

# 化 学

(注意) 解答はすべて解答用紙にマークすること。

なお、気体はすべて標準状態として存在するものとする。

必要があれば、以下の数値を用いて計算せよ。

原子量：H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Cl = 35.5, Ca = 40

気体定数： $8.31 \times 10^3$  (Pa·L)/(K·mol), 気体の標準状態：0℃,  $1.01 \times 10^5$  Pa

アボガドロ定数： $6.02 \times 10^{23}$ /mol

1 以下の各問いに答えよ。〔解答は 1 - ア ~ キ〕

(1) 気体が液体となる状態変化を示す用語を解答群から一つ選べ。

〔解答は 1 - ア〕

〔解答群〕 ① 蒸発 ② 融解 ③ 昇華 ④ 凝縮 ⑤ 凝固

(2) 二酸化ケイ素 ( $\text{SiO}_2$ ) でできたガラスを腐食する酸を解答群から一つ選べ。

〔解答は 1 - イ〕

〔解答群〕 ① 酢酸 ② フッ酸 ③ 塩酸 ④ 硝酸 ⑤ 塩素酸

(3) 最外殻の電子数が8ではない希ガス (貴ガス) を解答群から一つ選べ。

〔解答は 1 - ウ〕

〔解答群〕 ① ヘリウム ② ネオン ③ アルゴン ④ クリプトン ⑤ キセノン

(4) 強酸と弱塩基からなる正塩を解答群から一つ選べ。

〔解答は 1 - エ〕

〔解答群〕 ① 酢酸ナトリウム ② 炭酸ナトリウム ③ 塩化アンモニウム  
④ 塩化ナトリウム ⑤ 硝酸カリウム

(5) 石灰石の主成分は炭酸カルシウム ( $\text{CaCO}_3$ ) である。不純物を含む石灰石 12.5 g に過剰の塩酸を注ぐと、二酸化炭素が標準状態で  $2.24 \times 10^3$  mL 発生した。不純物は塩酸と反応しないものとして、この石灰石中の炭酸カルシウムの含有率 (質量百分率) は何%か。解答群から一つ選べ。

〔解答は 1 - オ〕

〔解答群〕 ① 55% ② 60% ③ 65% ④ 70%  
⑤ 75% ⑥ 80% ⑦ 85%

(6) 以下の化合物あるいはイオンについて、下線を引いた原子の酸化数が最も大きいものはどれか。

〔解答は  -  〕

〔解答群〕 ①  $\underline{\text{N}}\text{H}_3$       ②  $\underline{\text{S}}\text{O}_4^{2-}$       ③  $\text{H}\underline{\text{C}}\text{I}\text{O}_3$       ④  $\underline{\text{Mn}}\text{O}_2$       ⑤  $\underline{\text{C}}\text{O}_3^{2-}$

(7) 以下の文章の中で誤っているものを一つ選べ。

〔解答は  -  〕

- 〔解答群〕 ① アルミニウムは電気をよく伝える性質があるので、送電線などの電気材料としても多く用いられている。
- ② 鉄は最も多く製錬・生産されている金属であり、銅・アルミニウムと同様に送電線としての利用が最も多い。
- ③ 陶磁器は、粘土にけい砂などを加えたものを成形して、それを乾燥した後 700～1500℃で焼いたものである。
- ④ プラスチックは主に石油を原料として人工的につくられ、電気絶縁性にすぐれて加工しやすいといった特徴をもつ。
- ⑤ ガラスは、一般的に透明で耐熱性や耐薬品性が高い。数百℃に熱すると軟らかくなり、冷えると固まるので、自由な形に成形できる。

2 以下の各問いに答えよ。〔解答は 2 - ア ~ コ〕

次の文章は化学反応について述べたものである。以下の問いに答えよ。

化学反応が進むにつれて、反応物の量はしだいに減少し、生成物の量はしだいに増加する。反応の速さは、一般的に単位時間あたりの反応物、あるいは生成物の変化量で表し、これを ア という。ア は、一般的に反応物の イ が大きいほど大きくなり、反応物の イ を用いて ア を表した式を ウ , 式中の比例定数を エ という。また、オ が高い場合も ア は大きくなる。

分子どうしが反応するためには、互いに分子が衝突し、さらに衝突した分子が カ と呼ばれるエネルギーの高い中間の状態を経由しなければならない。その状態に達するのに必要な最小のエネルギーを、その反応の キ という。一般に キ が小さいほど ア は大きくなる。

反応の前後で物質自体は変化せず、ア を大きくする物質を ク という。ク を用いると、反応は キ が小さな ケ を通って反応が進行するため、ア は大きくなる。

しかし ク を加えても、コ の値は変化しない。

(1) ア として正しいものを解答群から一つ選べ。

〔解答は 2 - ア〕

- 〔解答群〕 ① 反応率                      ② 反応エネルギー                      ③ 反応促進  
                    ④ 反応速度                      ⑤ 反応分率

(2) イ として正しいものを解答群から一つ選べ。

〔解答は 2 - イ〕

- 〔解答群〕 ① 密度                      ② 粘度                      ③ 濃度                      ④ 硬度                      ⑤ 粒度

(3) ウ として正しいものを解答群から一つ選べ。

〔解答は 2 - ウ〕

- 〔解答群〕 ① 反応方程式                      ② 反応理論式                      ③ 反応公式  
                    ④ 反応数式                      ⑤ 反応速度式

(4) エ として正しいものを解答群から一つ選べ。

〔解答は 2 - エ〕

- 〔解答群〕 ① 反応定数                      ② 反応率定数                      ③ 反応分率定数  
                    ④ 反応速度定数                      ⑤ 反応比定数

(5) オ として正しいものを解答群から一つ選べ。

〔解答は 2 - オ〕

- 〔解答群〕 ① 粘度                      ② 気圧                      ③ 湿度                      ④ 密度                      ⑤ 温度

(6) として正しいものを解答群から一つ選べ。

〔解答は  - 〕

- 〔解答群〕 ① 活性化状態      ② 移動状態      ③ 融合状態  
              ④ 衝突状態      ⑤ 癒着状態

(7) として正しいものを解答群から一つ選べ。

〔解答は  - 〕

- 〔解答群〕 ① 分解エネルギー      ② 生成エネルギー      ③ 燃焼エネルギー  
              ④ 活性化エネルギー      ⑤ 分離エネルギー

(8) として正しいものを解答群から一つ選べ。

〔解答は  - 〕

- 〔解答群〕 ① 溶質      ② 触媒      ③ 溶媒      ④ 基質      ⑤ 媒体

(9) として正しいものを解答群から一つ選べ。

〔解答は  - 〕

- 〔解答群〕 ① 反応経路      ② 反応状態      ③ 衝突経路  
              ④ 融合状態      ⑤ 衝突過程

(10) として正しいものを解答群から一つ選べ。

〔解答は  - 〕

- 〔解答群〕 ① 反応熱      ② 分解熱      ③ 溶解熱  
              ④ 融解熱      ⑤ 潜熱

3 以下の各問いに答えよ。〔解答は 3 - ア ~ ク 〕

- (1) ある有機化合物 A は炭素、水素、酸素からなり、ベンゼン環を持つことがわかっている。化合物 A の分子量は 125 以下である。1.00 g の化合物 A を完全燃焼したところ、2.85 g の二酸化炭素と 0.67 g の水が発生した。化合物 A は金属ナトリウムと反応しなかった。化合物 A の分子式として適切なものを選べ。

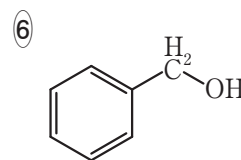
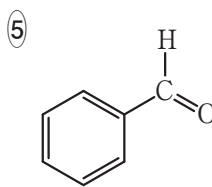
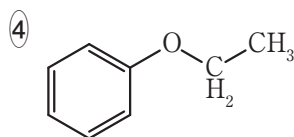
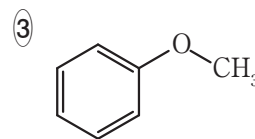
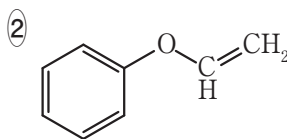
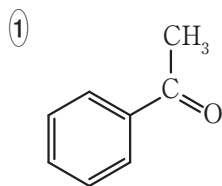
〔解答は 3 - ア 〕

〔解答群〕 ①  $C_7H_6O$       ②  $C_7H_8O$       ③  $C_8H_6O$       ④  $C_8H_8O$       ⑤  $C_8H_{10}O$

- (2) 前問(1)の化合物 A の構造式として適切なものを選べ。

〔解答は 3 - イ 〕

〔解答群〕



- (3) 以下の各気体化合物が標準状態においてそれぞれ体積 22.4 L を占めている場合、その気体化合物を完全燃焼するのに最も多量の空気を必要とするものはどれか。適切なものを選べ。

〔解答は 3 - ウ 〕

〔解答群〕 ①  $CH_2=CH_2$       ②  $CH\equiv C-CH_3$       ③  $CH\equiv CH$       ④  $CH_3-CH_3$

- (4) 有機化合物の分子式として誤りであるものを解答群より選べ。

〔解答は 3 - エ 〕

〔解答群〕 ①  $CH_4$       ②  $CH_3Cl$       ③  $CH_2Cl_2$       ④  $CH_2O$   
⑤  $CH_4O$       ⑥  $CH_4Cl$       ⑦  $C_2H_5Cl$       ⑧  $C_2H_3Cl$

- (5) 次の(a)~(f)の化合物について、アルケンに該当するものはいくつあるか。該当する数値をマークせよ。

〔解答は 3 - オ 〕

(a) ヘプタン      (b) ブテン      (c) エチレン      (d) アセチレン  
(e) エタノール      (f) プロパン

(6) 次の(a)~(e)の文章について、誤りを含むものはいくつあるか。該当する数値をマークせよ。

〔解答は  -  〕

- (a) アルコールは、分子間に水素結合が形成されることから、同程度の分子量の炭化水素に比べて、沸点や融点が高い。
- (b) ジエチルエーテルは、水より重い褐色の揮発性液体である。
- (c) ホルムアルデヒドが酸化されると、酢酸になる。
- (d) 2-プロパノールを硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で酸化すると、プロピオン酸になる。
- (e) マレイン酸とフマル酸は、シス・トランス異性体の関係にある。

(7) カルボン酸に関する解答群の文章のうち、誤りを含むものを選べ。

〔解答は  -  〕

- 〔解答群〕
- ① ギ酸は、主にホルムアルデヒドの酸化により得られる。
  - ② 酢酸は、アセトアルデヒドの酸化のほか、メタノールと一酸化炭素を原料とした工業的合成も行われている。
  - ③ プロピオン酸や酪酸は、多くの乳製品に含まれている。
  - ④ 乳酸はジカルボン酸の一種で、不斉炭素原子をもつ。
  - ⑤ ジカルボン酸であるフタル酸とテレフタル酸は、互いに異性体の関係にある。

(8) 不斉炭素と不斉合成に関する解答群の文章のうち、誤りを含むものを選べ。

〔解答は  -  〕

- 〔解答群〕
- ① ある化合物の構造を実像としたとき、実像を鏡に写した構造（鏡像）が実像と異なる場合、その化合物には鏡像異性体が存在する。
  - ② ジカルボン酸や乳酸、アミノ酸には、少なくとも一つの不斉炭素原子がある。
  - ③ アルコールの一種であるメントールには、いくつかの不斉炭素原子に基づく異性体があり、その中の一つが生活にも広く実用されている。
  - ④ 一般に光学異性体を人工的に合成すると、それらの等量化合物であるラセミ体となる。
  - ⑤ 野依良治は、特定の光学異性体のみを合成することに成功した功績から、2001年にノーベル化学賞を受賞した。

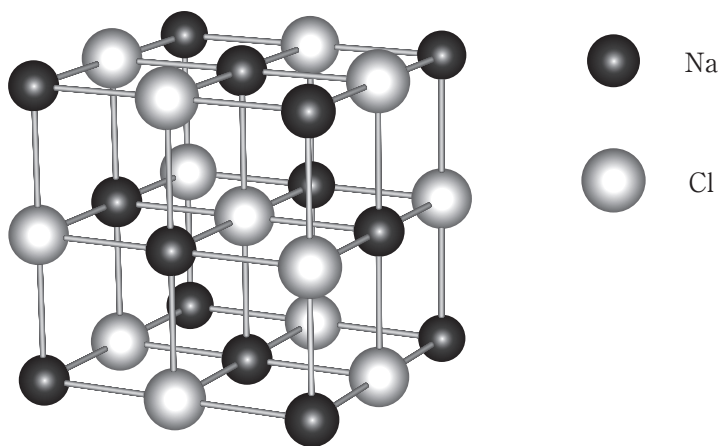
4 以下の各問いに答えよ。〔解答は 4 - ア ~ ク 〕

(1) 過酸化水素が分解して発生した気体を、水上置換でメスシリンダー内に捕集した。メスシリンダー内の気体の体積は、27℃、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  で 140 mL であった。このとき、メスシリンダー内の酸素の物質量は ア . イ  $\times 10^{-4} \text{ mol}$  である。ア , イ , ウ に当てはまる数値をそれぞれマークせよ。ただし、27℃における水の飽和蒸気圧は  $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$  とする。

〔解答は 4 - ア ~ ウ 〕

(2) 図は固体の塩化ナトリウム NaCl の単位格子を表している。この単位格子中に含まれる塩素原子の総数はいくつか。解答群から選べ。

〔解答は 4 - エ 〕



- 〔解答群〕 ① 1個      ② 2個      ③ 3個      ④ 4個  
 ⑤ 5個      ⑥ 8個      ⑦ 10個      ⑧ 12個

(3) A ~ D を各化合物、 $a \sim d$  を各係数とした次の平衡反応が成立するとき、その平衡定数  $K$  を示す式はどれか。なお、 $[A]$  は化合物 A の濃度を示す。

〔解答は 4 - オ 〕



- 〔解答群〕 ①  $K = \frac{a[A]b[B]}{c[C]d[D]}$       ②  $K = \frac{c[C]d[D]}{a[A]b[B]}$       ③  $K = \frac{(a+b)[A][B]}{(c+d)[C][D]}$   
 ④  $K = \frac{(c+d)[C][D]}{(a+b)[A][B]}$       ⑤  $K = \frac{[A]^a[B]^b}{[C]^c[D]^d}$       ⑥  $K = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$

(4) 物質の状態変化において、固体・液体・気体の三態が共存した状態となる点を何というか。解答群から選べ。

〔解答は 4 - カ 〕

〔解答群〕 ① 凝固点      ② 当量点      ③ 等電点      ④ 臨界点      ⑤ 三重点

(5) 硫酸カルシウムの特徴として誤りを含むものを解答群から選べ。

〔解答は 4 - キ 〕

- 〔解答群〕 ① 一般に、水和物の石膏（セッコウ）として天然より産出される。  
② 工業的には、アンモニアソーダ法の副生成物として得られる。  
③ 加熱すると固化し、その材料は建材などに利用される。  
④ 加熱した材料に水を加えて練ると、膨張して石膏（セッコウ）の材料に戻る。

(6) 金属イオンの分離法として、 $\text{Cu}^{2+}$ ・ $\text{Zn}^{2+}$ ・ $\text{Pb}^{2+}$ の3つのイオンを含む水溶液からそれぞれを分離したい。正しい手順は次のどれか。

〔解答は 4 - ク 〕

- 〔解答群〕 ① まず塩酸を加えて $\text{Cu}^{2+}$ を沈殿させ分離し、ろ液に硫化水素を通じて $\text{Zn}^{2+}$ を沈殿させる。  
② まず塩酸を加えて $\text{Cu}^{2+}$ を沈殿させ分離し、ろ液に硫化水素を通じて $\text{Pb}^{2+}$ を沈殿させる。  
③ まず塩酸を加えて $\text{Zn}^{2+}$ を沈殿させ分離し、ろ液に硫化水素を通じて $\text{Cu}^{2+}$ を沈殿させる。  
④ まず塩酸を加えて $\text{Zn}^{2+}$ を沈殿させ分離し、ろ液に硫化水素を通じて $\text{Pb}^{2+}$ を沈殿させる。  
⑤ まず塩酸を加えて $\text{Pb}^{2+}$ を沈殿させ分離し、ろ液に硫化水素を通じて $\text{Cu}^{2+}$ を沈殿させる。  
⑥ まず塩酸を加えて $\text{Pb}^{2+}$ を沈殿させ分離し、ろ液に硫化水素を通じて $\text{Zn}^{2+}$ を沈殿させる。