

2027  
共通テスト  
直前対策問題集

第1回

第1回

化学

100点／60分

( 解答番号  ~  )

必要があれば，原子量は次の値を使うこと。

H 1.0                      N 14                      O 16                      Na 23  
Cl 35.5

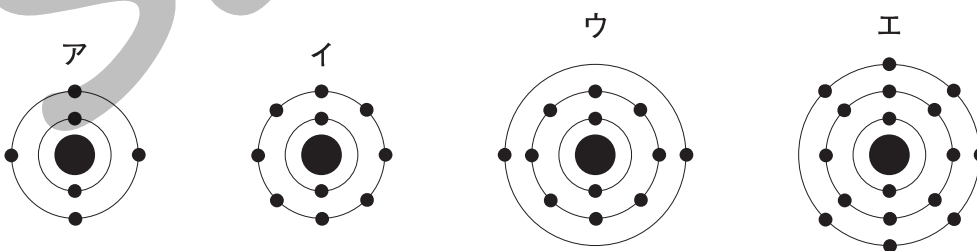
気体は，実在気体とことわりがない限り，理想気体とみなせるものとする。

### 第1問 次の問い(問1～4)に答えよ。(配点 18)

問1 純物質であるものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 食塩水                      ② 石油                      ③ 硫酸銅(Ⅱ)五水和物  
④ 塩酸                      ⑤ 黄銅

問2 次の原子ア～エ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①～④のうちから一つ選べ。ただし，中心の●は原子核を，同心円上の点●は電子を表すものとする。



- ① アとエは共有結合で結びつき，4つの原子からなる分子をつくる。  
② イは電子配置が安定であり，他の原子と化学結合をつくりにくい。  
③ ウとエはイオン結合で結びつき，物質質量比1：2の化合物をつくる。  
④ エは，周期表における同周期の元素の原子のうち，最も電子親和力が大きい。

問3 ともに pH が 3.0 の塩酸と酢酸水溶液がある。pH 3.0 の塩酸 10.0 mL を中和するのに、水酸化ナトリウム水溶液(水溶液 A とする)が 1.0 mL 必要であった。pH 3.0 の酢酸水溶液 10.0 mL を中和するために必要な水溶液 A は何 mL か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、pH 3.0 の酢酸水溶液中の酢酸の電離度を 0.010 とする。  mL

① 1.0

② 10.0

③ 20.0

④ 100

⑤ 200

⑥ 1000

Sample

問4 次の操作1, 2に関する後の問い(a・b)に答えよ。ただし, 気体定数は  $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$  とする。

操作1 容積が 8.3 L の容器にメタンを封入し, 温度を  $27^\circ\text{C}$  にすると, 容器内の気体の圧力は  $3.0 \times 10^4 \text{ Pa}$  であった。 $27^\circ\text{C}$  に保ちながら容器内にさらに 0.30 mol の酸素を封入した。

操作2 容器内の混合気体に点火し, メタンを完全に燃焼させた。その後, 温度を  $27^\circ\text{C}$  に保った。このとき, 容器内には水滴が見られた。

a 操作1 終了後の容器内の気体の圧力は何 Pa か。最も適当な数値を, 次の①~⑤のうちから一つ選べ。  Pa

- ①  $1.2 \times 10^4$                       ②  $3.0 \times 10^4$                       ③  $3.9 \times 10^4$   
 ④  $1.2 \times 10^5$                       ⑤  $9.3 \times 10^5$

b 操作2 終了後の容器内の気体の圧力は何 Pa か。最も適当な数値を, 次の①~⑤のうちから一つ選べ。ただし,  $27^\circ\text{C}$  での水の飽和蒸気圧は  $4.0 \times 10^3 \text{ Pa}$  とする。  Pa

- ①  $3.0 \times 10^4$                       ②  $4.6 \times 10^4$                       ③  $6.4 \times 10^4$   
 ④  $1.0 \times 10^5$                       ⑤  $1.2 \times 10^5$

(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

sample

**第2問** 次の問い(問1～4)に答えよ。(配点 20)

問1 電池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、次の

①～④のうちから一つ選べ。

- ① ダニエル電池の放電時には、負極の質量が減少し、正極の質量が増加する。
- ② 鉛蓄電池の充電時には、電解液の硫酸の濃度が増加する。
- ③ 電解液にリン酸水溶液を用いた水素-酸素燃料電池の放電時には、電解液中を水素イオンが負極から正極に向かって移動する。
- ④ アルカリマンガン乾電池の放電時には、正極で亜鉛が酸化される。

問2 次のア～オの電極と電解液の組合せで電気分解を行ったとき、両極の反応をまとめた電解槽全体の反応が同じになる組合せとして最も適当なものを、後の

①～⑥のうちから一つ選べ。

	陽極	陰極	電解液
ア	銅	銅	硫酸銅(Ⅱ)水溶液
イ	白金	白金	硫酸銅(Ⅱ)水溶液
ウ	炭素	炭素	塩化銅(Ⅱ)水溶液
エ	白金	白金	水酸化ナトリウム水溶液
オ	白金	白金	硫酸ナトリウム水溶液

- ① ア, イ
- ② ア, ウ
- ③ ア, エ
- ④ イ, ウ
- ⑤ イ, オ
- ⑥ エ, オ

問3  $A \longrightarrow 2B$  の反応の反応速度  $v$  は、反応速度定数  $k$  と  $A$  のモル濃度  $[A]$  を用いて次のように表される。

$$v = k[A]$$

このように、反応速度が反応物の濃度に比例する反応を一次反応という。また、反応物の濃度が反応開始時の半分になるまでにかかる時間を半減期といい、一次反応の半減期は初濃度によらず一定であることが知られている。反応容器に  $A$  のみを入れ、 $A$  の濃度が  $1.0 \text{ mol/L}$  の状態から反応を開始させた。10 分後の  $B$  の濃度を測定したところ  $1.5 \text{ mol/L}$  であった。反応開始から 20 分後の  $A$  のモル濃度は何  $\text{mol/L}$  か。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。   $\text{mol/L}$

- ① 0.50                      ② 0.063                      ③ 0.050                      ④ 0.025

**問4** 触媒の入った容積  $V$  (L) の密閉容器に、水素とヨウ素を 2.0 mol ずつ封入した。  $T$  (K) で反応させたところ、平衡状態に達し、ヨウ化水素が 3.2 mol 生成していた。これに関する後の問い(a・b)に答えよ。ただし、水素、ヨウ素、ヨウ化水素は常に気体であるとし、温度は  $T$  (K)、容器の容積は  $V$  (L) で変化しないものとする。また、平衡定数  $K$  は次式で表される。

$$K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$$

この式の  $[\text{H}_2]$ 、 $[\text{I}_2]$ 、 $[\text{HI}]$  は、それぞれ平衡状態における  $\text{H}_2$ 、 $\text{I}_2$  および  $\text{HI}$  のモル濃度 (mol/L) を表す。

**a** この反応の  $T$  (K) における平衡定数はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 10      ② 16      ③ 20      ④ 27      ⑤ 64

**b** 容積  $V$  (L) の別の容器にヨウ化水素を 2.0 mol 封入して、温度  $T$  (K) で平衡状態に達したとき、ヨウ化水素の物質量は何 mol か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。  mol

- ① 0.20      ② 0.22      ③ 0.94      ④ 1.6      ⑤ 1.8

(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

sample

**第3問** 次の問い(問1～3)に答えよ。(配点 21)

問1 二酸化炭素が発生しない反応を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 

11
----

- ① 石灰石を加熱する。
- ② 大理石に塩酸を加える。
- ③ 炭酸水素ナトリウムを加熱する。
- ④ ギ酸に濃硫酸を加えて加熱する。
- ⑤ 硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液にシュウ酸水溶液を加えて温める。

sample

問2 鉄に関する次の問い(a・b)に答えよ。

a 不純物として炭素とケイ素のみを含む銑鉄が1000 kgある。その銑鉄中の炭素の質量パーセントは5.0%であった。この銑鉄から鋼939 kgが得られた。この鋼には不純物として炭素のみが含まれており、その質量パーセントは2.0%であった。銑鉄に含まれていたケイ素は何kgか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、銑鉄に含まれていた鉄はすべて鋼に変化したものとする。  kg

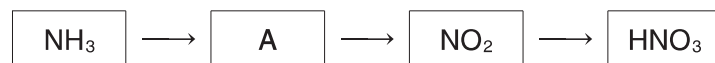
- ① 19            ② 25            ③ 30            ④ 34            ⑤ 42

b 鉄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、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 鉄を亜鉛でめっきすると、鉄は腐食しにくくなる。  
② 鉄(Ⅲ)イオンを含む水溶液に、チオシアン酸カリウム水溶液を加えると、血赤色の溶液になる。  
③ 鉄(Ⅲ)イオンを含む水溶液に、 $K_3[Fe(CN)_6]$ の水溶液を加えると、濃青色の沈殿を生じる。  
④ 鉄にクロムやニッケルを混ぜてつくった合金はステンレス鋼という。

問3 窒素に関する後の問い(a ~ c)に答えよ。

次の図はオストワルト法による、アンモニアから硝酸の製法を表したものである。



a アンモニアから化合物Aをつくるときの反応名と、化合物Aの色の組合せとして最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 14

	反応名	色
①	酸化	赤褐色
②	酸化	無色
③	中和	無色
④	中和	黄緑色
⑤	脱水	黄緑色
⑥	脱水	赤褐色

b オストワルト法により、質量パーセント濃度63%の濃硝酸1kgをつくるのに必要なアンモニアは0℃、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ で何Lか。最も適当な数値を、次の①~⑤のうちから一つ選べ。ただし、気体定数は $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ とする。 15 L

- ① 56                      ② 112                      ③ 224                      ④ 448                      ⑤ 896

- c 図1のようなふたまた試験管を用いて一酸化窒素を発生させ、捕集したい。アとイの部分に入れる試薬と捕集法の組合せとして最も適当なものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。 16

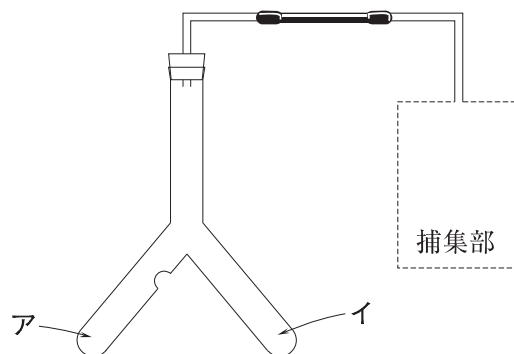


図1 一酸化窒素の発生および捕集する装置

	アに入れる試薬	イに入れる試薬	捕集法
①	銅	希塩酸	下方置換
②	銅	希硝酸	下方置換
③	銅	希硝酸	水上置換
④	希塩酸	銅	下方置換
⑤	希硝酸	銅	水上置換
⑥	希硝酸	銅	下方置換

**第4問** 次の問い(問1～3)に答えよ。(配点 21)

問1 有機化合物の反応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、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 17

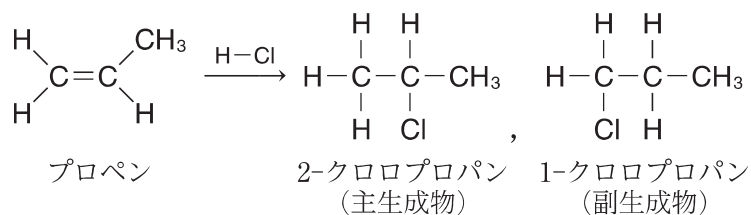
- ① 酢酸ナトリウムと水酸化ナトリウムの混合物を加熱すると、メタンが発生する。
- ② アセトアルデヒドは、工業的には触媒を用いてエチレンを酸素で酸化して製造している。
- ③ エタノールにナトリウムを加えると、ナトリウムエトキシドが得られる。
- ④ シクロヘキサンに水素を付加させると、シクロヘキセンが得られる。
- ⑤ メタノールは工業的に、一酸化炭素と水素から製造される。

(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

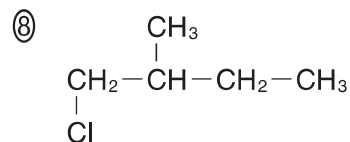
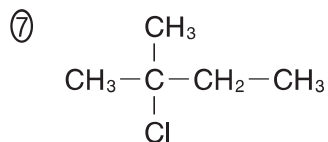
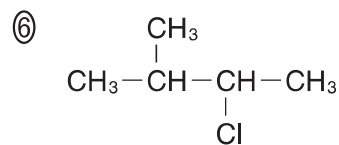
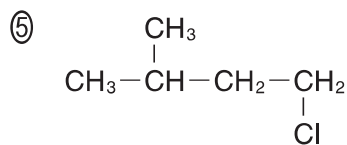
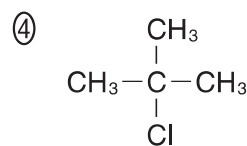
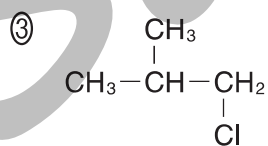
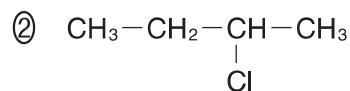
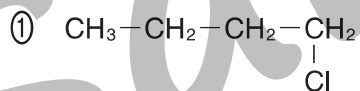
sample

問2 プロペンに塩化水素を付加させると、1-クロロプロパンと2-クロロプロパンの2種類の物質が生じる。このうち、2-クロロプロパンの方が生成量が多く、主生成物となる。



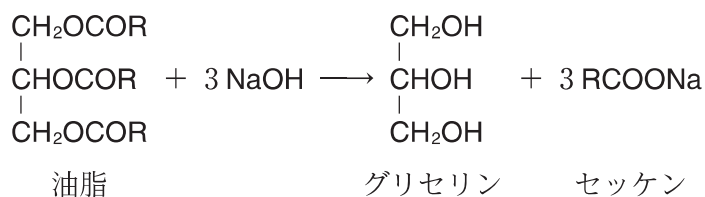
このように、分子構造が非対称なアルケンにH-Xの構造をもつ分子が付加する場合、二重結合している炭素原子のうち、結合している水素原子が多い方の炭素原子に水素原子が付加しやすい。この経験則はマルコフニコフ則とよばれる。この法則に関する次の問い(a・b)に答えよ。

a 2-メチル-2-ブテンに塩化水素を付加させたときに得られる主生成物として最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 18





問3 油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、次のように反応してグリセリンとともにセッケンが生じる。オリーブ油からセッケンを合成するために、下のような実験を行った。これに関する後の問い(a～c)に答えよ。



(R は炭化水素基を表す)

オリーブ油 5.0 g をビーカーにとり、水酸化ナトリウム 10 g、水 10 mL、エタノール 10 mL を加え、(a)沸騰させた湯浴中で 20 分間加熱した。得られた溶液を(b)飽和塩化ナトリウム水溶液に加えると、白色の固体が生じた。この固体がセッケンである。吸引ろ過によってセッケンを分離した後、ろ紙で水分を除いた。得られたセッケンを少量試験管にとり、水を加えて溶かした後、(c)少量のサラダ油を加えて降り混ぜたところ、セッケンは油のまわりをとり囲み、微細な小滴となって水中に広がった。

a 下線部(a)で消費された水酸化ナトリウムが 0.69 g であったとすると、用いたオリーブ油に含まれる油脂の平均分子量はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。なお、オリーブ油には油脂以外の成分は含まれていないものとする。 20

- |                     |                     |                     |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① $2.9 \times 10^2$ | ② $8.6 \times 10^2$ | ③ $8.7 \times 10^2$ |
| ④ $8.8 \times 10^2$ | ⑤ $8.9 \times 10^2$ | ⑥ $2.6 \times 10^3$ |

b 下線部(b)で白色の固体が生じるのと同じ仕組みで起こる現象はどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 21

- ① 塩化バリウム水溶液に希硫酸を加えると、白色沈殿が生じる。
- ② 卵白水溶液を加熱すると、白色沈殿が生じる。
- ③ 安息香酸ナトリウム水溶液に塩酸を加えると、白色沈殿が生じる。
- ④ 豆乳ににがりを加えると、白色沈殿が生じる。

c 下線部(c)で、セッケンのかわりに用いた場合、同様の現象が**観察されない**ものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

22

- ①  $\text{C}_{12}\text{H}_{25}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{SO}_3\text{Na}$
- ②  $\text{C}_{12}\text{H}_{25}-\text{OSO}_3\text{Na}$
- ③  $\text{CH}_3-\text{COONa}$
- ④  $\text{C}_{12}\text{H}_{25}-\text{N}^+(\text{CH}_3)_3\text{Cl}^-$

**第5問** 次の文章を読み，後の問い(問1～5)に答えよ。(配点 20)

塩化ナトリウムは地殻および海水中に豊富に存在し，調味料だけでなく様々な工業製品の原料として広く用いられており，我々の生活には欠かせない物質である。ナトリウムは原子番号11の元素で，(a)性質の似ているリチウムやカリウムとともにアルカリ金属とよばれている。また，塩素は原子番号17の元素で，性質の似ている他の17族の元素とともにハロゲンとよばれている。塩化ナトリウムの固体は，ナトリウムイオンと塩化物イオンが静電気力によって集まって交互に配列したイオン結晶であり，次の図1の実線で示した立方体の単位格子からなる。ただし，球はそれぞれのイオンの中心位置を表している。

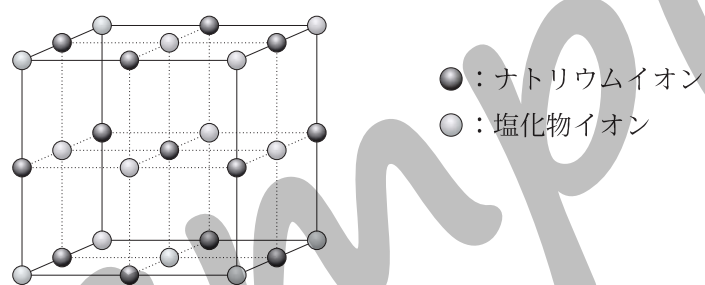


図1 塩化ナトリウムの単位格子

表1は，塩化ナトリウムと同様の結晶構造をとるイオン結合でできた物質について，陽イオンとなる金属元素と陰イオンとなる非金属元素のそれぞれのイオン半径を示したものである。

表1 陽イオンの半径と陰イオンの半径

化学式	陽イオンの半径(nm)	陰イオンの半径(nm)
NaF	0.116	0.119
NaCl	0.116	0.167
NaBr	0.116	0.182
CaO	0.114	0.126
SrO	0.132	0.126
BaO	0.149	0.126

問1 下線部(a)について、リチウム、ナトリウム、カリウムに共通する性質として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 23

- ① 1価の陽イオンになりやすい。
- ② 単体は常温の水と容易に反応する。
- ③ 周期表の同一周期の元素の原子の中で、イオン化エネルギーが最も大きい。
- ④ 特有の炎色反応を示す。

問2 塩化ナトリウムの結晶中で、1つの塩化物イオンに接しているナトリウムイオンの数はいくつか。最も適当な数を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

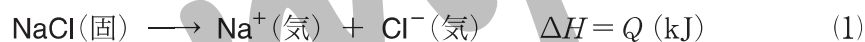
24

- ① 2                                      ② 4                                      ③ 5
- ④ 6                                      ⑤ 8                                      ⑥ 12

問3 イオン結晶の融点は、最近接の異種イオン間にはたらく静電気力(クーロン力)が大きいほど高くなる傾向がある。表1に示した物質のうち、融点が最も低いものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、二つの異符号の電荷の間にはたらく静電気力は、電荷の積に比例し、二つの電荷間の距離に反比例する。 25

- |       |        |        |
|-------|--------|--------|
| ① NaF | ② NaCl | ③ NaBr |
| ④ CaO | ⑤ SrO  | ⑥ BaO  |

問4 イオン結晶の安定性は、結晶中の構成粒子をばらばらの気体の状態にするのに必要なエネルギー(格子エネルギーという)を用いて比較することができる。塩化ナトリウムの格子エネルギーを  $Q$  (kJ/mol) とすると、1 mol の塩化ナトリウムの結晶をばらばらの気体の状態にするときの反応エンタルピーは、次の式(1)で表される。



格子エネルギーを直接測定するのは困難であり、次に示す各エネルギーを用いて算出することができる。図2のエンタルピー変化を表した図を参考に、 $Q$ を表す式として正しいものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。 26



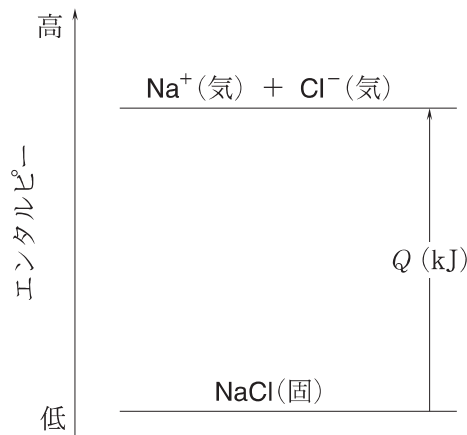


図2 エンタルピー変化を表した図

- ①  $-A+B+C+2D-E$                       ②  $-A-B-C-2D+E$   
 ③  $-A-B+C-2D-E$                       ④  $-A+B+C+\frac{1}{2}D-E$   
 ⑤  $-A+B+C+\frac{1}{2}D+E$                       ⑥  $-A-B+C-\frac{1}{2}D-E$

問5 塩化ナトリウムの結晶の密度は何  $\text{g/cm}^3$  か。その数値を、小数第1位まで次の形式で表すとき、それぞれに当てはまる数字を、後の①～⑩のうちから一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。また、塩化ナトリウムの単位格子の体積は  $0.181\text{nm}^3$ 、アボガドロ定数は  $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$  とする。

.   $\text{g/cm}^3$

- ① 1                      ② 2                      ③ 3                      ④ 4                      ⑤ 5  
 ⑥ 6                      ⑦ 7                      ⑧ 8                      ⑨ 9                      ⑩ 0

MEMO

Sample

2027  
共通テスト  
直前対策問題集

第1回

化学

sample

# 第1回 化学 チェックシート

1科目だけマークしなさい。



解答科目欄	
物	○
理	○
化	●
学	○
生	○
物	○
地	○

解答 番号	解 答 欄										配 点	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0 a b		
1	①	②	●	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	3
2	●	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	b	4
3	①	②	●	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	4
4	①	②	③	●	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	3
5	①	②	●	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	4
6	①	②	③	●	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	4
7	①	②	③	④	⑤	●	⑧	⑨	⑩	a	b	4
8	①	●	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	4
9	①	②	③	④	●	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	4
10	①	②	③	●	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	4
11	①	②	③	●	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	3
12	①	②	●	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	4
13	①	②	●	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	3
14	①	●	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	3
15	①	②	●	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	4
16	①	②	●	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	4
17	①	②	③	●	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	3
18	①	②	③	④	⑤	⑥	●	⑧	⑨	⑩	a	3
19	①	②	③	●	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	4
20	①	②	●	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	4
21	①	②	③	●	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	4
22	①	②	●	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	3
23	①	②	●	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	4
24	①	②	③	●	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	4
25	①	②	●	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	4

解答 番号	解 答 欄										配 点	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0 a b		
26	①	②	③	④	●	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	4
27	①	●	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	4
28	①	●	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	4
29	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	
30	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	
31	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	
32	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	
33	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	
34	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	
35	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	
36	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	
37	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	
38	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	
39	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	
40	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	
41	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	
42	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	
43	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	
44	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	
45	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	
46	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	
47	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	
48	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	
49	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	
50	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	a	

【解答・採点基準】

(60分 100点満点)

問題番号 (配点)	設問	解答番号	正解	配点	自己採点	
第1問 (18)	問1	1	③	3		
	問2	2	①	4		
	問3	3	④	4		
	問4	a	4	④	3	
		b	5	③	4	
第1問 自己採点小計						
第2問 (20)	問1	6	④	4		
	問2	7	⑥	4		
	問3	8	②	4		
	問4	a	9	⑤	4	
		b	10	④	4	
第2問 自己採点小計						
第3問 (21)	問1	11	④	3		
	問2	a	12	③	4	
		b	13	③	3	
	問3	a	14	②	3	
		b	15	③	4	
		c	16	③	4	
第3問 自己採点小計						
第4問 (21)	問1	17	④	3		
	問2	a	18	⑦	3	
		b	19	④	4	
	問3	a	20	③	4	
		b	21	④	4	
		c	22	③	3	
第4問 自己採点小計						

問題番号 (配点)	設問	解答番号	正解	配点	自己採点
第5問 (20)	問1	23	③	4	
	問2	24	④	4	
	問3	25	③	4	
	問4	26	⑤	4	
	問5	27	②	4※	
		28	②		
第5問 自己採点小計					
自己採点合計					

(注) ※は、全部正解の場合に点を与える。

### 第1問 純物質と混合物, 電子配置, pH と中和, 気体・蒸気圧

#### 問1 純物質と混合物

単一の物質からなる物質を純物質といい, 複数の純物質からなる物質を混合物という。食塩水は塩化ナトリウムと水の混合物, 石油は様々な炭化水素などを含む混合物, 塩酸は塩化水素と水の混合物である。一方, 硫酸銅(II)五水和物  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  は純物質である。以上より, ㉑が正解である。

1 ... ㉑

#### 問2 電子配置

電子殻に含まれる電子の数の総和は, 原子核に含まれる陽子の数と等しいため, 各原子の電子の数から原子番号がわかる。よって, 原子ア~エの原子番号は, それぞれ 6, 10, 12, 17 であり, ア: C, イ: Ne, ウ: Mg, エ: Cl である。

① 誤り。一般に, 非金属元素の原子どうしは共有結合で結びつく。ここで, C と Cl は, C 原子 1 つと Cl 原子 4 つが共有結合し, 四塩化炭素  $\text{CCl}_4$  分子をつくる。この分子は 5 つの原子からなる。

② 正しい。Ne の最外殻は閉殻となっており, 安定な電子配置をとっている。よって, Ne は他の原子と化学結合をつくりにくい。

③ 正しい。一般に, 金属元素の原子と非金属元素の原子はイオン結合で結びつく。Mg と Cl は, それぞれ  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$  となり, 物質質量比 1:2 の割合でイオン結合し,  $\text{MgCl}_2$  をつくる。

④ 正しい。17 族元素の電子親和力は, 同周期の元素の中で, 最も大きい。

2 ... ①

#### 問3 pH と中和

水素イオン濃度  $[\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-n} \text{ mol/L}$  のとき, pH は  $n$  である。

$$(\text{水素イオン濃度}) = 10^{-\text{pH}}$$

塩酸と酢酸の pH が同じ 3.0 なので, 水素イオン濃度はともに等しく,  $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  である。また, 塩酸は 1 価の強酸であるので, 水素イオン濃度と塩酸の濃度は等しいが, 酢酸は 1 価の弱酸であるので, 水素イオン濃度と酢酸の濃度は等しくない。すなわち, 酢酸の濃度と水素イオン濃度の関係は次の式で与えられる。

$$\begin{aligned} (\text{水素イオン濃度}) &= (\text{酢酸の濃度}) \times (\text{電離度}) \\ &= (\text{酢酸の濃度}) \times 0.010 \end{aligned}$$

したがって, 酢酸の濃度は,

$$\begin{aligned} (\text{酢酸の濃度}) &= \frac{(\text{水素イオン濃度})}{0.010} \\ &= 100 \times (\text{水素イオン濃度}) \end{aligned}$$

以上のことをまとめると,

	pH	水素イオン濃度	酸の濃度
塩酸	3	$1.0 \times 10^{-3}$	$1.0 \times 10^{-3}$
酢酸	3	$1.0 \times 10^{-3}$	$1.0 \times 10^{-1}$

(単位: mol/L)

次に, 中和における酸と塩基の量的な関係は次の式で与えられる。

$$\begin{aligned} &(\text{酸が放出した水素イオンの物質質量}) \\ &= (\text{塩基が受け取った水素イオンの物質質量}) \end{aligned}$$

すなわち,

$$\begin{aligned} &(\text{酸の価数}) \times (\text{酸の物質質量}) \\ &= (\text{塩基の価数}) \times (\text{塩基の物質質量}) \end{aligned}$$

水溶液 A の濃度を  $c$  (mol/L), 酢酸を中和するのに必要な水溶液 A の体積を  $v$  (mL) とすると,

塩酸の場合

$$\begin{aligned} 1 \times 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \times \frac{10.0}{1000} \text{ L} \\ = 1 \times c \text{ (mol/L)} \times \frac{1.0}{1000} \text{ L} \quad (1) \end{aligned}$$

酢酸の場合

$$\begin{aligned} 1 \times 1.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L} \times \frac{10.0}{1000} \text{ L} \\ = 1 \times c \text{ (mol/L)} \times \frac{v}{1000} \text{ (L)} \quad (2) \end{aligned}$$

式(1), 式(2)より

$$v = 100 \text{ mL}$$

酸の価数はともに 1 価であり, 塩酸と酢酸水溶液の体積は同じであるが, 酸の濃度は塩酸より酢酸の方が 100 倍大きいので, 酢酸を中和するのに必要な水溶液 A の体積は塩酸の 100 倍となる。

3 ... ④

#### 問4 気体・蒸気圧

a 封入した酸素  $\text{O}_2$  の分圧を  $P_{\text{O}_2}$  (Pa) とすると, 気体の状態方程式より,

$$\begin{aligned} P_{\text{O}_2} \text{ (Pa)} \times 8.3 \text{ L} \\ = 0.30 \text{ mol} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}) \times (27 + 273) \text{ K} \\ P_{\text{O}_2} = 9.0 \times 10^4 \text{ Pa} \end{aligned}$$

混合気体の全圧は各成分気体の分圧の和に等しいので,

$$3.0 \times 10^4 \text{ Pa} + 9.0 \times 10^4 \text{ Pa} = 1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$$

4 ... ④

b 封入したメタン  $\text{CH}_4$  の物質質量を  $n$  (mol) とすると, 気体の状態方程式より,

$$3.0 \times 10^4 \text{ Pa} \times 8.3 \text{ L}$$

$$= n \text{ (mol)} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}) \times (27 + 273) \text{ K}$$

$$n = 0.10 \text{ mol}$$

CH<sub>4</sub>の燃焼の反応式と反応前後における物質量の变化は次のとおりである。

	CH <sub>4</sub> + 2 O <sub>2</sub> → CO <sub>2</sub> + 2 H <sub>2</sub> O			
反応前	0.10	0.30	0	0
変化量	-0.10	-0.20	+0.10	+0.20
反応後	0	0.10	0.10	0.20

(単位: mol)

操作2終了後、容器内には液体の水が見られたことから、水は気液平衡の状態にあり、水蒸気の分圧は、27℃での水の飽和蒸気圧である4.0×10<sup>3</sup> Paとなる。

一方、O<sub>2</sub>とCO<sub>2</sub>の分圧の和をP (Pa)とすると、

$$P \text{ (Pa)} \times 8.3 \text{ L}$$

$$= (0.10 + 0.10) \text{ mol} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}) \times (27 + 273) \text{ K}$$

$$P = 6.0 \times 10^4 \text{ Pa}$$

よって、全圧は、

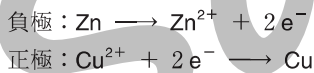
$$4.0 \times 10^3 + 6.0 \times 10^4 = 6.4 \times 10^4 \text{ Pa}$$

5 ... ③

## 第2問 電池、電気分解、反応速度、化学平衡

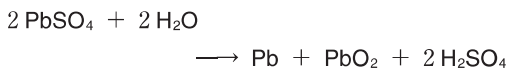
### 問1 電池

① 正しい。ダニエル電池を放電させると、負極では亜鉛 Zn が酸化され、正極では銅(II)イオン Cu<sup>2+</sup> が還元される。



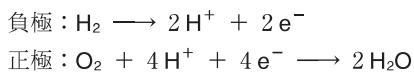
よって、負極の質量は減少し、正極の質量は増加する。

② 正しい。鉛蓄電池を充電すると、電池全体では次のような反応が起こる。



このとき、水 H<sub>2</sub>O が消費されて硫酸 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> が生成するため、電解液中の硫酸の濃度が増加する。

③ 正しい。電解液にリン酸水溶液を用いた水素-酸素燃料電池を放電させると、負極では水素 H<sub>2</sub> が酸化され、正極では酸素 O<sub>2</sub> が還元される。



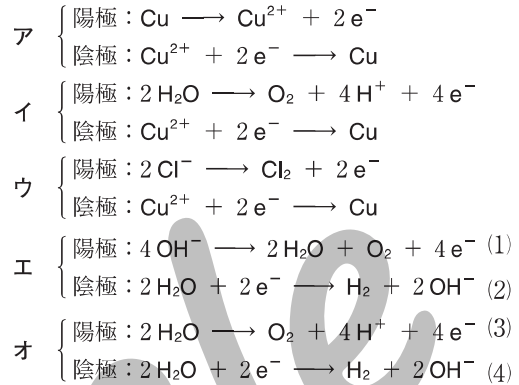
このとき、負極で生じた水素イオン H<sup>+</sup> が正極に向かって移動する。

④ 誤り。電池において、酸化反応が起こって外部回路に電子が流れ出る電極が負極である。つまり、アルカリマンガン乾電池において、亜鉛 Zn が酸化されるのは正極ではなく負極である。

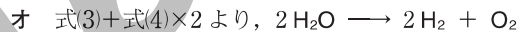
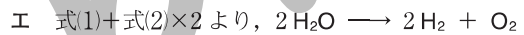
6 ... ④

### 問2 電気分解

それぞれの電極での反応は次のとおりである。



これらのうち、エとオは水の電気分解であり、全体としては同じ反応式で表される。



7 ... ⑥

### 問3 反応速度

初めの10分間におけるAおよびBの濃度変化は次のとおりである。

	A → 2B	
始め	1.0	0
変化量	-0.75	+1.5
10分後	0.25	1.5 (単位: mol/L)

このとき、10分間でAは元の量の25%に減少している。一次反応では半減期が初濃度によらず一定であることから、一定時間において反応物が減少する割合は等しい。よって、20分後には、0.25 mol/Lの25%に減少するので、Aのモル濃度は、

$$0.25 \text{ mol/L} \times \frac{25}{100} = 0.0625 \text{ mol/L}$$

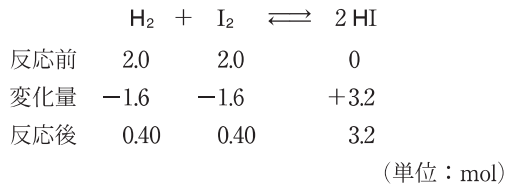
$$\approx 0.063 \text{ mol/L}$$

8 ... ②

### 問4 化学平衡

a 水素 H<sub>2</sub>とヨウ素 I<sub>2</sub>からヨウ化水素 HI が生成する反応は次式で表される。また、反応開始時には、H<sub>2</sub>とI<sub>2</sub>の物質量がいずれも2.0 mol、平衡状態でのHIの物質量が3.2 molであったことから、その量的関

係は次のとおりである。

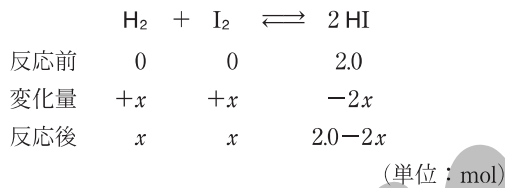


よって、容積を  $V$  (L) とすると、平衡定数は、

$$K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{\left(\frac{3.2 \text{ mol}}{V \text{ (L)}}\right)^2}{\frac{0.40 \text{ mol}}{V \text{ (L)}} \times \frac{0.40 \text{ mol}}{V \text{ (L)}}} = 64$$

9 ... ⑥

b HI 2.0 mol を  $V$  (L) の容器に入れて反応が進み、平衡状態に達したとき、生成した  $\text{H}_2$ ,  $\text{I}_2$  の物質量を  $x$  (mol) とすると、その量的関係は次のとおりである。



温度は  $T$  (K) で同じなので、平衡定数も同じ 64 である。

$$K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{\left(\frac{2.0-2x \text{ (mol)}}{V \text{ (L)}}\right)^2}{\frac{x \text{ (mol)}}{V \text{ (L)}} \times \frac{x \text{ (mol)}}{V \text{ (L)}}} = 64$$

$$64 = \frac{(2.0-2x)^2}{x^2}$$

$x > 0$  より、 $x = 0.20 \text{ mol}$

ヨウ化水素は、平衡時  $2.0 - 2x$  (mol) なので、これに  $x = 0.20 \text{ mol}$  を代入すると、

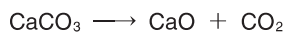
$$2.0 - 2 \times 0.20 = 1.6 \text{ mol}$$

10 ... ④

### 第3問 二酸化炭素、鉄、オストワルト法

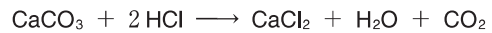
#### 問1 二酸化炭素の発生

① 石灰石を  $800^\circ\text{C}$  程度に加熱すると分解し、二酸化炭素  $\text{CO}_2$  が発生する。

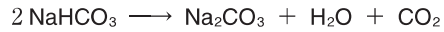


② 大理石(主成分  $\text{CaCO}_3$ )に強酸である塩酸を加

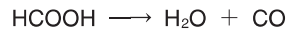
えると、弱酸である炭酸が遊離し、 $\text{CO}_2$  が発生する。



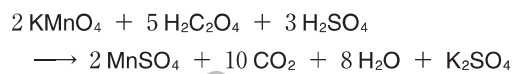
③ 炭酸水素ナトリウム  $\text{NaHCO}_3$  を加熱すると分解し、 $\text{CO}_2$  が発生する。



④ ギ酸  $\text{HCOOH}$  に濃硫酸を加えて加熱すると、一酸化炭素  $\text{CO}$  が発生する。



⑤ シュウ酸  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  水溶液を硫酸で酸性にした過マンガン酸カリウム水溶液で酸化すると、 $\text{CO}_2$  が発生する。



よって、 $\text{CO}_2$  が発生しないものは、④である。

11 ... ④

#### 問2 鉄

a 質量パーセント 5.0 % の炭素 **C** を含む銑鉄 1000 kg 中の **C** の質量は、

$$1000 \text{ kg} \times \frac{5.0}{100} = 50 \text{ kg}$$

一方、質量パーセント 2.0 % の **C** を含む鋼 939 kg 中の **Fe** の質量は、

$$939 \text{ kg} \times \frac{100-2.0}{100} = 920.2 \text{ kg} \doteq 920 \text{ kg}$$

銑鉄に含まれる **Fe** の質量と鋼に含まれる **Fe** の質量は等しいので、銑鉄 1000 kg 中のケイ素 **Si** の質量は、

$$1000 \text{ kg} - 50 \text{ kg} - 920 \text{ kg} = 30 \text{ kg}$$

12 ... ③

b ① 正しい。鉄を亜鉛でめっきしたトタンでは、鉄より亜鉛の方がイオン化傾向が大きいので、鉄はさびにくくなっている。

② 正しい。 $\text{Fe}^{3+}$  を含む水溶液にチオシアン酸カリウム  $\text{KSCN}$  を加えると、血赤色の溶液になる。

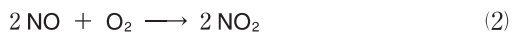
③ 誤り。 $\text{Fe}^{3+}$  に  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  の水溶液を加えても濃青色の沈殿は生じない。 $\text{Fe}^{3+}$  を含む水溶液に  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  の水溶液を加えたり、 $\text{Fe}^{2+}$  を含む水溶液に  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  の水溶液を加えると、濃青色の沈殿が生じる。

④ 正しい。鉄にクロムやニッケルを混ぜてつくった合金をステンレス鋼といい、さびにくいので台所用品などに用いられる。

13 ... ③

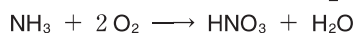
## 問3 オストワルト法

a NH<sub>3</sub> から NO, NO<sub>2</sub> を経て HNO<sub>3</sub> をつくる方法をオストワルト法という。この方法では、まず NH<sub>3</sub> を酸化し NO とする。NO は無色の気体である。



[14] …②

b {式(1)+式(2)×3+式(3)×2}× $\frac{1}{2}$  より、



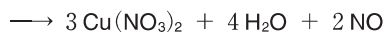
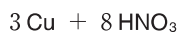
反応に用いた NH<sub>3</sub> の物質質量と、生成した HNO<sub>3</sub> (63 g/mol) の物質質量は等しいので、NH<sub>3</sub> の体積を  $v$  (L) とすると、

$$\frac{v \text{ (L)}}{22.4 \text{ L/mol}} = \frac{1 \times 10^3 \text{ g} \times \frac{63}{100}}{63 \text{ g/mol}}$$

$$v = 224 \text{ (L)}$$

[15] …③

c 銅に希塩酸を加えても反応は起こらない。銅に希硝酸を加えると、一酸化窒素が発生する。



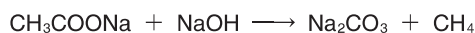
くびれがある方のアに固体である銅、イに希硝酸を入れ、試験管を傾けて、アの方へ希硝酸を流し込み、NO を発生させる。気体の発生を止めたいときは、イの方へ希硝酸を戻す。このとき、固体試薬を突起部分にひっかけて、イの方に移動させないようにする。NO は水に溶けにくいので、水上置換で捕集する。よって、正解は③である。

[16] …③

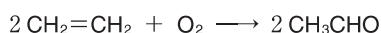
## 第4問 脂肪族化合物の反応、アルケンの付加反応、油脂・セッケン

## 問1 脂肪族化合物の反応

① 正しい。酢酸ナトリウムと水酸化ナトリウムの混合物を加熱すると、メタンが発生する。



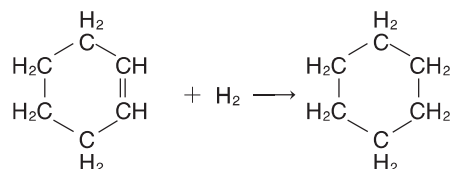
② 正しい。エチレンを酸素で酸化すると、アセトアルデヒドが得られる。



③ 正しい。エタノール CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH にナトリウム Na を加えると、水素 H<sub>2</sub> が発生し、ナトリウムエトキシドが生成する。



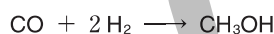
④ 誤り。シクロヘキサンは不飽和結合をもたないので、水素を付加させることはできない。なお、シクロヘキセンは炭素間の不飽和結合をもつので、水素を付加させることができ、シクロヘキサンを生じる。



シクロヘキセン

シクロヘキサン

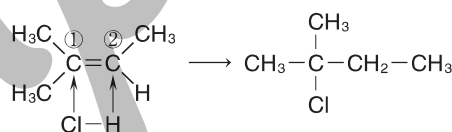
⑤ 正しい。メタノールは工業的に、一酸化炭素と水素を触媒の存在下で、高温・高圧で反応させて製造されている。



[17] …④

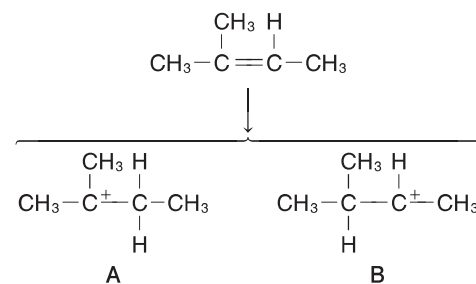
## 問2 アルケンの付加反応

a 次の構造をもつ 2-メチル-2-ブテンに塩化水素が付加する場合、結合している水素原子が多い炭素原子②に水素原子 H が付加し、水素原子が少ない炭素原子①に塩素原子 Cl が付加した生成物が主に得られる。

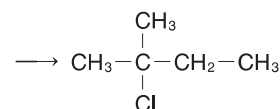
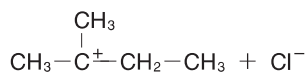


[18] …⑦

b 2-メチル-2-ブテンの付加反応では、次の二つの炭素陽イオン中間体 A, B が生じる可能性がある。



これらのうち、A に塩化物イオン Cl<sup>-</sup> が反応した生成物が主に得られる。



つまり、枝分かれの部分が正電荷をもつ A の方が、

Bよりも安定であると予想される。選択肢の中でAと同様に枝分かれの部分が正電荷をもつのは④である。

19...④

### 問3 油脂・セッケン

a オリーブ油に含まれる油脂のモル質量を  $M$  (g/mol) とすると、油脂と水酸化ナトリウム(式量 40) は、物質比 1 : 3 で反応するので、

$$\frac{5.0 \text{ g}}{M \text{ (g/mol)}} : \frac{0.69 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 1 : 3$$

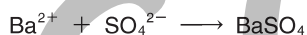
$$M \approx 869 \text{ g/mol}$$

よって、含まれる油脂の平均分子量は、およそ  $8.7 \times 10^2$  である。

20...③

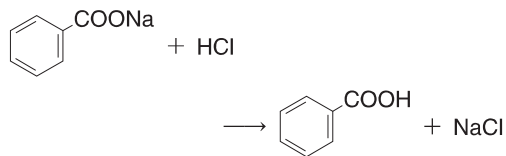
b 下線部(b)で白色の固体が生じたのは、親水コロイドであるセッケンの集合体(ミセルという)が、多量の電解質によって沈殿したためである。このような現象を塩析という。これと同様に塩析が起きているのは、④である。豆乳には親水コロイドであるタンパク質が含まれるため、多量の電解質を含むにがりを加えると、塩析が起って白色沈殿(豆腐)が生じる。なお、他の選択肢はそれぞれ次のような現象が起っている。

① 塩化バリウム水溶液に希硫酸を加えると、バリウムイオンと硫酸イオンが水に難溶な塩を形成することで白色沈殿が生じる。



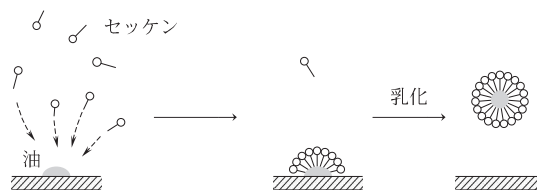
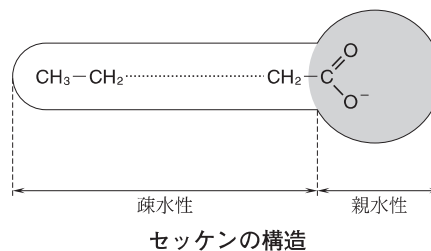
② 卵白水溶液を加熱すると、卵白に含まれるタンパク質の立体構造が変化して白色沈殿が生じる。このような現象を変性という。

③ 安息香酸ナトリウム水溶液に塩酸を加えると、弱酸である安息香酸が遊離する。安息香酸は水に溶けにくいので、白色沈殿となる。



21...④

c 油脂をけん化して得られる高級脂肪酸のナトリウム塩はセッケンとよばれる。セッケンは、疎水性の炭化水素基の部分と、親水性のカルボン酸イオンの部分からなるので、疎水性の部分の内側に、親水性の部分を外側にして油を取り囲み、微小な油滴として分散させることができる。このような現象を乳化という。



①~④のうち、①、②、④はセッケンと同様に疎水性の長いアルキル基の部分と親水性のイオンの部分をもつため、セッケンと同様の現象が観察されるが、③は炭化水素基の部分が小さく、セッケンのように油を取り囲むことができないため、同様の現象は観察されない。

22...③

### 第5問 NaClに関する総合問題(化学結合、結晶、格子エネルギー)

問1 リチウム、ナトリウム、カリウムはいずれも周期表の1族に属する元素である。水素を除く1族の元素は性質が類似しており、アルカリ金属とよばれる。

① 正しい。アルカリ金属はいずれも価電子を1個もつため、1価の陽イオンになりやすい。

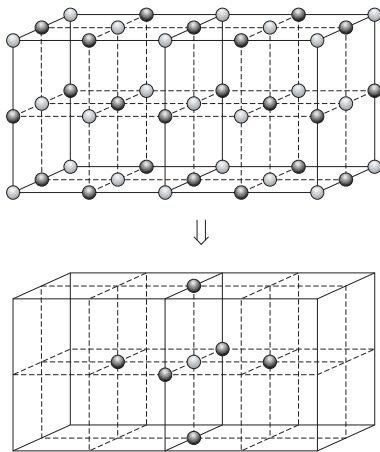
② 正しい。アルカリ金属はいずれもイオン化傾向が大きく、単体は常温の水と容易に反応する。

③ 誤り。アルカリ金属は、陽イオンになりやすく、周期表の同一周期の元素の原子の中ではイオン化エネルギーが小さい。

④ 正しい。リチウムは赤色、ナトリウムは黄色、カリウムは赤紫色の炎色反応を示す。

23...③

問2 次の図に示すように、塩化ナトリウムの結晶中で1個の塩化物イオンに接しているナトリウムイオンの数は6個である。



24 ... ④

問3 イオン間の距離が大きいくほど、クーロン力は弱くなり、融点は低くなる。最近接の異種イオン間の距離は、陽イオンの半径と陰イオンの半径の和になる。それぞれの物質のイオン間距離は次のとおり。

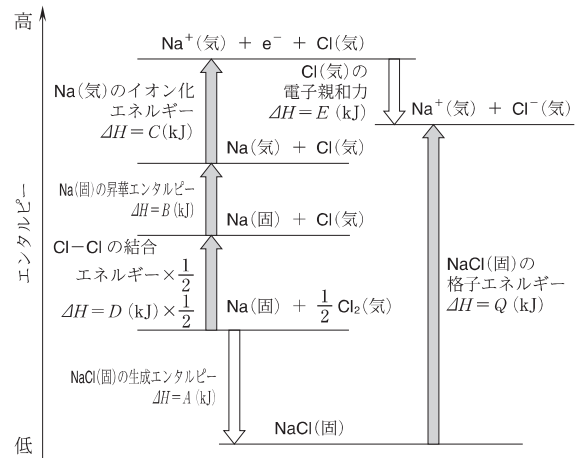
- NaF 0.116 nm + 0.119 nm = 0.235 nm
- NaCl 0.116 nm + 0.167 nm = 0.283 nm
- NaBr 0.116 nm + 0.182 nm = 0.298 nm
- CaO 0.114 nm + 0.126 nm = 0.240 nm
- SrO 0.132 nm + 0.126 nm = 0.258 nm
- BaO 0.149 nm + 0.126 nm = 0.275 nm

また、イオンの価数が小さいほど、クーロン力は弱くなり、融点は低くなる。NaF, NaCl および NaBr は1価の陽イオンと陰イオンからなり、CaO, SrO および BaO は2価の陽イオンと陰イオンからなる。

以上より、最も融点が低いのは、イオン間の距離が大きく、価数が小さい NaBr である。

25 ... ③

問4 各反応エンタルピーをもとにエンタルピー変化を表した図を書くと、次のようになる。



Na(固) +  $\frac{1}{2}$ Cl<sub>2</sub>(気) から Na<sup>+</sup>(気) + Cl<sup>-</sup>(気) に変化

するときのエンタルピー変化に着目すると、

$$A + Q = \frac{1}{2}D + B + C + E$$

$$Q = -A + B + C + \frac{1}{2}D + E$$

なお、式(2) × (-1) + 式(3) + 式(4) + 式(5) ×  $\frac{1}{2}$  + 式(6) = 式(1)より、Q を表す式を求めることもできる。

26 ... ⑤

問5 結晶の密度 (g/cm<sup>3</sup>) は、単位格子の質量 (g) を単位格子の体積 (cm<sup>3</sup>) で割ることで求めることができる。1 nm = 10<sup>-9</sup> m = 10<sup>-7</sup> cm より、1 nm<sup>3</sup> = 10<sup>-21</sup> cm<sup>3</sup> なので、塩化ナトリウムの単位格子の体積は、

$$0.181 \text{ nm}^3 = 0.181 \times 10^{-21} \text{ cm}^3$$

また、塩化ナトリウムの単位格子には、ナトリウムイオンと塩化物イオンがそれぞれ4個ずつ含まれるので、単位格子の質量は、

$$\frac{23.0 \text{ g/mol}}{6.0 \times 10^{23} / \text{mol}} \times 4 + \frac{35.5 \text{ g/mol}}{6.0 \times 10^{23} / \text{mol}} \times 4 = 39 \times 10^{-23} \text{ g}$$

よって、塩化ナトリウムの結晶の密度は、

$$\frac{39 \times 10^{-23} \text{ g}}{0.181 \times 10^{-21} \text{ cm}^3} = 2.15 \text{ g/cm}^3 \approx 2.2 \text{ g/cm}^3$$

27 ... ②, 28 ... ②

MEMO

Sample