

化 学

計算に必要ならば、次の数値を用いよ。

原子量 : H 1, C 12, N 14, O 16, F 19, Na 23, Mg 24, Al 27,
Si 28, P 31, S 32, Cl 35.5, Ar 40, K 39, Ca 40, Cr 52,
Mn 55, Fe 56, Cu 63.5, Zn 65, Br 80, Ag 108, I 127, Pb 207

アボガドロ定数 : $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ ファラデー定数 : $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

気体定数 : $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol}) = 8.3 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

水のイオン積(25 °C) : $K_w = [\text{H}^+] [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$

対数 : $\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$, $\log_{10} 7 = 0.85$

1 各問いに答えよ。

(1) ホルムアルデヒドについて、ア, イに当てはまる数をそれぞれマークせよ。

1 分子中に存在する共有電子対の数

ア 組

1 分子中に存在する非共有電子対の数

イ 組

(2) 1 kg の水 H_2O に、10 g のグルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ を溶かした水溶液がある。

この溶液中に含まれるグルコースの物質量は、水の物質量の何倍か。最も適当なものを一つ選べ。

ウ 倍

① $\frac{1}{1000}$

② $\frac{1}{100}$

③ $\frac{1}{10}$

④ 10

⑤ 100

⑥ 1000

(3) 下の塩①～④の水溶液を pH の小さいものから順にならべたとき、**工**～**キ**に当てはまるものをそれぞれマークせよ。ただし、濃度はすべて 0.1 mol/L とする。

pH : 小 **工** < **オ** < **カ** < **キ** 大

- ① 塩化ナトリウム ② 炭酸水素ナトリウム
③ 炭酸ナトリウム ④ 硫酸水素ナトリウム

(4) 酸化還元反応に当てはまらないのはどれか。一つ選べ。**ク**

- ① $\text{Cu} + 4 \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{NO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
② $2 \text{FeCl}_3 + \text{SnCl}_2 \longrightarrow 2 \text{FeCl}_2 + \text{SnCl}_4$
③ $2 \text{Na} + 2 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2 \text{NaOH} + \text{H}_2$
④ $2 \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
⑤ $\text{NH}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$
⑥ $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2 \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_6$

(5) 質量パーセント濃度 40.0 %, 密度 1.43 g/mL の水酸化ナトリウム水溶液 (A 液)がある。

1) A 液 100 mL に含まれる水酸化ナトリウムは何 g か。値は小数第 1 位まで求め, ケ ~ サに当てはまる数字を入れよ。 ケ コ. サ g

2) A 液 100 mL と, 質量パーセント濃度 10.0 % の水酸化ナトリウム水溶液 (B 液)を混合し, さらに水で希釀することで 3.30 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 500 mL をつくりたい。必要な B 液の体積は何 mL か。値を整数で表すとき, シ, スに当てはまる数字を入れよ。ただし, B 液の密度を 1.10 g/mL とする。 シ ス mL

(6) 物質Xは1価の酸である。3.16 gの物質Xを水に溶かし、メスフラスコを用いて水溶液の体積を100 mLにした。この水溶液を10.0 mLとり、0.100 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定を行ったところ、中和に必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積は20.0 mLであった。物質Xのモル質量は何g/molか。値を整数で表すとき、セ～タに当てはまる数字を入れよ。

セ ソ タ g/mol

2 各問い合わせよ。

(1) 塩化セシウムの結晶の単位格子を図1に示す。

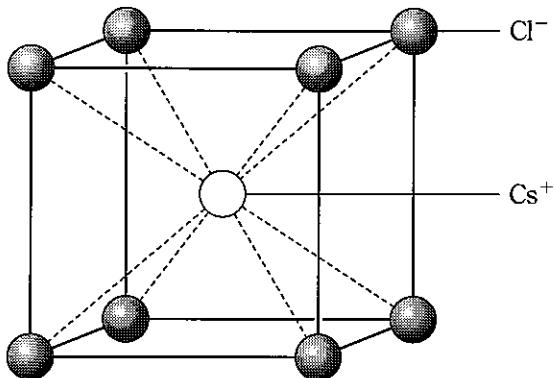


図1

この結晶の密度は何 g/cm³か。正しく表した式として最も適当なものを次の①~⑧のうちから一つ選べ。ただし、Cs⁺, Cl⁻ のイオン半径を、それぞれ r_a [nm], r_b [nm] とする。また、塩化セシウム CsCl のモル質量を M [g/mol], アボガドロ定数を N_A [/mol] とする。

ア g/cm³

- | | |
|---|--|
| ① $\frac{\sqrt{2}}{4} \times 10^{21} \times \frac{M}{N_A(r_a + r_b)^3}$ | ② $\frac{3\sqrt{3}}{8} \times 10^{21} \times \frac{M}{N_A(r_a + r_b)^3}$ |
| ③ $2\sqrt{2} \times 10^{21} \times \frac{M}{N_A(r_a + r_b)^3}$ | ④ $3\sqrt{3} \times 10^{21} \times \frac{M}{N_A(r_a + r_b)^3}$ |
| ⑤ $\frac{\sqrt{2}}{4} \times 10^{21} \times \frac{(r_a + r_b)^3}{MN_A}$ | ⑥ $\frac{3\sqrt{3}}{8} \times 10^{21} \times \frac{(r_a + r_b)^3}{MN_A}$ |
| ⑦ $2\sqrt{2} \times 10^{21} \times \frac{(r_a + r_b)^3}{MN_A}$ | ⑧ $3\sqrt{3} \times 10^{21} \times \frac{(r_a + r_b)^3}{MN_A}$ |

- (2) 1 L の水溶液 A には 5.85 g の塩化ナトリウムが溶けている。
- 1) 水溶液 A が示す浸透圧は 27 °C において何 Pa か。値は四捨五入して有効数字 2 桁で求め、**イ** ~ **エ** に当てはまる数字を入れよ。ただし、電解質は完全に電離しているものとする。 **イ**. **エ** × 10**エ** Pa
- 2) 27 °C において、水溶液 A と同じ浸透圧を示すグルコース水溶液を 1 L 作りたい。何 g のグルコースを水に溶かして 1 L の溶液にすればよいか。四捨五入により値を整数で表すとき、**オ** ~ **キ** に当てはまる数字を入れよ。 **オ** **カ** **キ** g

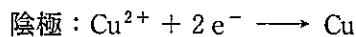
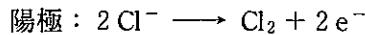
(3) 一酸化炭素(気体), エチレン(気体), ベンゼン(液体)を, 1 gあたりの燃焼熱が大きい順に並べたのはどれか。下の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし, 燃焼により生成する水は液体とし, 計算には表に示す生成熱を用いよ。 ク

物質	生成熱 [kJ/mol]
一酸化炭素(気体)	111
エチレン(気体)	-53
ベンゼン(液体)	-49
二酸化炭素(気体)	394
水(液体)	286

- ① 一酸化炭素(気体) > エチレン(気体) > ベンゼン(液体)
- ② 一酸化炭素(気体) > ベンゼン(液体) > エチレン(気体)
- ③ エチレン(気体) > 一酸化炭素(気体) > ベンゼン(液体)
- ④ エチレン(気体) > ベンゼン(液体) > 一酸化炭素(気体)
- ⑤ ベンゼン(液体) > 一酸化炭素(気体) > エチレン(気体)
- ⑥ ベンゼン(液体) > エチレン(気体) > 一酸化炭素(気体)

(4) 炭素電極を用いて、塩化銅(II)水溶液を 0.250 A の電流で電気分解したところ、陰極に 0.635 g の銅が析出した。電気分解を行った時間は何秒か。最も適当なものを一つ選べ。ただし、陽極、陰極で起こる化学変化は次のとおりとする。

□秒



① 193

② 386

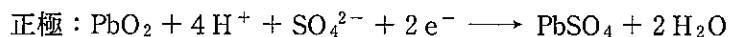
③ 772

④ 1930

⑤ 3860

⑥ 7720

(5) 鉛蓄電池の放電により正極の質量が a [g] 増加した。このときの負極の質量変化を正しく表したものを見よ。ただし、 a は正の値とし、放電時の両極における電子 e^- を含むイオン反応式は、次のとおりである。□



① $\frac{2}{3}a$ [g] 減少

② a [g] 減少

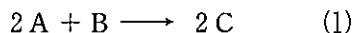
③ $\frac{3}{2}a$ [g] 減少

④ $\frac{2}{3}a$ [g] 増加

⑤ a [g] 増加

⑥ $\frac{3}{2}a$ [g] 増加

(6) 物質 A と B から C が生じる反応は式(1)で表される。



この反応における C の初期生成速度 v_c [mol/(L·s)] は式(2)で表される。

$$v_c = k[A]^2[B] \quad (2)$$

ここで、 k は反応速度定数であり、[A] と [B] はそれぞれ A と B の反応開始時におけるモル濃度 [mol/L] である。

A と B の初期減少速度をそれぞれ v_a [mol/(L·s)], v_b [mol/(L·s)] としたとき、下の①～④の文のうち正しいものをすべて選び、サ にすべてマークせよ。

- ① $2v_b = v_c$ である。
- ② 温度に関わらず k は一定である。
- ③ 同一温度で [A] を 2 倍にすると v_a は 2 倍となる。
- ④ 同一温度で [A] を 2 倍、[B] を 0.5 倍にすると v_c は 2 倍となる。

(7) 0.10 mol/L の酢酸水溶液に 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を適量加えて、水素イオン濃度を 1.4×10^{-4} mol/L にした。この溶液における $\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$ の値はいくらか。最も適当なものを一つ選べ。ただし、酢酸の電離定数を 2.8×10^{-5} mol/L とする。シ

- ① 0.1
- ② 0.2
- ③ 1
- ④ 5
- ⑤ 10

(8) 石灰水について、正しい記述はどれか。当てはまるものをすべて選び、スにすべてマークせよ。

- ① フェノールフタレン溶液を適量加えると、赤色に呈色する。
- ② 溶質がカルシウムイオンと水酸化物イオンに電離している。
- ③ 二酸化炭素と反応すると炭化カルシウムが生成する。
- ④ 石灰石を水に溶解することで調製できる。

(9) 周期表第5周期までのハロゲンに関する記述として、誤りを含むものをすべて選び、セにすべてマークせよ。

- ① 単体はすべて有色である。
- ② ハロゲン化水素は水に溶けて酸性を示し、すべて強酸である。
- ③ 原子番号が小さいほど、単体の酸化力が大きい。
- ④ ナトリウムイオンとハロゲン化物イオンからなる塩の水溶液に、硝酸銀水溶液を加えると、すべての水溶液で沈殿を生じる。

(10) 次に示す錯イオンのうち、中心となる金属イオンの酸化数が誤っているものをすべて選び、ソにすべてマークせよ。

	イオン式	中心となる金属イオンの酸化数
①	$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$	+ 1
②	$[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$	+ 2
③	$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$	+ 2
④	$[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$	+ 2
⑤	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	+ 3

3

各問い合わせに答えよ。

- (1) 次の 7 種類の芳香族化合物のうち、a)～c)に当てはまるものはそれぞれ何種類あるか。ア～ウに数字を入れよ。

o-クレゾール

m-クレゾール

p-クレゾール

o-キシレン

m-キシレン

p-キシレン

安息香酸

a) 塩化鉄(III)水溶液で呈色するもの

ア 種類

b) 水酸化ナトリウム水溶液に溶けるもの

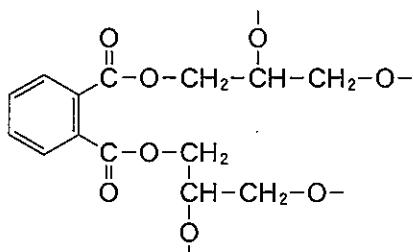
イ 種類

c) ベンゼン環に結合した水素原子 1 個を塩素原子で置換した化合物が、3 種類考えられるもの

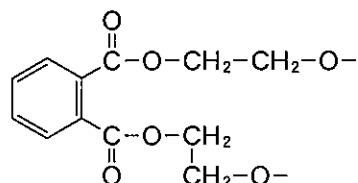
ウ 種類

(2) グリプタル樹脂は無水フタル酸とグリセリンの重合で得られ、塗料や接着剤などに用いられる。この樹脂の構造の一部を示したもののはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 工

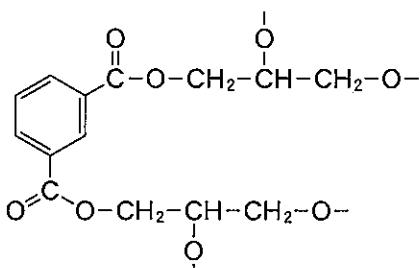
①



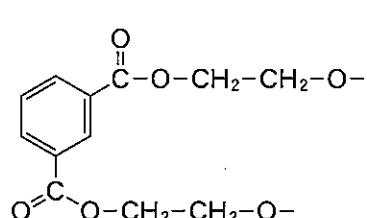
②



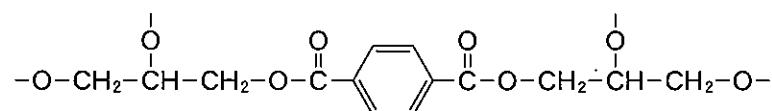
③



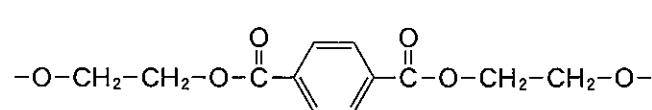
④



⑤

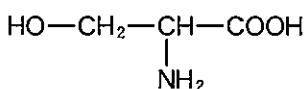


⑥

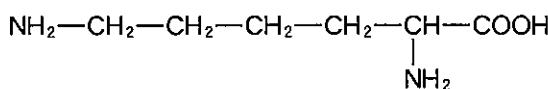


(3) 次の文章を読み、1)～3)の問い合わせに答えよ。

酵素は生体内ではたらく触媒であり、生命活動を支える重要な役割をはたしている。酵素のほとんどはタンパク質である。タンパク質の主成分ポリペプチドは多数のアミノ酸が鎖状に結合したものであり、アミノ酸の1単位に当たる部分をアミノ酸残基と呼ぶ。図1にアミノ酸であるセリンとリシンの構造を示す。ポリペプチド上の、セリン由来の部分をセリン残基、リシン由来の部分をリシン残基と呼ぶ。



セリン



リシン

図1

医薬品のなかには、生体内で酵素と化学反応することで薬効を示すものがある。一例として、解熱鎮痛・抗炎症剤として用いられるアセチルサリチル酸は、酵素であるシクロオキシゲナーゼのセリン残基をアセチル化する。このとき、図2のようにエステル結合が新たに形成される。アセチル化の結果としてシクロオキシゲナーゼの触媒としてのはたらきが抑制されることが、アセチルサリチル酸の薬効の基盤となる。

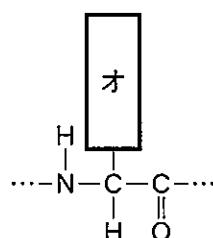
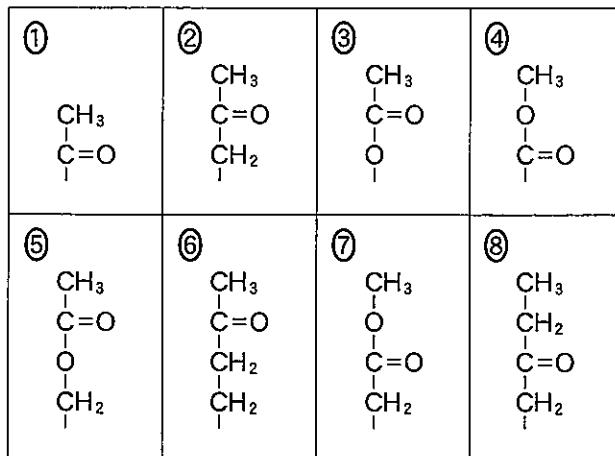


図2

セリン残基がアセチル化されるのと同様に、リシン残基のアミノ基もアセチル化されることがある。この場合はエステル結合でなく、カ結合が新たに形成される。

1) 図2の□才の部分に当てはまる構造として正しいのはどれか。一つ選べ。



2) 文章中の□力に当てはまる語として正しいのはどれか。一つ選べ。

- ① アミド ② エーテル ③ 水 素 ④ ペプチド

3) a ~ c の記述について、本文の内容に合致するものを正しく選んだものはどれか。①~⑦のうちから最も適当なものを一つ選べ。□キ

- a アセチルサリチル酸はシクロオキシゲナーゼのセリン残基をアセチル化する。
- b シクロオキシゲナーゼが触媒する反応の反応速度は、アセチルサリチル酸のはたらきで低下する。
- c シクロオキシゲナーゼはアセチル化反応を触媒する。

- ① a
④ a, b
⑦ a, b, c

- ② b
⑤ a, c

- ③ c
⑥ b, c