

試験問題(択一式) — 理 科(化学)

受 験 番 号

受 験 心 得

1. この試験問題は、指示があるまで開かないこと。
2. 試験問題には、受験番号を忘れずに記入すること。
3. 問題数は20問である。
4. 試験時間は、13時50分から14時50分までの60分間である。
5. 携帯電話等は、電源を切り、使用できない状態にすること。
6. 解答用紙には、解答欄以外に次の記入欄があるので、試験係官の指示に従って、それぞれ正確に記入しマークすること。

① 氏名欄、受験番号欄

氏名、受験番号を解答用紙の氏名欄、受験番号欄に記入すること。

② 性別欄、志願区分欄

性別、志願区分を解答用紙の性別欄、志願区分欄に正確にマークすること。

③ 受験地本名欄 (※自衛官候補看護学生受験者のみマークすること)

受験番号に記載されている受験地本名を、受験地本名欄から選び、正確にマークすること。

(例) 受験地本名が札幌の場合

受験地本名 (※自衛官候補看護学生受験者のみマークすること)				
札幌: <input type="radio"/>	栃木: <input type="radio"/> 12	石川: <input type="radio"/> 23	鳥取: <input type="radio"/> 34	長崎: <input type="radio"/> 45
函館: <input type="radio"/> 02	群馬: <input type="radio"/> 13	福井: <input type="radio"/> 24	島根: <input type="radio"/> 35	大分: <input type="radio"/> 46

④ 受験地名欄 (※技官候補看護学生受験者のみマークすること)

受験番号に記載されている受験地名を、受験地名欄から選び、正確にマークすること。

(例) 受験地名が所沢の場合

受験地名 (※技官候補看護学生受験者のみマークすること)					
札幌: <input type="radio"/> 01	所沢: <input checked="" type="radio"/>	名古屋: <input type="radio"/> 05	広島: <input type="radio"/> 07	福岡: <input type="radio"/> 09	宮崎: <input type="radio"/> 11
仙台: <input type="radio"/> 02	金沢: <input type="radio"/> 04	大阪: <input type="radio"/> 06	高松: <input type="radio"/> 08	熊本: <input type="radio"/> 10	那覇: <input type="radio"/> 12

⑤ 番号欄

受験番号に記載されている4桁の数字を記入し、正確にマークすること。

(例) 4桁の数字が1012の場合

番 号			
1	0	1	2
<input type="radio"/> 0	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> 0	<input type="radio"/> 0
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> 1
<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 2	<input checked="" type="radio"/>

← 記入

⑥ 科目欄

理科(化学)を選び、正確にマークすること。

⑦ 問21から問50までの解答欄は用いないので、記入しないこと。

7. 受験番号や解答が正しくマークされていない場合や、解答を訂正するときの消しゴムのカスなどで、採点されない場合があるので、注意すること。

8. 解答はすべてマークシート方式となるので、各設問について最も適切な解答を1つ選択し、マークすること。

(例) 設問1に対して、(3)と解答する場合

解 答 マ ー ク 欄					
問 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5

特に指定がない限り、気体は理想気体としてふるまうものとする。

圧力に指定のない場合は、大気圧 ( $1.01 \times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg}$ ) とする。

必要があれば以下の数値を用いよ。

アボガドロ定数： $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

標準状態 ( $0^\circ\text{C}$ ,  $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ ) における気体 1 mol の体積： $22.4 \text{ L}$

原子量： $\text{H} = 1.0$ ,  $\text{C} = 12$ ,  $\text{O} = 16$ ,  $\text{Al} = 27$ ,  $\text{S} = 32$ ,  $\text{K} = 39$ ,  $\text{Cr} = 52$ ,  $\text{Cu} = 64$

次の問（問1～問20）に答えよ。選択肢(1)～(5)の中からあてはまるものを一つ選べ。

問1  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  のイオン半径の大小が正しいものはどれか。

- (1)  $\text{Cl}^- > \text{K}^+ > \text{Ca}^{2+}$
- (2)  $\text{Cl}^- > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+$
- (3)  $\text{K}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Cl}^-$
- (4)  $\text{K}^+ > \text{Cl}^- > \text{Ca}^{2+}$
- (5)  $\text{Ca}^{2+} > \text{K}^+ > \text{Cl}^-$

問2 次のうち、極性分子はいくつあるか。正しい数を選べ。

水, ヨウ素, アンモニア, メタノール, ベンゼン

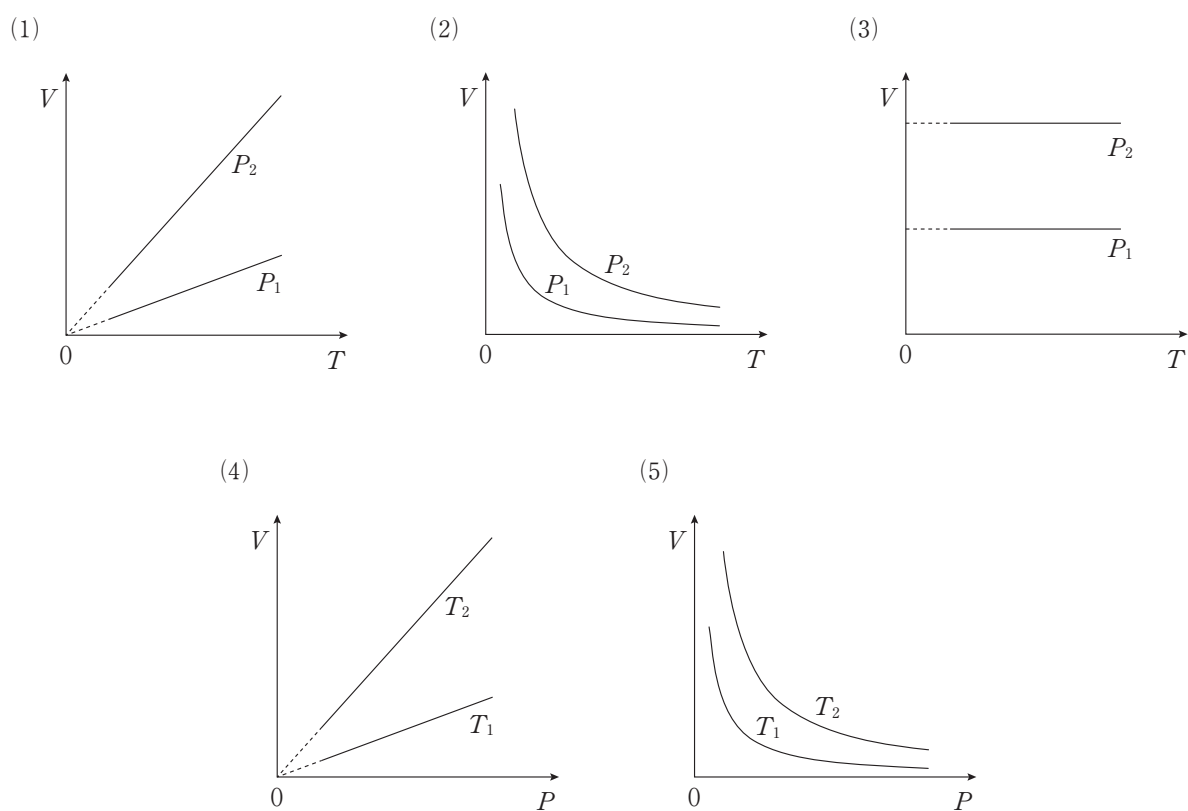
- (1) 1
- (2) 2
- (3) 3
- (4) 4
- (5) 5

問3 次の化合物の 1 mol/L の水溶液を Pt 電極を用いて電気分解した。陰極で水素が発生するものはいくつあるか。正しい数を選べ。

$\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{AgNO}_3$

- (1) 1
- (2) 2
- (3) 3
- (4) 4
- (5) 5

問4 1 mol の理想気体の性質に関して、正しい関係を表しているグラフはどれか。ただし、 $V$ は体積、 $P$ は圧力、 $T$ は絶対温度とし、 $T_2 > T_1$ ,  $P_2 > P_1$ とする。



問5 プロパン  $C_3H_8$  と空気の混合気体があり、その体積は標準状態 ( $0^\circ C$ ,  $1.01 \times 10^5 Pa$ ) で  $12.4 L$  であった。この混合気体を燃焼させたところ、プロパン  $C_3H_8$  は完全燃焼し、燃焼後の混合気体の体積は標準状態で  $11.2 L$  であった。燃焼前の混合気体中に含まれるプロパンの体積は標準状態で何  $L$  か。ただし、空気は窒素  $N_2$  : 酸素  $O_2 = 4 : 1$  (体積比) の混合気体とする。また、燃焼後に生じた水はすべて液体であり、液体の体積および水への気体の溶解は無視するものとする。

- (1) 0.20 L      (2) 0.40 L      (3) 0.60 L      (4) 0.80 L      (5) 1.0 L

問6 ベンゼン  $C_6H_6$   $60.0 g$  に酢酸  $CH_3COOH$   $1.20 g$  を溶かした溶液の凝固点は  $4.61^\circ C$  であった。ベンゼンの凝固点を  $5.50^\circ C$ 、ベンゼンのモル凝固点降下を  $5.12 K \cdot kg/mol$  として、この溶液中における酢酸の見かけの分子量はどれか。

- (1) 60      (2) 89      (3) 102      (4) 115      (5) 120

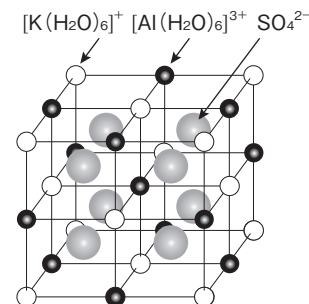
問7 ヘリウム He, ネオン Ne, アルゴン Ar の単体に関する次の文㉗～㉜のうち、誤りを含む文をすべて選んだものはどれか。

- ㉗ 最外殻電子の数はいずれも 8 個である。
- ㉘ 価電子の数はいずれも 0 個である。
- ㉙ イオン化エネルギーの大きさは、He > Ne > Ar の順で小さくなる。
- ㉚ He, Ne, Ar のうち、He は大気中の存在率（体積 %）が最も高い。
- ㉛ 圧力  $1.01 \times 10^5$  Pa における沸点は、Ar > Ne > He の順で低くなる。

- (1) ㉗, ㉚ (2) ㉘, ㉙ (3) ㉚, ㉛ (4) ㉗ (5) ㉛

問8 次の文㉗～㉜のうち、下線部に誤りを含む文をすべて選んだものはどれか。

- ㉗ アルミニウムの製法である熔融塩電解において、加熱して融解した氷晶石  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  は、原料である酸化アルミニウム  $\text{Al}_2\text{O}_3$  を溶かすために用いられている。
- ㉘ アルミニウムよりも銅の方が電気伝導度は大きいが、高電圧用送電線にはアルミニウムが多く用いられるのは、密度が低く、軽いためである。
- ㉙ アルミニウム単体、酸化アルミニウム  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、水酸化アルミニウム  $\text{Al}(\text{OH})_3$  は、それぞれ水酸化ナトリウム水溶液と反応した場合、いずれも水素を発生する。
- ㉚ アルミニウム単体、酸化アルミニウム  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、水酸化アルミニウム  $\text{Al}(\text{OH})_3$  は、それぞれ塩酸と反応した場合、いずれも同じ塩を生成する。
- ㉛ 組成式  $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  で表される複塩は、水がそれぞれ配位した  $\text{Al}^{3+}$  と  $\text{K}^+$  がいずれも  $\text{NaCl}$  型の単位格子をとる（右図）。この単位格子を 8 等分した小立方体のすき間に  $\text{SO}_4^{2-}$  が位置している。単位格子の一辺の長さは  $1.20 \times 10^{-9}$  m である。上記の結晶構造から、密度は  $2.6 \text{ g/cm}^3$  と求められる。ただし、 $1.20^3 = 1.70$  とする。



- (1) ㉗, ㉙ (2) ㉘, ㉚ (3) ㉙, ㉛ (4) ㉚ (5) ㉛

問9 次の文章中の下線部㉗～㉙にはそれぞれ括弧【 】内の a～c のいずれかがあてはまる。正しく選んだ組合せとして最も適当なものはどれか。

亜鉛の単体は、㉗【a 黒色, b 白色, c 黄色】の  $\text{ZnS}$  を酸化亜鉛にし、これを還元すると得られる。亜鉛の用途として、電池の㉘【a 正極, b 負極, c 陰極】とトタンが挙げられる。この 2 つの用途は、いずれも㉙【a 両性, b 融点が高い, c イオン化傾向が大きい】という亜鉛の特徴を利用している。

	㉗	㉘	㉙
(1)	a	b	a
(2)	a	c	b
(3)	b	a	a
(4)	b	b	c
(5)	c	c	c

問10 次の㉗～㉛の反応に関する記述として誤りを含むものはどれか。

- ㉗ 炭酸水素ナトリウムを加熱すると化合物 A, 気体 a, 水が生成した。
- ㉘ 硫化鉄(II)に希塩酸を加えると化合物 B と気体 b が生成した。
- ㉙ 二酸化ケイ素と炭素を混合し, 加熱融解すると単体 C と気体 c が生成した。
- ㉚ マグネシウムに希塩酸を加えると化合物 D と気体 d が生成した。
- ㉛ 銀に希硝酸を加えると化合物 E, 気体 e, 水が生成した。
- ㉜ 銀に濃硝酸を加えると㉛と同じ化合物 E, 気体 f, 水が生成した。

- (1) A～Eのうち, 常温の水に溶解しないものは1つである。
- (2) A～Eのうち, ㉗～㉛それぞれの反応により酸化数が増加した元素を含むものは1つである。
- (3) a～fのうち, 水に溶かすと強酸性を示すものは1つである。
- (4) a～fのうち, ㉗～㉛それぞれの反応により酸化数が減少した元素を含むものは3つである。
- (5) ㉗～㉛のうち, 「弱酸の塩」 + 「強酸」  $\longrightarrow$  「強酸の塩」 + 「弱酸」の反応形式に従う反応は1つである。

問11 硫酸酸性下, 0.100 mol/L の二クロム酸カリウム水溶液を用いて, 濃度  $x$  [mol/L] の硫酸鉄(II)水溶液 100 mL の酸化還元滴定を行った。滴定の終点において, 二クロム酸カリウム水溶液の滴下量は 15.0 mL であった。 $x$  の値として最も適当なものはどれか。

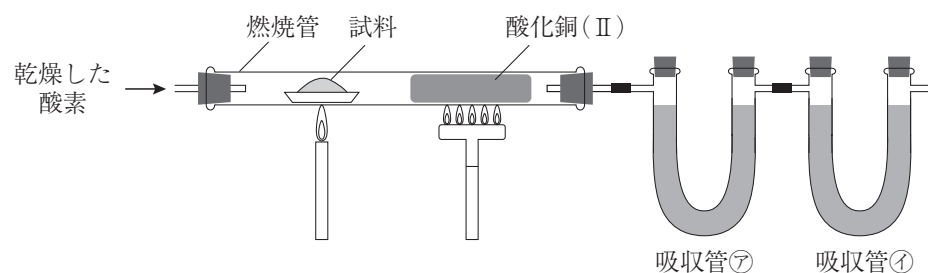
- (1)  $9.00 \times 10^{-2}$       (2)  $4.50 \times 10^{-2}$       (3)  $2.50 \times 10^{-3}$       (4)  $4.50 \times 10^{-3}$       (5)  $9.00 \times 10^{-3}$

問12 マンガンとその化合物に関する次の文㉗～㉛のうち, 正しい文をすべて選んだ組合せはどれか。

- ㉗ マンガンは, 主に単体として天然に存在する。
- ㉘ マンガンの単体は, 塩基性水溶液によく溶ける。
- ㉙ 酸化マンガン(IV)は, HCl から塩素を発生させる反応の触媒に用いられる。
- ㉚ 酸化マンガン(IV)は,  $H_2O_2$  から酸素を発生させる反応の触媒に用いられる。
- ㉛ 酸化マンガン(IV)は, 塩基性条件で過マンガン酸イオンが還元されることにより得られる。

- (1) ㉗, ㉙      (2) ㉗, ㉚      (3) ㉘, ㉙      (4) ㉘, ㉛      (5) ㉚, ㉛

問13 有機化合物の元素分析は、燃焼管に吸収管⑦と⑧を連結した図のような装置を用いて行う。乾燥した酸素を燃焼管へ流し、試料と酸化銅(Ⅱ)を加熱することで試料を完全燃焼させる。吸収管⑦と⑧それぞれに充填する物質名とその役割について、正しい組合せはどれか。



	⑦	⑦の役割	⑧	⑧の役割
(1)	ソーダ石灰	二酸化炭素を吸収する	塩化カルシウム	水を吸収する
(2)	ソーダ石灰	水を吸収する	塩化カルシウム	二酸化炭素を吸収する
(3)	塩化カルシウム	二酸化炭素を吸収する	ソーダ石灰	水を吸収する
(4)	塩化カルシウム	水を吸収する	ソーダ石灰	二酸化炭素を吸収する
(5)	塩化ナトリウム	二酸化炭素を吸収する	ソーダ石灰	水を吸収する

問14 炭素、水素、酸素のみからなる有機化合物の試料 21.0 mg を元素分析装置で完全燃焼させたところ、二酸化炭素 30.8 mg, 水 12.6 mg を生じた。また、この有機化合物の分子量は 90 であった。この有機化合物の分子式として適当なものはどれか。

- (1)  $C_2H_4O_2$       (2)  $C_2H_2O_4$       (3)  $C_3H_6O_3$       (4)  $C_4H_4O_3$       (5)  $C_4H_{10}O_2$

問15 アセチレン 1 mol に、水、水素、塩化水素、酢酸それぞれ 1 mol が付加した化合物の示性式として正しい組合せはどれか。

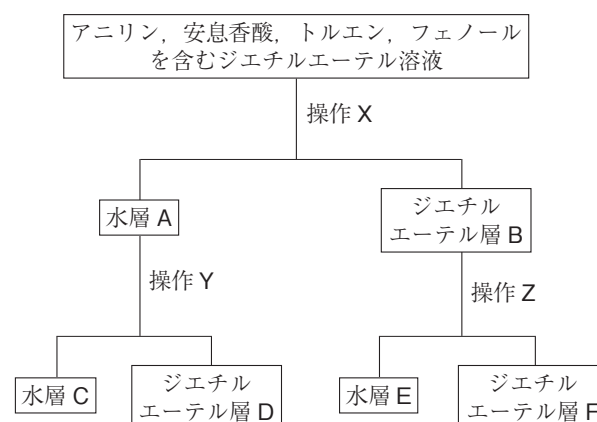
	水	水素	塩化水素	酢酸
(1)	$CH_3CHO$	$CH_2=CH_2$	$CH_3CH_2Cl$	$CH_2=CHOCOCH_3$
(2)	$CH_3CHO$	$CH_2=CH_2$	$CH_2=CHCl$	$CH_2=CHOCOCH_3$
(3)	$CH_3CHO$	$CH_3CH_3$	$CH_2=CHCl$	$CH_2=CHOCH_3$
(4)	$CH_3CH_2OH$	$CH_2=CH_2$	$CH_3CH_2Cl$	$CH_3CH_2OCOCH_3$
(5)	$CH_3CH_2OH$	$CH_3CH_3$	$CH_3CH_2Cl$	$CH_3CH_2OCOCH_3$

問16 有機化合物 A, B, C, D は,  $C_4H_{10}O$  の分子式をもち, 温度  $40^\circ C$  において液体である。炭素鎖が直鎖状構造であるのは A, B のみであり, 鏡像異性体が存在するのは B のみである。A, B, C, D をそれぞれ穏やかに酸化すると, A と C はアルデヒドを, B はケトンを生産する。D は酸化剤によって酸化されにくい性質をもつ。A, B, C, D の構造式それぞれを㉗~㉟からすべて正しく選んだ組合せはどれか。

- ㉗  $C(CH_3)_3-OH$
- ㉘  $CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$
- ㉙  $CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3$
- ㉚  $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-OH$
- ㉛  $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$

	A	B	C	D
(1)	㉘	㉙	㉚	㉗
(2)	㉙	㉚	㉛	㉘
(3)	㉚	㉙	㉛	㉘
(4)	㉛	㉘	㉚	㉗
(5)	㉛	㉙	㉚	㉗

問17 アニリン, 安息香酸, トルエン, フェノールを含むジエチルエーテル溶液がある。4つの成分を水層 C, ジエチルエーテル層 D, 水層 E, ジエチルエーテル層 F それぞれに分離するため, 図に示す順序で操作 X, Y, Z を行なった。操作 X, Y, Z の組合せとして適当なものはどれか。



	X	Y	Z
(1)	$NaHCO_3$ 水溶液を加えてよく振る	希塩酸とジエチルエーテルを加えてよく振る	水を加えて $CO_2$ を通じてからよく振る
(2)	$NaOH$ 水溶液を加えてよく振る	$CO_2$ を通じてからジエチルエーテルを加えてよく振る	希塩酸を加えてよく振る
(3)	$NaOH$ 水溶液を加えてよく振る	$NaHCO_3$ 水溶液とジエチルエーテルを加えてよく振る	希塩酸を加えてよく振る
(4)	希塩酸を加えてよく振る	$NaOH$ 水溶液とジエチルエーテルを加えてよく振る	$NaHCO_3$ 水溶液を加えてよく振る
(5)	希塩酸を加えてよく振る	$NaHCO_3$ 水溶液とジエチルエーテルを加えてよく振る	水を加えて $CO_2$ を通じてからよく振る

問18 次の㉗～㉕の操作で起こる反応の名称として正しい組合せはどれか。

- ㉗ ベンゼンに濃硫酸を加えて加熱する。
- ㉘ アニリンを希塩酸に溶かし、冷却しながら亜硝酸ナトリウム水溶液を加える。
- ㉙ ベンゼンに濃硫酸と濃硝酸の混合物を作用させる。
- ㉚ サリチル酸とメタノールの混合物に少量の濃硫酸を加えて加熱する。

	㉗	㉘	㉙	㉚
(1)	スルホン化	ジアゾ化	ニトロ化	エステル化
(2)	スルホン化	ジアゾ化	ニトロ化	アセチル化
(3)	エステル化	ハロゲン化	ニトロ化	アセチル化
(4)	エステル化	ハロゲン化	スルホン化	アセチル化
(5)	ニトロ化	ハロゲン化	スルホン化	エステル化

問19 グルコースとスクロースの混合物 7.20 g に十分な量のフェーリング液を加えて加熱し、生じた酸化銅(Ⅰ)  $\text{Cu}_2\text{O}$  の沈殿を集めて乾燥させ、その質量を測定したところ、2.88 g であった。この混合物中のグルコースの質量百分率として最も適当なものはどれか。ただし、還元性の糖 1 mol から酸化銅(Ⅰ) 1 mol が生成する。

- (1) 25.0%      (2) 34.5%      (3) 47.5%      (4) 50.0%      (5) 57.5%

問20 グリシン水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を徐々に加え、グリシン水溶液中の双性イオン濃度  $[\text{G}^\pm]$  と陰イオン濃度  $[\text{G}^-]$  が等しくなったときの溶液の pH は 9.5 であった。このとき、



の電離定数として最も適当なものはどれか。ただし、陽イオン  $\text{G}^+$  の存在は無視できるものとする。

- (1)  $1.0 \times 10^{-9.5}$  mol/L
- (2)  $2.0 \times 10^{-9.5}$  mol/L
- (3)  $3.0 \times 10^{-9.5}$  mol/L
- (4)  $4.0 \times 10^{-9.5}$  mol/L
- (5)  $5.0 \times 10^{-9.5}$  mol/L









