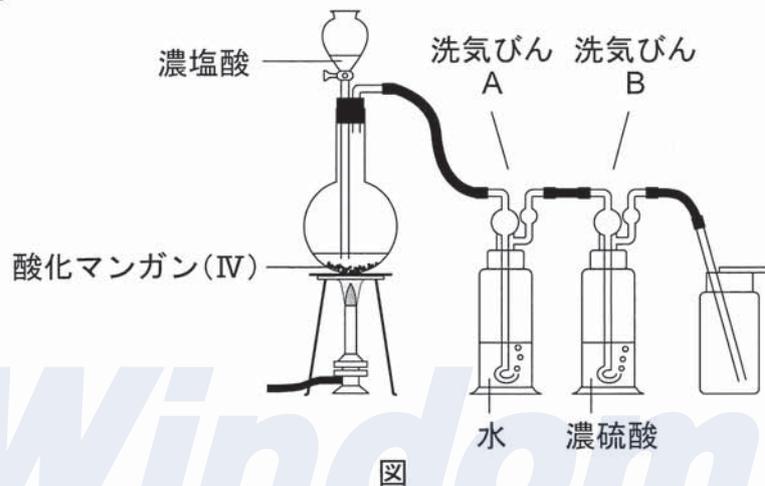
問3 試料B 1.00 gに含まれるタンパク質は何gか。なお、タンパク質中の窒素の重量百分率は16.0%とする。

## 化 学 (その5)

第3問 次の文章を読み、以下の問い(問1～4)に答えよ。

$\text{Cl}_2$ をつくるには、実験室では図のように、酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加え、加熱して発生させる。また、さらし粉(主成分  $\text{CaCl}(\text{ClO}) \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) または (1)高度さらし粉(主成分  $\text{Ca}(\text{ClO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) に塩酸を加えて  $\text{Cl}_2$ をつくることもできる。

(2) $\text{Cl}_2$ は水に少し溶け、その一部が水と反応して化合物Cと塩素のオキシ酸である化合物Dを生じる。塩素のオキシ酸には、化合物Dのほかにも塩素原子の酸化数が異なるものがあり、塩素原子の酸化数あるいは塩素原子に結合する酸素原子の数に応じて酸化力や酸としての強さが異なる。



問1 洗気びんAとBを用いる目的をそれぞれ10文字以内で答えよ。

問2 下線部(1)の  $\text{Ca}(\text{ClO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  から  $\text{Cl}_2$ が生じる反応と、下線部(2)の反応を、化学反応式で書け。

問3 塩素のオキシ酸(化合物Dを含む)のうち、酸化力がもっとも強いものの塩素原子の酸化数を答えよ。

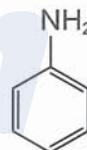
問4 塩素のオキシ酸(化合物Dを含む)のうち、酸としての強さがもっとも強いものの名称と化学式を答えよ。

## 化 学 (その6)

第4問 化合物 A ~ G に関する次の文章 a ~ d を読み、以下の問い (問 1 ~ 6) に答えよ。

- a 化合物 A は炭素、水素、酸素だけからなり、ベンゼン環を 2 つもつ物質であり、その分子量は 242.0 である。いま、この化合物 A の 24.2 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 66.0 mg、水 12.6 mg が生成した。
- b 化合物 A を水酸化ナトリウム水溶液で完全に加水分解させ、ジエチルエーテルを加えてよく振り混ぜたのち、水層とジエチルエーテル層を分離した。水層を塩酸で酸性にすると、化合物 B の沈殿が生成した。一方、ジエチルエーテル層を濃縮すると、不斉炭素をもつ化合物 C が得られた。その分子式は  $C_8H_{10}O$  であった。
- c 化合物 B は、次に述べる別の方法でも得られた。すなわち、ベンゼンスルホン酸と固体の水酸化ナトリウムを混合し、融解して得られた化合物 D を高温・高圧下で二酸化炭素と反応させたのち、希硫酸で酸性にすると、化合物 B が得られた。また、<sup>(1)</sup>化合物 D の水溶液に室温で二酸化炭素を通じると、化合物 E が遊離した。
- d 化合物 C を硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液とおだやかに反応させると、化合物 F が得られた。化合物 F を水酸化ナトリウム水溶液中でヨウ素と反応させると、<sup>(2)</sup>黄色の沈殿が生成した。この沈殿を取り除いたのち、残りの水溶液を塩酸で酸性にすると、分子式  $C_7H_6O_2$  の化合物 G が得られた。

構造式の例



問 1 化合物 A の分子式を書け。

問 2 化合物 B, D および G の名称を書け。

問 3 化合物 A, C および F の構造式を例にならって書け。

問 4 文中の下線部 (1) の化学反応式を書け。

問 5 文中の下線部 (2) の黄色沈殿の化学式を書け。

問 6 化合物 E, G および二酸化炭素を水に溶かしたとき、酸としての強さはどうなるか。次の① ~ ⑥の中から一つ選べ。

- |                  |                  |                  |
|------------------|------------------|------------------|
| ① $E > G > CO_2$ | ② $E > CO_2 > G$ | ③ $G > E > CO_2$ |
| ④ $G > CO_2 > E$ | ⑤ $CO_2 > E > G$ | ⑥ $CO_2 > G > E$ |

# 化 学 (その7)

## 第5問 次の文章を読み、以下の問い(問1～4)に答えよ。

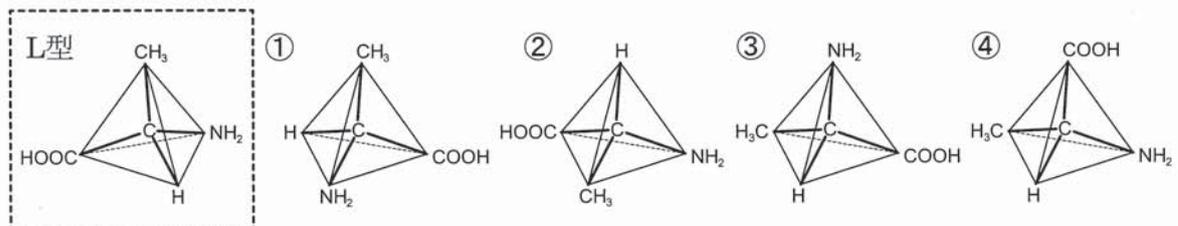
植物中のデンプンやセルロース、または、動物の肝臓や筋肉に多く含まれる(ア)は、いずれも分子式(A)の多糖類で、希酸を加えて長時間加熱すると加水分解されて、(イ)になる。(イ)の水溶液に(ウ)を加えて加熱すると(B)の赤色沈殿ができる。これは(エ)基の(オ)作用のためである。一方、二糖類(カ)の水溶液に(ウ)を加えて加熱しても赤色沈殿は生じない。デンプンを約80℃の湯につけておくと、(キ)を含む溶性部分と(ク)からなる不溶性部分に分かれる。(ク)が不溶性を示すのは、分子内にある(ケ)結合による枝分かれが原因である。

タンパク質やペプチドに、希酸を加えて長時間加熱すると加水分解されて、 $\alpha$ -アミノ酸を生じる。タンパク質中では $\alpha$ -アミノ酸は(コ)結合で縮合しており、この(コ)結合をもつ合成高分子化合物には(サ)がある。タンパク質の呈色反応には、縮合部位での銅イオンとの(シ)の形成にもとづく(ス)反応などがある。 $\alpha$ -アミノ酸には、側鎖に(セ)基をもつグルタミン酸、側鎖に(ソ)基をもつリシンなど、側鎖の違いにより約20種類ある。 $\alpha$ -アミノ酸は双性イオンであり、溶液のpHによって異なった荷電をもち、たとえば、グリシンは、pH8.0の水溶液中では(C)の構造で存在する。

問1 (ア)～(ソ)には適切な語句を、(A)と(B)には分子式を、(C)には構造式を記入せよ。なお、構造式は第4問の例にならって記せ。

問2 平均分子量  $5.00 \times 10^5$  のセルロース 100 kg を用いてエタノールを製造する。セルロースをすべて(イ)に加水分解した後、アルコール発酵により(イ)をエタノールへ変換する。(イ)からエタノールへの変換効率が80%であるとした場合、何kgのエタノールを得ることができると予想されるか。有効数字3桁で書け。

問3 下図左の破線四角内に、L型のアラニンを示す。D型のアラニンの構造として正しいものを、①～④からすべて選べ。



問4 ① グリシン、② アラニン、③ グルタミン酸、④ リシンを含む溶液を、pH7.0の溶液に浸したろ紙の中央にのせ、電圧をかけた。陽極側に移動するアミノ酸を①～④からすべて選べ。

空白ページ

*Windom*