



# 化 学

## 解答上の注意

1. 解答は、解答用紙の解答欄にマークしなさい。

例えば、4 と表示のある問題に対して、「①～⑧のうちから2つ選び、一緒にマークせよ。」の場合は例に従う。

例 ②と⑦と答えたいとき

解答番号	解 答 欄									
4	①	●	③	④	⑤	⑥	●	⑧	⑨	⑩

例えば、6 7 と表示のある問題に対して、計算等から得られた数値をマークする場合は例に従う。

例 38と答えたいとき

解答番号	解 答 欄									
6	①	②	●	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
7	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	●	⑨	⑩

2. 体積の単位リットルはLで表す。

3. 必要があれば次の値を用いなさい。

原子量：H = 1.0      C = 12      N = 14      O = 16      F = 19      Na = 23      Cl = 35.5

K = 39      Cr = 52      Ag = 108      Au = 197

絶対温度  $T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273$       気体定数  $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

1 次の問い(問1～6)に答えよ。

問1 次のa～eの文中の「酸素」を、単体の意味で用いているものには①を、それ以外の意味で用いているものには②をマークせよ。

- a 人体中に酸素は質量比で約65%含まれる。
- b 酸素は価電子を6個もつ。
- c 酸素はオゾンの同素体である。
- d 酸素は水にわずかに溶解する。
- e 水を電気分解すると酸素と水素が発生する。

問2 次の原子において、陽子数が中性子数より多いものには①を、少ないものには②を、等しいものには③をそれぞれマークせよ。

$^{16}\text{N}$

$^{26}\text{Al}$

$^{31}\text{S}$

$^{41}\text{K}$

問3 ハロゲン化水素 HF, HCl, HBr, HI を、酸としての強さの順および沸点の高い順に並べたときに正しいものはどれか。次の①～⑥のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

酸としての強さの順  沸点の高い順

- ① HF > HCl > HBr > HI  
② HF > HBr > HCl > HI  
③ HF > HI > HBr > HCl  
④ HI > HBr > HCl > HF  
⑤ HI > HCl > HF > HBr  
⑥ HI > HF > HBr > HCl

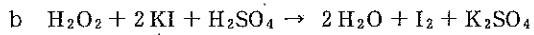
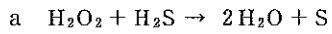
問4 次のa～cの物質質量(mol)を小さい順に並べたときに正しいものはどれか。下の①～⑥のうちから1つ選べ。

- a 金 1.96 g  
b 質量パーセント濃度 0.900% の塩化ナトリウム水溶液 64.5 g を蒸発乾固して得られる結晶  
c 次亜塩素酸ナトリウム五水和物 165 mg が塩酸と完全に反応したときに生じる塩素分子
- ①  $a < b < c$                       ②  $a < c < b$                       ③  $b < a < c$   
④  $b < c < a$                       ⑤  $c < a < b$                       ⑥  $c < b < a$

問5 次のa～cの反応で、下線部の物質がブレンステッド・ローリーの塩基としてはたらいっているものはどれか。下の①～⑦のうちから1つ選べ。

- a  $\underline{\text{NH}_3} + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$   
b  $\text{CO}_3^{2-} + \underline{\text{H}_2\text{O}} \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$   
c  $\text{HSO}_4^- + \underline{\text{H}_2\text{O}} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$
- ① a                      ② b                      ③ c                      ④ a, b  
⑤ b, c                      ⑥ a, c                      ⑦ a, b, c

問 6 次の a, b の反応における過酸化水素  $\text{H}_2\text{O}_2$  のはたらきについての記述で、正しい組合せはどれか。下の①～⑨のうちから 1 つ選べ。 14



	a	b
①	酸化剤としてはたらいっている。	酸化剤としてはたらいっている。
②	酸化剤としてはたらいっている。	酸化剤としても還元剤としてもはたらいっていない。
③	酸化剤としてはたらいっている。	還元剤としてはたらいっている。
④	酸化剤としても還元剤としてもはたらいっていない。	酸化剤としてはたらいっている。
⑤	酸化剤としても還元剤としてもはたらいっていない。	酸化剤としても還元剤としてもはたらいっていない。
⑥	酸化剤としても還元剤としてもはたらいっていない。	還元剤としてはたらいっている。
⑦	還元剤としてはたらいっている。	酸化剤としてはたらいっている。
⑧	還元剤としてはたらいっている。	酸化剤としても還元剤としてもはたらいっていない。
⑨	還元剤としてはたらいっている。	還元剤としてはたらいっている。

2 次の文章を読み、下の問い(問1, 2)に答えよ。

塩化物イオン  $\text{Cl}^-$  を含む試料水溶液に、濃度既知の硝酸銀  $\text{AgNO}_3$  水溶液を滴下すると、塩化銀  $\text{AgCl}$  の白色沈殿が生じる。滴下を続けると沈殿の量は増え、最終的にはほぼすべての  $\text{Cl}^-$  イオンが  $\text{AgCl}$  として沈殿するが、沈殿の量の変化を観察しても反応の終点は判りにくい。そこで、試料水溶液にあらかじめ指示薬としてクロム酸カリウム  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  を加えておくと、過剰の  $\text{Ag}^+$  イオンはクロム酸イオン  $\text{CrO}_4^{2-}$  と反応してクロム酸銀  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  の赤褐色沈殿が生じるので、この沈殿の色が見えたときの  $\text{AgNO}_3$  水溶液の滴下量をもって反応の終点とする。すなわち、試料水溶液中のはじめの  $\text{Cl}^-$  イオンの物質量は、 $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  の沈殿が生じるまで加えられた  $\text{Ag}^+$  イオンの物質量と等しいとみなす。ここで、 $\text{AgCl}$  の溶解度積を  $2.0 \times 10^{-10} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ 、 $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  の溶解度積を  $1.0 \times 10^{-12} \text{ mol}^3/\text{L}^3$  とする。

問1 塩化物イオン  $\text{Cl}^-$  を含むある試料水溶液 A 10.0 mL に少量の  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  水溶液を加え、0.020 mol/L の  $\text{AgNO}_3$  水溶液で滴定すると、はじめに  $\text{AgCl}$  の白色沈殿が生じ、さらに全滴下量が 5.0 mL のところで  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  の赤褐色沈殿が生じた。試料水溶液 A に含まれる  $\text{Cl}^-$  イオンの濃度 (mol/L) を有効数字 2 桁で求めよ。  には一の位の数字を、 には小数第 1 位の数字を、 には 1 桁のべき乗の数字をマークせよ。小数第 2 位以下がある場合には四捨五入せよ。

$$\text{15} . \text{16} \times 10^{-\text{17}} \text{ mol/L}$$

問2 下線部アのときに、次の(1)~(3)に答えよ。ただし、 $\text{CrO}_4^{2-}$  イオンの濃度を  $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$  とする。

(1)  $\text{Ag}^+$  イオンの濃度 (mol/L) を有効数字 2 桁で求めよ。  には一の位の数字を、 には小数第 1 位の数字を、 には 1 桁のべき乗の数字をマークせよ。小数第 2 位以下がある場合には四捨五入せよ。

$$\text{18} . \text{19} \times 10^{-\text{20}} \text{ mol/L}$$

(2)  $\text{Cl}^-$  イオンの濃度 (mol/L) を有効数字 2 桁で求めよ。  には一の位の数字を、 には小数第 1 位の数字を、 には 1 桁のべき乗の数字をマークせよ。小数第 2 位以下がある場合には四捨五入せよ。

$$\text{21} . \text{22} \times 10^{-\text{23}} \text{ mol/L}$$

(3) 試料水溶液 A に含まれていた  $\text{Cl}^-$  イオンの何%が水溶液中に残っているか。有効数字 2 桁で求めよ。  には一の位の数字を、 には小数第 1 位の数字を、 には 1 桁のべき乗の数字をマークせよ。小数第 2 位以下がある場合には四捨五入せよ。

$$\text{24} . \text{25} \times 10^{-\text{26}} \%$$

3 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。

紫外線(UV)は可視光線よりも波長が  い光であり、波長により UV-A(315～400 nm)、UV-B(280～315 nm)、UV-C(100～280 nm)の3つに区分される。光のもつエネルギーは波長に反比例して高くなり、光の波長が短くなるほど生物にとって有害となることが多い。そのため遮るものもなく太陽光に含まれる紫外線全量が地表に到達していた時期には、地上に生命は存在できなかつた。海中に光合成生物が誕生し、少しずつ蓄積された酸素の一部が太陽光によりオゾンとなり、 にオゾン層が形成されると、UV-CのすべてとUV-Bのほとんどが地表まで届かなくなり、ようやく地上に生命が存在できるようになった。

現在、大気中のオゾンを地表に集めると、地表面積1 cm<sup>2</sup> 当たり平均  $8.1 \times 10^{18}$  個存在すると推定され、これは標準状態にすると厚さ3 mm にしかない。このオゾンがフロン<sup>4</sup>の影響により分解され続けていることはよく知られている。特に、 上空でその影響は大きく、その量は季節によって  $\frac{1}{3}$  にまで減少することもある。オゾンの減少でもっとも懸念されるのが、地表に到達するUV-Bの増加である。UV-Cは大気中のオゾンや酸素によってすべて吸収され、地表には到達しないが、UV-Bの地表への到達割合は大気中のオゾンの量によって大きく変動する。

問1  ～  に当てはまる語句として最も適切なものを、次の①～⑦のうちからそれぞれ1つずつ選べ。

- ① 熱圏(地上80～500 km 付近)    ② 成層圏(地上11～50 km 付近)    ③ 対流圏(地上0～11 km 付近)  
④ 赤道    ⑤ 極地    ⑥ 長    ⑦ 短

問2 オゾンの色とにおいについて正しいものはどれか。次の①～⑧のうちから1つ選べ。

- ① 無色・無臭    ② 無色・特異臭    ③ 淡緑色・無臭    ④ 淡緑色・特異臭  
⑤ 淡青色・無臭    ⑥ 淡青色・特異臭    ⑦ 淡黄色・無臭    ⑧ 淡黄色・特異臭

問3 下線部アについて、酸素が標準状態で  $1.68 \times 10^{17}$  L 存在し、太陽光の影響によりオゾンが  $2.5 \times 10^{13}$  mol 発生したとすると、酸素はもとの何%が消費されたことになるか。最も適切なものを、次の①～⑩のうちから1つ選べ。

%

- ① 0.0050    ② 0.015    ③ 0.030    ④ 0.050    ⑤ 0.15  
⑥ 0.30    ⑦ 0.50    ⑧ 1.5    ⑨ 3.0    ⑩ 5.0

問 4 下線部イのフロンはフルオロカーボン類の総称である。オゾン分解能力(破壊係数)はフロン種類により異なり、トリクロロフルオロメタン  $\text{CFCl}_3$  がオゾン分解能力を 1 とすると表 1 のようになる。フロンは、波長 200 nm 付近の紫外線によって化学結合が切断され、不対電子をもつ原子(ラジカル)を生成する。オゾンはこのラジカルによって分解される。この事実から推定できるものはどれか。下の①~⑥のうちから 1 つ選べ。ただし、光をエネルギーをもった粒子の集まりとみなし、波長 1 nm の光のエネルギーは  $1.2 \times 10^5 \text{ kJ/mol}$  に相当するものとする。 32

表 1

フロン	破壊係数
トリクロロフルオロメタン $\text{CFCl}_3$	1
ジクロロフルオロメタン $\text{CHFCl}_2$	0.05
トリフルオロメタン $\text{CHF}_3$	0

- ① オゾン分解するのはおもに F 原子のラジカルで、C-F の結合を切断するのに必要なエネルギーは約  $6.0 \times 10^2 \text{ kJ/mol}$  である。
- ② オゾン分解するのはおもに F 原子のラジカルで、C-F の結合を切断するのに必要なエネルギーは約  $1.2 \times 10^5 \text{ kJ/mol}$  である。
- ③ オゾン分解するのはおもに F 原子のラジカルで、C-F の結合を切断するのに必要なエネルギーは約  $2.4 \times 10^7 \text{ kJ/mol}$  である。
- ④ オゾン分解するのはおもに Cl 原子のラジカルで、C-Cl の結合を切断するのに必要なエネルギーは約  $6.0 \times 10^2 \text{ kJ/mol}$  である。
- ⑤ オゾン分解するのはおもに Cl 原子のラジカルで、C-Cl の結合を切断するのに必要なエネルギーは約  $1.2 \times 10^5 \text{ kJ/mol}$  である。
- ⑥ オゾン分解するのはおもに Cl 原子のラジカルで、C-Cl の結合を切断するのに必要なエネルギーは約  $2.4 \times 10^7 \text{ kJ/mol}$  である。

問 5 物質には特定の波長の光を吸収する性質がある。図 1 に示すように、濃度  $c$  の物質を含む厚さ  $l$  の空間に光が入ってきたとする。このとき、入射光の強度を  $I_0$ 、透過光の強度を  $I$  とすると、式(1)の関係が成り立つことが知られている。式(1)の左辺 ( $-\log_{10} \frac{I}{I_0}$ ) は、光が空間を透過した際に強度がどの程度弱まったのかを示す指標であり、吸光度と呼ばれる。例えば、透過率が 100% のときには  $I = I_0$  となるので、吸光度は 0 となる。吸光度は、空間に含まれる物質の濃度  $c$  と空間の厚さ  $l$  に比例する(右辺)。ここで、右辺の  $\epsilon$  は物質固有の定数である。

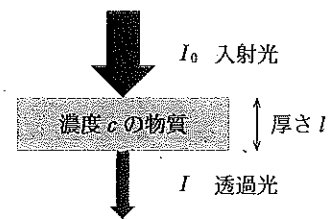


図 1

$$-\log_{10} \frac{I}{I_0} = \epsilon cl \quad (1)$$

オゾンには UV-B を吸収する性質がある。大気に入射する UV-B のうち、地表に到達する割合を 0.1% とすると、大気中に含まれるオゾンの量が  $\frac{1}{3}$  になった場合に地表に到達する UV-B の割合は式(1)を用いると、もとの何倍になるか。 33 に 1 桁のべき乗の数字をマークせよ。ただし、大気中のオゾンの分布は均一であるとする。また、太陽と地球の間の距離はつねに一定であり、太陽光の入射角度も変わらないものとする。

10 33 倍

4 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。

炭素、水素、酸素からなる化合物A(分子量146) 73 mgを完全燃焼させたところ、二酸化炭素が132 mg、水が45 mg得られた。Aに希硫酸を加えて加熱すると、酸性の化合物Bとともに中性の化合物Cおよび中性の化合物Dが得られた。Bに過マンガン酸カリウムの硫酸酸性水溶液を加えると赤紫色を脱色するとともに気体Eを生じた。CとDはそれぞれナトリウムと反応して気体を生じた。Dは二クロム酸カリウムの硫酸酸性水溶液と反応し、中性の化合物Fを生じた。C、D、Fそれぞれを水酸化ナトリウム水溶液中でヨウ素と反応させたところ、DとFでは黄色の沈殿を生じたが、Cでは沈殿を生じなかった。

問1 Aの分子式を $C_xH_yO_z$ としたとき、X、Y、Zを求めよ。

X =   Y =   Z =    
, , には十の位の数字を, , , には一の位の数字を  
 マークせよ。該当する位がない場合には①をマークせよ。

問2 Bとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。

- ① HCOOH                                      ② CH<sub>3</sub>COOH                                      ③ CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>COOH  
 ④ HOCCOOH                                      ⑤ HOOCCH<sub>2</sub>COOH                                      ⑥ HOOC(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>COOH

問3 C、Dとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちからそれぞれ1つずつ選べ。

- C                                       D   
 ① CH<sub>3</sub>OH                                      ② CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH                                      ③ CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH  
 ④ CH<sub>3</sub>CH(OH)CH<sub>3</sub>                                      ⑤ CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH(OH)CH<sub>2</sub>OH                                      ⑥ CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH(OH)CH<sub>3</sub>

問4 Eとして最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。

- ① H<sub>2</sub>                                      ② O<sub>2</sub>                                      ③ CO                                      ④ CO<sub>2</sub>                                      ⑤ CH<sub>4</sub>

問5 Cを入れた試験管内に加熱した銅線をさしこむと、刺激臭のある化合物Gを生じた。また、Dを濃硫酸とともに加熱すると、分子内での脱水反応により化合物Hを生じた。

次の記述a～eについて、G、Hのどちらが当てはまるか。下の①～④のうちからそれぞれ1つずつ選べ。

- a ベンゼンと反応してフェノールの合成原料となる。   
 b 耐熱性や耐薬品性にすぐれたメラミン樹脂の合成に使用される。   
 c 耐熱性や強度にすぐれたアラミド繊維の合成に使用される。   
 d テレフタル酸と共重合したものは透明な容器に使用される。   
 e 付加重合したものは繊維や容器に使用される。

- ① Gのみについて  
 ② Hのみについて  
 ③ GとHの両方について  
 ④ GとHのいずれでもない