

# 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	He 4.0	C 12	N 14
	O 16	Na 23	S 32	Cl 35.5
	Ar 40	Ca 40	Cu 64	Zn 65

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

$0^\circ\text{C}$ ,  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  (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 固体が分子結晶である物質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。

- ① 酸化マグネシウム      ② ダイヤモンド      ③ ドライアイス  
 ④ 鉄      ⑤ 二酸化ケイ素      ⑥ アルミニウム

問 2 水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液にグルコースと砂を加えてよく混ぜた。この混合液のなかでろ紙を通過できるものと、セロハンの膜を通過できるものがある。その組合せとして最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選び、番号で答えよ。

	ろ紙を通過できるもの	セロハンの膜を通過できるもの
①	グルコース, 砂	グルコース
②	グルコース, 砂	砂
③	グルコース, 砂	グルコース, 砂
④	グルコース, 水酸化鉄(Ⅲ)	グルコース
⑤	グルコース, 水酸化鉄(Ⅲ)	水酸化鉄(Ⅲ)
⑥	グルコース, 水酸化鉄(Ⅲ)	グルコース, 水酸化鉄(Ⅲ)
⑦	砂, 水酸化鉄(Ⅲ)	砂
⑧	砂, 水酸化鉄(Ⅲ)	水酸化鉄(Ⅲ)
⑨	砂, 水酸化鉄(Ⅲ)	砂, 水酸化鉄(Ⅲ)

問3 すべての化学結合が単結合からなる物質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。

- ①  $\text{CH}_3\text{CHO}$       ②  $\text{C}_2\text{H}_2$       ③  $\text{Br}_2$   
④  $\text{BaCl}_2$       ⑤  $\text{CO}_2$       ⑥  $\text{HCOOH}$

問4 次の①～⑥のうち，常温・常圧で電気を最もよく通すものはどれか。最も適当なものを一つ選び，番号で答えよ。

- ① 塩化ナトリウム  
② 1 mol/L のグルコース水溶液  
③ 1 mol/L の酢酸水溶液  
④ 1 mol/L の塩酸  
⑤ アセトン  
⑥ エタノール

【問題2】 次の問1～3に答えよ。(解答番号  ～ )

問1 純物質の気体が、常温・常圧で容器に詰められている。この気体は、酸素  $O_2$ 、窒素  $N_2$ 、アンモニア  $NH_3$ 、アルゴン  $Ar$ 、ヘリウム  $He$ 、水素  $H_2$  のいずれかである。この気体には、次の記述ア～ウの性質がある。この気体として最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

ア 無色・無臭である。

イ 容器の中に火のついた線香を入れると、火が消える。

ウ 密度は、同じ温度・圧力の空気と比べて大きい。

①  $O_2$       ②  $N_2$       ③  $NH_3$       ④  $Ar$       ⑤  $He$       ⑥  $H_2$

問2 沸点上昇や凝固点降下を測定する実験では、モル濃度 (mol/L) ではなく質量モル濃度 (mol/kg) が用いられる。シヨ糖水溶液および塩化ナトリウム水溶液についての、モル濃度および質量モル濃度に関する次の記述 (①～④) の中で誤りを含むものがある。最も適当なものを一つ選び、番号で答えよ。ただし、シヨ糖 ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) または塩化ナトリウム ( $NaCl$ ) と水 ( $H_2O$ ) から、それぞれの水溶液を調製した場合、水溶液の体積は水の体積に比べて増加することがわかっている。なお、水溶液からの水の蒸発や凝固、および溶質の析出はないものとする。

① ある温度で 1 mol/L に調製したシヨ糖水溶液の温度を変化させると、モル濃度も変化する。

② ある温度で 1 mol/kg に調製した塩化ナトリウム水溶液の温度を変化させても、質量モル濃度は変化しない。

③ それぞれ 1 mol/kg のシヨ糖水溶液および塩化ナトリウム水溶液を比べると、溶質と水の物質量の比は異なる。

④ 同じ温度で、1 L の水の物質量と、1 mol/L のシヨ糖水溶液 1 L に含まれる水の物質量は異なる。

問3 次の①～⑦の記述において誤りを含むものはどれか。最も適当なものを一つ選び、番号で答えよ。

- ① 原子の相対質量は $^1\text{H}$ 原子1個の質量を1とし、それを基準にして他の原子の相対質量を求めるものである。
- ② 元素の原子量は同位体の相対質量と存在比から求めた原子の相対質量の平均値である。
- ③ 分子量は分子式に含まれる元素の原子量の総和である。
- ④ 式量はイオン式や組成式に含まれる元素の原子量の総和である。
- ⑤ 物質量は粒子 $6.0 \times 10^{23}$ 個の集まりを単位として表した物質の量である。
- ⑥ モル質量は物質1 mol 当たりの質量である。
- ⑦ モル体積は物質1 mol 当たりの体積である。

【問題3】 次の問1，2に答えよ。(解答番号  ，  )

問1 次の記述(a～d)について、下線部に誤りを含むものはいくつあるか。最も適当な数を次の①～⑤のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- a 鉄 Fe を空気中に放置すると自然にさびて酸化鉄(Ⅲ)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  となる反応は吸熱反応である。
- b マグネシウムの燃焼のように、エネルギーの差が熱と光として現れる場合がある。
- c 吸熱反応は生成物のエンタルピーが反応物のエンタルピーより大きくなるため、自発的に進行することはない。
- d 化学反応が起こって物質の原子間の結合が変化するときには、その変化に伴って物質がもっているエネルギーの大きさが変化する。

① 1            ② 2            ③ 3            ④ 4            ⑤ 0

問2 気体Aと気体Bから気体Cが生成する反応は可逆反応であり、その化学反応式はエンタルピー変化を付して次のように表される。



$$\Delta H = Q \text{ [kJ]}$$

密閉容器内でこの反応が平衡状態になったとき、図1に圧力、温度と気体Cの体積百分率の関係を示す。係数a、b、cの関係とQの正負の組合せとして最も適切なものを下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 9

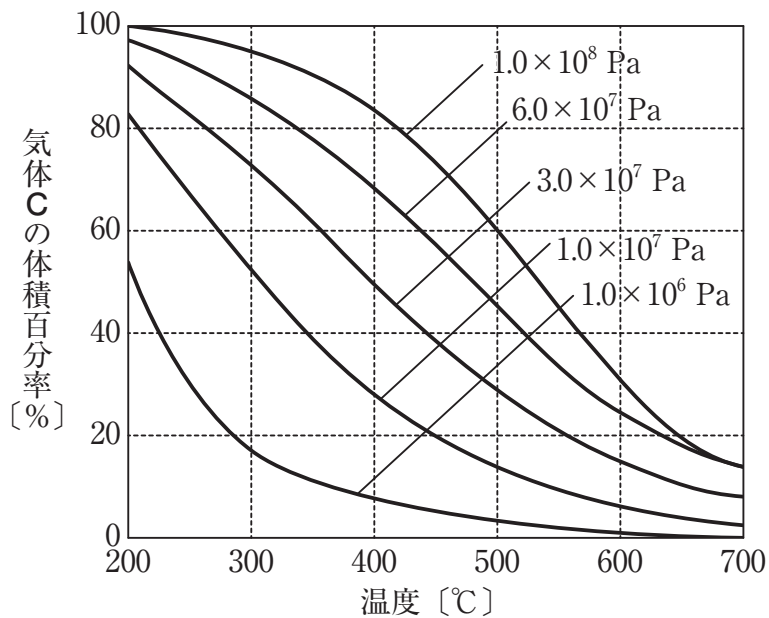


図1

	a, b, cの関係	Qの正負
①	$a + b < c$	正
②	$a + b < c$	負
③	$a + b = c$	正
④	$a + b = c$	負
⑤	$a + b > c$	正
⑥	$a + b > c$	負

【問題 4】 次の問 1～3 に答えよ。(解答番号  ～  )

問 1 次の図 2 に示すように、素焼き板で仕切られた容器の一方に硫酸亜鉛水溶液を入れて亜鉛板を浸し、もう一方に硫酸銅(Ⅱ)水溶液を入れて銅板を浸した後、これらの金属板と豆電球を導線でつないだ。このとき、導線を通じた電流の向き(ア, イ)および放電後の亜鉛板と銅板の合計質量の変化の組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

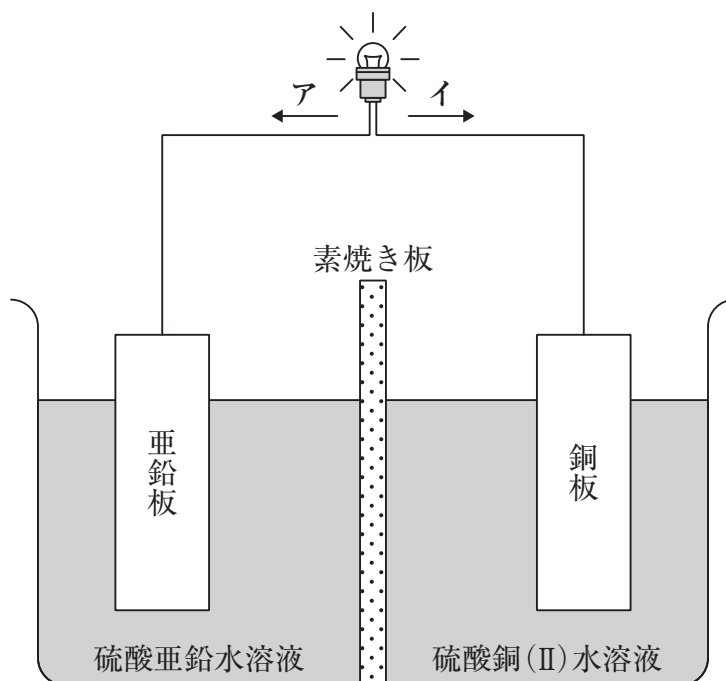


図 2

	電流の向き	正負亜鉛板と銅板の合計質量の変化
①	ア	減少する
②	ア	増加する
③	ア	変化なし
④	イ	減少する
⑤	イ	増加する
⑥	イ	変化なし

問2 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。

電気分解では、電源の負極に接続した電極をという。では、電極の種類に関係なく、水溶液中のイオンや水分子が電子を受け取る反応が起こる。

	ア	イ	ウ
①	陰極	陰	還元
②	陰極	陰	酸化
③	陰極	陽	還元
④	陰極	陽	酸化
⑤	陽極	陰	還元
⑥	陽極	陰	酸化
⑦	陽極	陽	還元
⑧	陽極	陽	酸化

問3 白金電極を用いて希硫酸を電気分解したところ、陽極から発生した気体の体積は0℃、 $1.013 \times 10^5$  Pa（標準状態）で67.2 mLであった。このとき、電気分解に要した電気量の大きさは何C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。ただし、発生した気体は水に溶けないものとする。 C

- ① 145      ② 290      ③ 579      ④ 869      ⑤ 1160

【問題5】 ナトリウムとその化合物について次の問1～3に答えよ。(解答番号 13 ~ 15)

問1 次の文章の空欄 ( ア ~ ウ ) 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。 13

ナトリウムは天然には単体として存在せず、工業的には ア で製造されている。単体は銀白色でやわらかく、イ に保存する。ナトリウムの炭酸塩である炭酸ナトリウムは白色の固体であり、工業的には ウ によって得られる。

	ア	イ	ウ
①	熔融塩電解	水中	アンモニアソーダ法
②	熔融塩電解	水中	オストワルト法
③	熔融塩電解	灯油中	アンモニアソーダ法
④	熔融塩電解	灯油中	オストワルト法
⑤	電解精錬	水中	アンモニアソーダ法
⑥	電解精錬	水中	オストワルト法
⑦	電解精錬	灯油中	アンモニアソーダ法
⑧	電解精錬	灯油中	オストワルト法

問2 ナトリウムの化合物の特徴に関する次の記述 ( a ~ e ) のうち正しいものの組合せを下の①～⑩のうちから一つ選び、番号で答えよ。 14

- a 水酸化ナトリウムは塩化ナトリウムと水との反応で得られる。
- b 水酸化ナトリウムは空気中に放置すると空気中の水分を吸収して溶ける。
- c 炭酸ナトリウムはその性質からベーキングパウダーとして用いられる。
- d 炭酸水素ナトリウムには風解性がある。
- e 水酸化ナトリウムはセッケンの製造に用いられる。

- ① a・b
- ② a・c
- ③ a・d
- ④ a・e
- ⑤ b・c
- ⑥ b・d
- ⑦ b・e
- ⑧ c・d
- ⑨ c・e
- ⑩ d・e

問3 図3は、問1の ウ の方法によって炭酸ナトリウムを製造する過程を示したものである。炭酸ナトリウム 53.0 kg をつくるのに必要な塩化ナトリウムの質量は何 kg 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。 15 kg

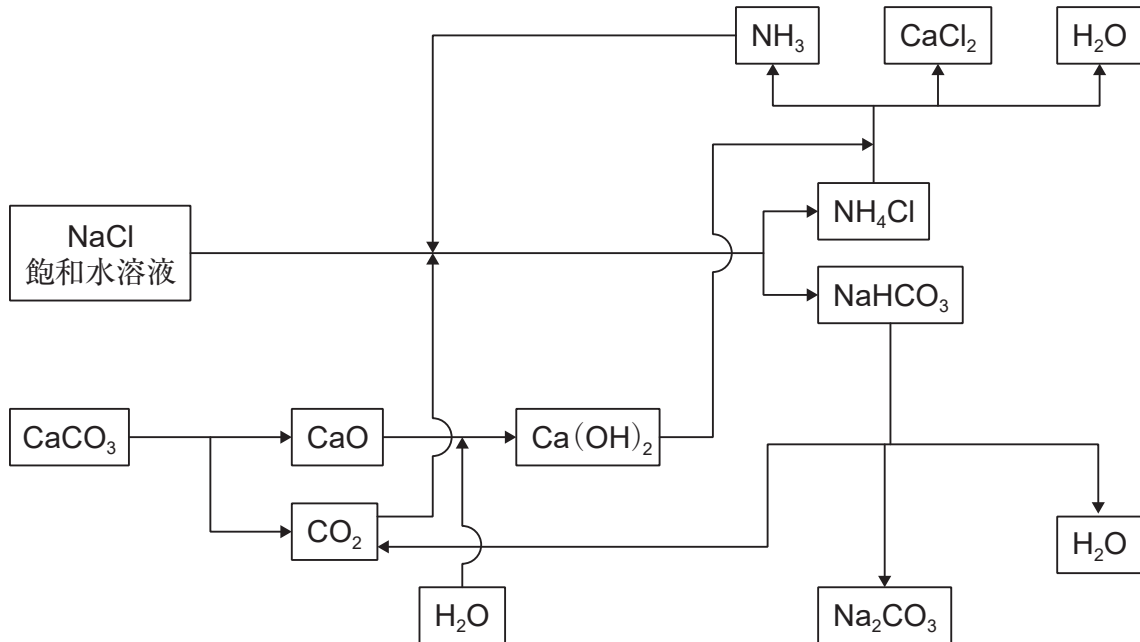


図3

- ① 27.4      ② 51.5      ③ 56.4      ④ 58.5      ⑤ 61.8

【問題6】 貴ガスとハロゲンに関する次の問1～3に答えよ。(解答番号 16 ~ 18)

問1 次の文章の空欄 ( ア ~ ウ ) 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。 16

元素の周期表で18族, 17族に属する元素をそれぞれ貴ガス, ハロゲンという。貴ガスは安定な電子配置を持ち, 他の物質と結合しにくい。貴ガスは ア として存在し, 融点や沸点が非常に イ。ハロゲンは ウ 個の価電子を持ち, いずれの単体も酸化力を持つ。

	ア	イ	ウ
①	単原子分子	高い	6
②	単原子分子	高い	7
③	単原子分子	低い	6
④	単原子分子	低い	7
⑤	二原子分子	高い	6
⑥	二原子分子	高い	7
⑦	二原子分子	低い	6
⑧	二原子分子	低い	7

問2 ハロゲンの単体および化合物に関する以下の記述①～⑤のうち 下線部に誤りを含むもの を一つ選び、番号で答えよ。 17

- ① 単体の融点および沸点は, 塩素<臭素<ヨウ素の順に高い。
- ② 単体の酸化力は, 塩素<臭素<ヨウ素の順に強い。
- ③ 塩素をヨウ化カリウム水溶液に通じると ヨウ素が生成する。
- ④ フッ素は 水と反応し, 酸素が発生する。
- ⑤ HCl, HBr, HI の水溶液は, いずれも強酸である。

問3 次の気体（a～e）のうち塩素と同じ捕集方法が用いられる気体の正しい組合せを，次の①～⑩のうちから一つ選び，番号で答えよ。 18

- a 硫化水素
- b アンモニア
- c 一酸化窒素
- d 一酸化炭素
- e 塩化水素

- ① a・b      ② a・c      ③ a・d      ④ a・e      ⑤ b・c
- ⑥ b・d      ⑦ b・e      ⑧ c・d      ⑨ c・e      ⑩ d・e

【問題7】 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。

一般式  $C_nH_{2n+2}$  で表される鎖式の飽和炭化水素は  と呼ばれている。  
 のように、共通の一般式で表される一群の化合物を  といい、互いに化学的性質が似ている。  
 の融点や沸点は、一般に炭化水素の数が増加するにつれて  くなる。

	ア	イ	ウ
①	アルカン	同位体	高
②	アルカン	同位体	低
③	アルカン	同族体	高
④	アルカン	同族体	低
⑤	アルケン	同位体	高
⑥	アルケン	同位体	低
⑦	アルケン	同族体	高
⑧	アルケン	同族体	低

問2 次の記述 (a ~ e) の中でエテン (エチレン) に当てはまる記述が二つある。最も適切な組合せを下の①~⑩のうちから一つ選び、番号で答えよ。 20

- a 分子は正四面体構造をとる。
- b エチン (アセチレン) に比べて炭素原子間の距離が短い。
- c 臭素水に通すと、臭素の色が脱色される。
- d すべての原子が同一平面上にある。
- e 25℃,  $1.013 \times 10^5$  Pa では液体である。

- ① a · b      ② a · c      ③ a · d      ④ a · e      ⑤ b · c  
⑥ b · d      ⑦ b · e      ⑧ c · d      ⑨ c · e      ⑩ d · e

問3 分子式  $C_6H_{14}$  の構造異性体はいくつあるか。最も適切な数を下の①~⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 21

- ① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5      ⑥ 6

【問題 8】 次の問 1～3 に答えよ。(解答番号  ～ )

問 1 次の化合物 (ア, イ) とその化合物が生成する反応 (a～f) として最も適切な組合せを下の①～⑨のうちから一つ選び, 番号で答えよ。

(ア) ニトロベンゼン                      (イ) アセチルサリチル酸

- a ベンゼンに鉄を触媒として塩素を作用させる。
- b ベンゼンに濃硫酸と濃硝酸の混合物を作用させる。
- c ベンゼンに濃硫酸を加えて加熱する。
- d 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。
- e アニリン塩酸塩の水溶液に低温で亜硝酸ナトリウムの水溶液を加える。
- f サリチル酸に無水酢酸を作用させる。

	(ア)	(イ)
①	a	d
②	b	e
③	c	f
④	a	e
⑤	b	f
⑥	c	d
⑦	a	f
⑧	b	d
⑨	c	e

問 2 分子式  $C_8H_{10}$  で表される芳香族炭化水素には何種類の構造異性体が存在するか。最も適切な数を次の①～⑥のうちから一つ選び, 番号で答えよ。

- ① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5      ⑥ 6

問3 次の化合物（ア～ウ）を溶かしたジエチルエーテル溶液がある。この溶液に図4のような分離操作を行うとA～Dのどの層に分離されるか。最も適当な組合せを、下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。ただし、化合物（ア～ウ）は塩として存在している場合もある。 24

(ア) トルエン      (イ) *o*-クレゾール      (ウ) サリチル酸

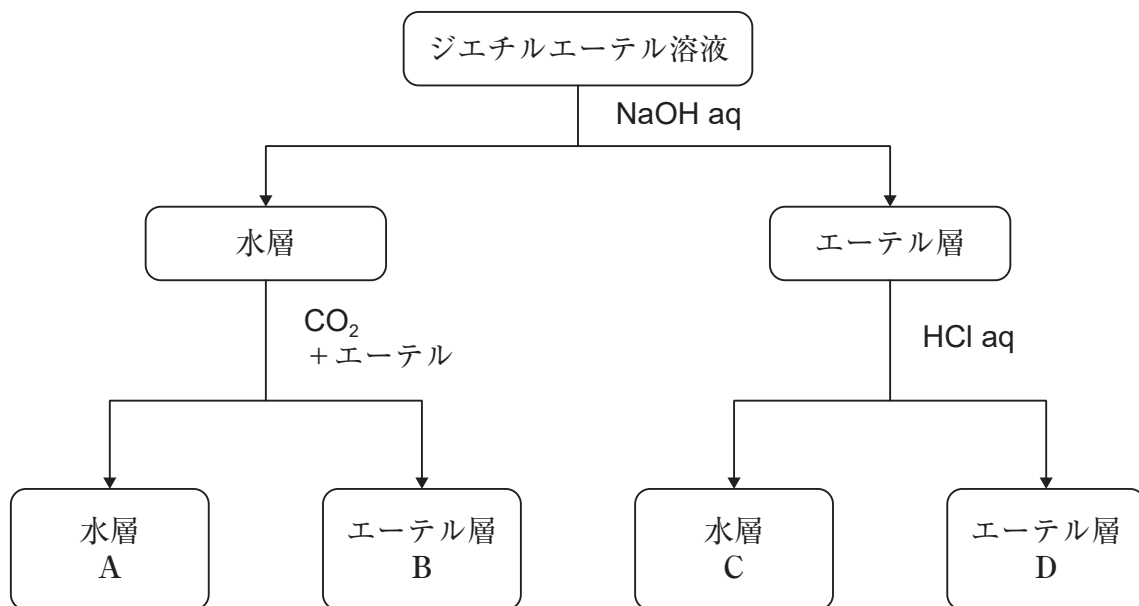


図4

	ア	イ	ウ
①	A	B	C
②	A	B	D
③	B	D	A
④	B	C	A
⑤	C	B	A
⑥	C	B	D
⑦	D	B	A
⑧	D	A	B