

# 化 学

各問題を解くにあたって、必要があれば次の数値を使用せよ。

原子量 H 1.0 C 12 O 16 Ca 40

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

0 °C,  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  (標準状態) で 1 mol の気体が占める体積 22.4 L

ファラデー定数  $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

【問題 1】 次の問 1～4 に答えよ。(解答番号  ～  )

問 1 純物質と混合物の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

	純物質	混合物
①	二酸化炭素	ドライアイス
②	炭酸水	過酸化水素
③	炭酸ナトリウム	炭酸水素ナトリウム
④	炭素	ダイヤモンド
⑤	スクロース	牛乳
⑥	空気	排気ガス

問 2 次の①～⑤のうち、水に溶かしたときに中性を示す塩はどれか。最も適当なものを一つ選び、番号で答えよ。

- ① 塩化カルシウム      ② 硫化ナトリウム      ③ 乳酸ナトリウム  
④ 塩化アンモニウム      ⑤ 炭酸水素ナトリウム

問3 ハロゲンに関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選び、番号で答えよ。 3

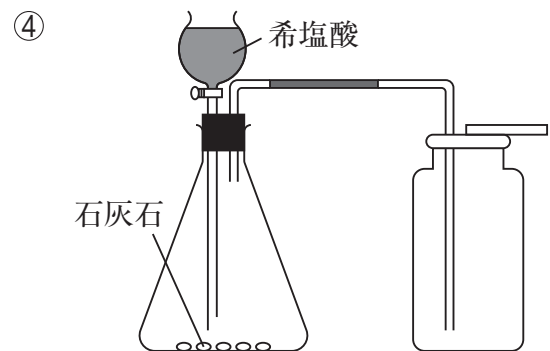
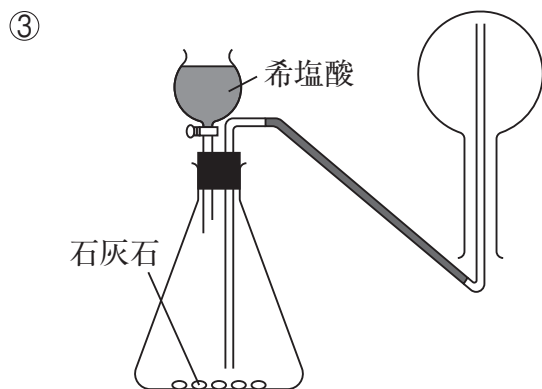
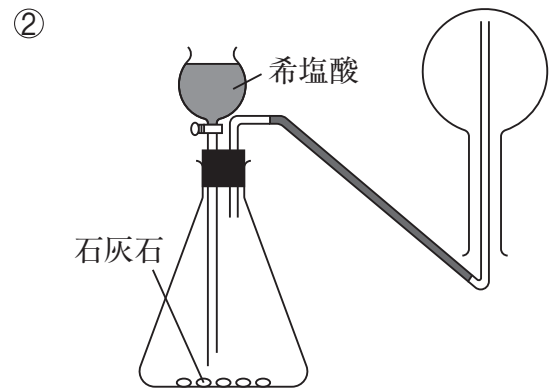
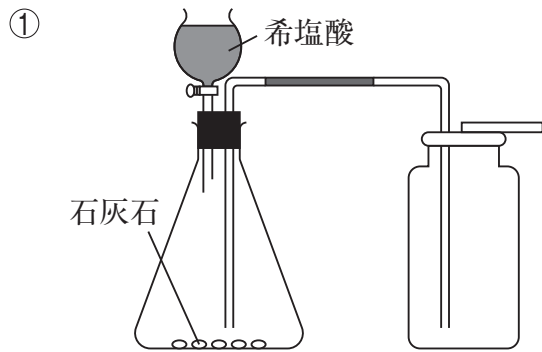
- ① 原子番号が大きいほど、原子の価電子の数は大きい。
- ② 原子番号が大きいほど、原子のイオン化エネルギーは小さい。
- ③ 塩化水素分子 HCl では、共有電子対は水素原子の方に偏っている。
- ④ ヨウ素  $I_2$  と硫化水素  $H_2S$  が反応するとき、 $I_2$  は還元剤としてはたらく。

問4 結晶の結合と特徴に関する記述として下線部に誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選び、番号で答えよ。 4

- ① 黒鉛の結晶は、各炭素原子が隣接する3個の炭素原子と共有結合して正四面体形が繰り返されてできており、 やわらかく、はがれやすい。
- ② ヨウ素の結晶は、ヨウ素分子  $I_2$  どうしが分子間力によって引き合っていてできており、やわらかく、くだけやすい。
- ③ 銅の結晶は、銅原子どうしが金属結合してできており、展性や延性に富む。
- ④ 塩化ナトリウムの結晶は、ナトリウムイオン  $Na^+$  と塩化物イオン  $Cl^-$  がイオン結合してできており、強い力が加わると割れやすい。

【問題2】 次の問1～3に答えよ。(解答番号  ～  )

問1 石灰石に希塩酸を滴下し、発生させた気体を捕集するための実験装置として最も  
適当なものを、次の①～④のうちから一つ選び、番号で答えよ。



問2 物質の三態に関する次の記述（a～f）の中で、誤りを含むものはいくつあるか。  
最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- a 物質の三態とは、物質が示す固体、液体、気体という3つの状態である。
- b 状態変化とは、温度や湿度を変化させたときの、物質の三態間での変化のことである。
- c 拡散とは、物質が自然に広がってゆく現象である。
- d 熱運動とは、物質を構成する粒子が温度に応じて行う規則的な運動である。
- e セルシウス温度（セ氏温度）とは、水の凝固点と沸点の間を100等分して1℃の温度差を定めた温度のことである。
- f 絶対温度とは、273℃を0Kとし、セルシウス温度と同じ目盛り間隔で表した温度のことである。

- ① 1            ② 2            ③ 3            ④ 4  
⑤ 5            ⑥ 6            ⑦ 0

問3 図1は水の状態図である。水の状態変化に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、後の①～⑤のうちから一つ選び、番号で答えよ。 7

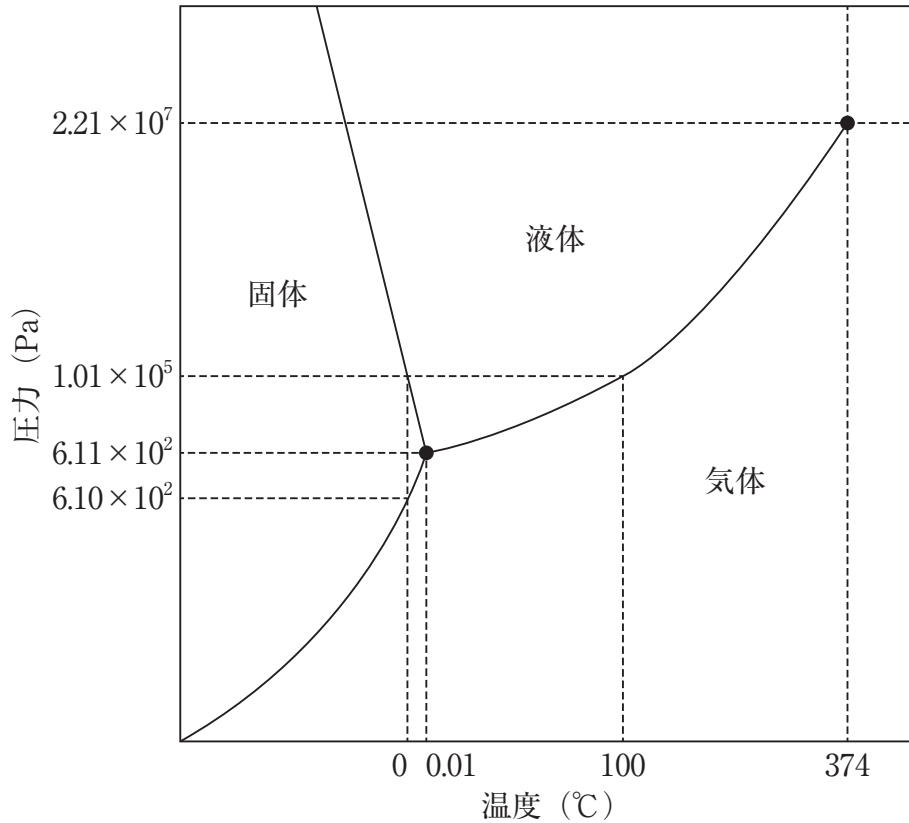


図1 水の状態図

- ①  $2 \times 10^2 \text{ Pa}$  の圧力のもとでは、氷は  $0^\circ\text{C}$  より低い温度で昇華する。
- ②  $0^\circ\text{C}$  のもとで、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  の氷にさらに圧力を加えると、氷は昇華する。
- ③  $0.01^\circ\text{C}$ 、 $6.11 \times 10^2 \text{ Pa}$  では、氷、水、水蒸気の三つの状態が共存できる。
- ④  $9 \times 10^4 \text{ Pa}$  の圧力のもとでは、水は  $100^\circ\text{C}$  より低い温度で沸騰する。
- ⑤  $100^\circ\text{C}$  のもとで、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  の水蒸気にさらに圧力を加えると、水蒸気は水に凝縮する。

【問題3】 次の問1, 2に答えよ。(解答番号  ,  )

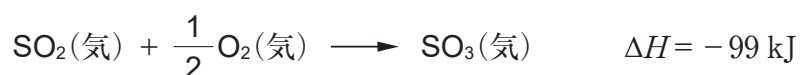
問1 次の文章の空欄 (  ~  ) に当てはまる用語の組合せとして最も適当なものを下の①~⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。

化学反応が起こると、熱が放出または吸収される。これは、反応物がもつ化学エネルギーと生成物のもつ化学エネルギーの差が熱として現れるためである。このように、一定圧力のもと、化学反応に伴って放出(吸収)される熱量を反応エンタルピーといい、 $\Delta H$ で表す。

例えば、反応物のもつ化学エネルギーが生成物のもつ化学エネルギーよりも  反応では、熱が放出されるため  反応であり、反応エンタルピーは  の値となる。

	ア	イ	ウ
①	大きい	吸熱	正
②	大きい	吸熱	負
③	大きい	発熱	正
④	大きい	発熱	負
⑤	小さい	吸熱	正
⑥	小さい	吸熱	負
⑦	小さい	発熱	正
⑧	小さい	発熱	負

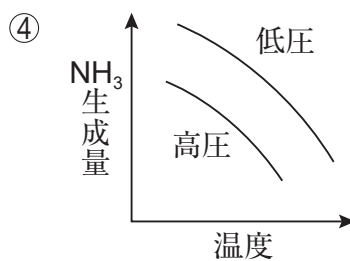
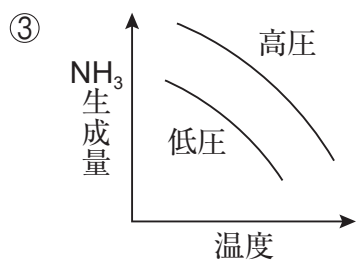
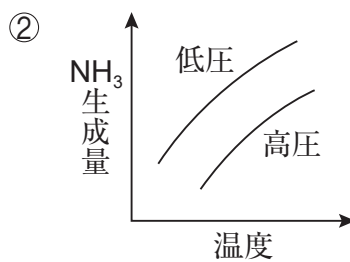
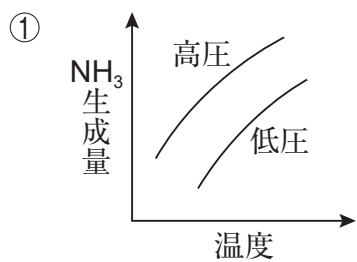
問2 次の化学反応式と反応エンタルピーを用いたとき、二酸化硫黄  $\text{SO}_2$  の生成エンタルピーは何 kJ/mol になるか。最も適当な数値を下の①~⑤のうちから一つ選び、番号で答えよ。  kJ/mol



- ① -99      ② -198      ③ -297      ④ -495      ⑤ -897

【問題4】 次の問1～3に答えよ。(解答番号  ～ )

問1  $\text{N}_2(\text{気}) + 3\text{H}_2(\text{気}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{気}) \quad \Delta H = -92 \text{ kJ}$  で表される可逆反応が平衡状態にあるとき、温度・圧力とアンモニア  $\text{NH}_3$  の生成量との関係を表した図はどれか。最も適当なものを下の①～④のうちから一つ選び、番号で答えよ。



問2 気体分子 A, B, C からなる可逆反応がある。



この反応が平衡状態になったとき、温度・圧力と C の体積百分率 [%] の関係を図 2 に示す。係数  $a$ ,  $b$ ,  $c$  の大小関係として最も適当なものはどれか。下の①～③のうちから一つ選び、番号で答えよ。 11

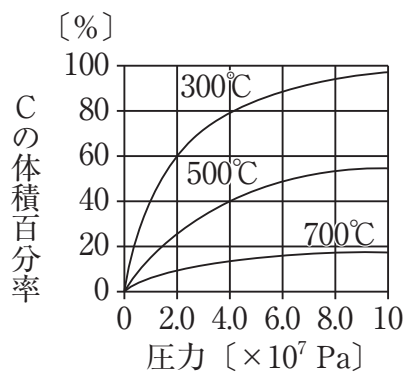


図 2

- ①  $a + b = c$       ②  $a + b > c$       ③  $a + b < c$

問3 容積一定の容器に 1.0 mol の四酸化二窒素  $N_2O_4$  を封入し一定温度に保ったところ、その 60% が解離して二酸化窒素  $NO_2$  となり、圧力は  $1.0 \times 10^5$  Pa を示して次の平衡状態になった。



平衡状態における  $NO_2$  の分圧は何 Pa か。最も適当な数値を次の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 12 Pa

- ①  $2.5 \times 10^3$       ②  $4.5 \times 10^3$       ③  $7.5 \times 10^3$   
 ④  $2.5 \times 10^4$       ⑤  $4.5 \times 10^4$       ⑥  $7.5 \times 10^4$

【問題5】 アルカリ土類金属元素やその化合物について以下の問1～3に答えよ。(解答番号  ～ )

問1 次の文章の空欄(  ～  )に当てはまる数値または用語の組合せとして最も適当なものを下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。

アルカリ土類金属元素はすべて  個の価電子を持ち、天然には単体として存在せず、溶融塩電解で製造される。単体はアルカリ金属元素よりも融点が  ，密度が大きい。アルカリ土類金属元素の中で、ベリリウムと  は炎色反応を示さない。

	ア	イ	ウ
①	1	高く	ストロンチウム
②	1	高く	マグネシウム
③	1	低く	ストロンチウム
④	1	低く	マグネシウム
⑤	2	高く	ストロンチウム
⑥	2	高く	マグネシウム
⑦	2	低く	ストロンチウム
⑧	2	低く	マグネシウム

問2 アルカリ土類金属元素やその化合物に関する次の記述（a～e）の中で、下線部に誤りを含むものはいくつあるか。最も適当な数を下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- a マグネシウムは常温の水と激しく反応して水素を発生する。
- b 硫酸バリウムはX線撮影の造影剤に用いられる。
- c 炭酸カルシウムは水によく溶け、強塩基性を示す。
- d カルシウムは炎色反応で黄緑色を示す。
- e アルカリ土類金属元素の塩化物は水に溶けやすい。

① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5      ⑥ 0

問3 5.0 g の炭酸カルシウムと 2.0 mol/L の塩酸 25 mL を用いて二酸化炭素を発生させる実験を行った。発生した二酸化炭素が 0.025 mol であった場合、未反応の炭酸カルシウムは何 g になるか。最も適当な数値を次の①～⑤のうちから一つ選び、番号で答えよ。  g

① 1.0      ② 1.5      ③ 2.0      ④ 2.5      ⑤ 3.0

【問題6】 酸化物に関する次の問1～3に答えよ。(解答番号  ～ )

問1 次の文章の空欄 ( ～ ) に当てはまる用語の組合せとして最も適当なものを下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。

同じ周期の元素では周期表の  側にある元素ほど陽性が強い。陽性が強い元素の酸化物の多くは  である。酸とも強塩基とも反応する酸化物は両性酸化物と呼ばれ、例として  が挙げられる。

	ア	イ	ウ
①	右	塩基性酸化物	酸化カルシウム
②	右	塩基性酸化物	酸化アルミニウム
③	右	酸性酸化物	酸化カルシウム
④	右	酸性酸化物	酸化アルミニウム
⑤	左	塩基性酸化物	酸化カルシウム
⑥	左	塩基性酸化物	酸化アルミニウム
⑦	左	酸性酸化物	酸化カルシウム
⑧	左	酸性酸化物	酸化アルミニウム

問2 酸化物の性質に関する次の記述（a～d）の中で、正しいものの組み合わせを下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 17

- a SO<sub>2</sub> は還元作用をもち、繊維などの漂白に用いられる。
- b SiO<sub>2</sub> の結晶は、分子結晶で融点が低い。
- c CO と CO<sub>2</sub> はどちらも水に溶けて酸性を示す。
- d P<sub>4</sub>O<sub>10</sub> は、水に溶かして煮沸すると、リン酸になる。

- ① a・b      ② a・c      ③ a・d  
④ b・c      ⑤ b・d      ⑥ c・d

問3 下線部の物質が酸化剤として働いている化学反応式として最も適当なものを次の①～⑤のうちから一つ選び、番号で答えよ。 18

- ① 2H<sub>2</sub>S + SO<sub>2</sub> → 3S + 2H<sub>2</sub>O
- ② 2K + 2H<sub>2</sub>O → 2KOH + H<sub>2</sub>
- ③ SO<sub>2</sub> + Br<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O → H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 2HBr
- ④ 2HCl + Zn → ZnCl<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>
- ⑤ NaOH + Al(OH)<sub>3</sub> → Na[Al(OH)<sub>4</sub>]

【問題7】 次の問1～3に答えよ。(解答番号  ～ )

問1 次の記述(a～e)の中で、有機化合物の特徴を表しているものはいくつあるか。最も適当な数を下の①～⑤のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- a 水には溶けにくいですが、エーテルなどの有機溶媒に溶けやすいものが多い。
- b 成分元素の種類は少ないが、化合物の種類は非常に多い。
- c 分子からなる物質が多く、融点や沸点が比較的低い。
- d ほとんどが電解質である。
- e たたくと薄く広がる性質や、引っ張ると長く延びる性質をもつ。

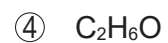
① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5

問2 次の分子式をもつ化合物(a～e)のうち、アルケンとシクロアルカンの関係にある異性体が存在するものはいくつあるか。最も適当な数を下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

a  $C_3H_8$       b  $C_3H_6$       c  $C_3H_4$       d  $C_2H_2$       e  $C_2H_4$

① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5      ⑥ 0

問3 炭素 C, 水素 H, 酸素 O からなる化合物 23 mg を完全燃焼させると, 二酸化炭素  $\text{CO}_2$  44 mg と水  $\text{H}_2\text{O}$  27 mg が得られた。この化合物の組成式として最も適当なものを下の①~⑤のうちから一つ選び, 番号で答えよ。 21



【問題 8】 次の問 1～3 に答えよ（解答番号  ～  ）

問 1 合成繊維に関する次の記述（a～e）の中で、誤りを含むものはいくつあるか。最も適当な数を下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

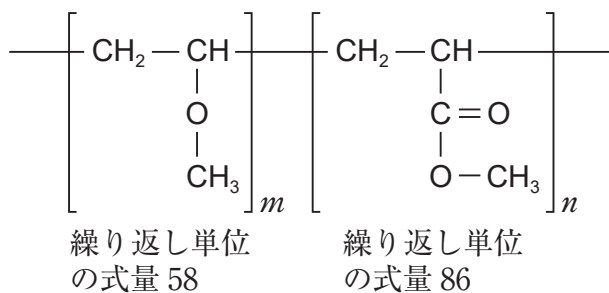
- a ナイロンは、分子間に多くの水素結合が形成されており、強度や耐久性に優れる。
- b アクリル繊維は、アミド結合をもち、羊毛に似た肌触りをもつ。
- c アラミド繊維は、ベンゼン環をもち、ナイロンより強度に優れるため、安全手袋などに使用されている。
- d ビニロンは、分子内にヒドロキシ基をもち、適度な吸湿性を示す。
- e 火薬として用いられるニトロセルロースは、セルロースと硝酸を反応させて硝酸エステルにしたものである。

① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5      ⑥ 0

問 2 平均分子量  $2.60 \times 10^4$  のポリエチレンテレフタレート 1 分子中には、何個のエステル結合が含まれているか。最も適当な数値を下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

①  $1.3 \times 10^2$       ②  $2.7 \times 10^2$       ③  $5.4 \times 10^2$   
④  $1.3 \times 10^3$       ⑤  $2.7 \times 10^3$       ⑥  $5.4 \times 10^3$

問3 次に示す繰り返し単位をもつ高分子化合物 A (図3) の平均分子量は  $2.60 \times 10^4$  であり,  $m$  と  $n$  の和は 400 である。A を完全にけん化したのち, 十分な量の酸で処理して高分子化合物 B を合成した。得られた B の平均分子量はいくらか。最も適当な数値を下の①~⑥のうちから一つ選び, 番号で答えよ。 24



高分子化合物 A

図3

- |                      |                      |                      |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| ① $1.76 \times 10^4$ | ② $1.90 \times 10^4$ | ③ $2.18 \times 10^4$ |
| ④ $2.46 \times 10^4$ | ⑤ $2.74 \times 10^4$ | ⑥ $3.02 \times 10^4$ |