

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、 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、 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}N

^{26}Al

^{31}S

^{41}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 H_2O_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ている。	酸化剤としてはたらいている。
②	酸化剤としてはたらいている。	酸化剤としても還元剤としてもはたらいていない。
③	酸化剤としてはたらいている。	還元剤としてはたらいている。
④	酸化剤としても還元剤としてもはたらいていない。	酸化剤としてはたらいている。
⑤	酸化剤としても還元剤としてもはたらいていない。	酸化剤としても還元剤としてもはたらいていない。
⑥	酸化剤としても還元剤としてもはたらいていない。	還元剤としてはたらいている。
⑦	還元剤としてはたらいている。	酸化剤としてはたらいている。
⑧	還元剤としてはたらいている。	酸化剤としても還元剤としてもはたらいていない。
⑨	還元剤としてはたらいている。	還元剤としてはたらいている。

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 Cl^- を含む試料水溶液に、濃度既知の硝酸銀 AgNO_3 水溶液を滴下すると、塩化銀 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 Cl^- イオンが 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 K_2CrO_4 を加えておくと、過剰の Ag^+ イオンはクロム酸イオン CrO_4^{2-} と反応してクロム酸銀 Ag_2CrO_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 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 Cl^- イオンの物質量は、 Ag_2CrO_4 の沈殿が生じるまで加えられた Ag^+ イオンの物質量と等しいとみなす。ここで、 AgCl の溶解度積を $2.0 \times 10^{-10} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ 、 Ag_2CrO_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 Cl^- を含むある試料水溶液 A 10.0 mL に少量の K_2CrO_4 水溶液を加え、0.020 mol/L の AgNO_3 水溶液で滴定すると、はじめに 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 Ag_2CrO_4 の赤褐色沈殿が生じた。試料水溶液 A に含まれる Cl^- イオンの濃度 (mol/L) を有効数字 2 桁で求めよ。[15] には一の位の数字を、[16] には小数第 1 位の数字を、[17] 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。

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

問2 下線部アのときに、次の(1)~(3)に答えよ。ただし、 CrO_4^{2-} イオンの濃度を $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ とする。

(1) Ag^+ イオンの濃度 (mol/L) を有効数字 2 桁で求めよ。[18] には一の位の数字を、[19] には小数第 1 位の数字を、[20] 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。

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

(2) Cl^- イオンの濃度 (mol/L) を有効数字 2 桁で求めよ。[21] には一の位の数字を、[22] には小数第 1 位の数字を、[23] 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。

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

(3) 試料水溶液 A に含まれていた 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。[24] には一の位の数字を、[25] には小数第 1 位の数字を、[26] 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。

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

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った。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^アを地表に集めると、地表面積 1 cm^2 当たり平均 8.1×10^{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 にしかならない。このオゾンがフロン^イ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 $1.68 \times 10^{17}\text{ L}$ 存在し、太陽光の影響によりオゾンが $2.5 \times 10^{13}\text{ mol}$ 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

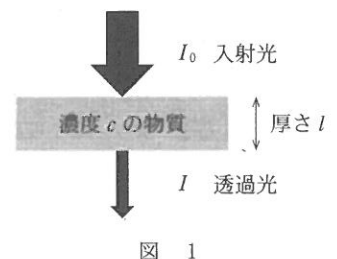
問 4 下線部イのフロンはフルオロカーボン類の総称である。オゾンを分解する能力(破壊係数)はフロンの種類により異なり、トリクロロフルオロメタン CFCl_3 がオゾン分解する能力を 1 とすると表 1 のようになる。フロンは、波長 200 nm 付近の紫外線によって化学結合が切断され、不対電子をもつ原子(ラジカル)を生成する。オゾンはこのラジカルによって分解される。この事実から推定できるものはどれか。下の①～⑥のうちから 1 つ選べ。ただし、光をエネルギーをもった粒子の集まりとみなし、波長 1 nm の光のエネルギーは $1.2 \times 10^5 \text{ kJ/mol}$ に相当するものとする。 32

表 1

フロン	破壊係数
トリクロロフルオロメタン CFCl_3	1
ジクロロフルオロメタン CHFCl_2	0.05
トリフルオロメタン 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 ϵ は物質固有の定数である。



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

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

