

◇ 化 学

化 3-1～化 3-15 まで 15 ページあります。

必要があれば、原子量および定数は次の値を使うこと。

H=1.0, C=12, N=14, O=16, Na=23, Al=27, S=32, Cl=35.5

Fe=56, Pb=207

標準状態での気体のモル体積を 22.4 L/mol とする。

気体定数は $R=8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ とする。

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

第 1 問 次の問い(問 1~4)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問 1 次の a~d に当てはまるものを、それぞれの解答群の選択肢から一つずつ選べ。

a 純物質であるもの

- | | | |
|-------|-------|---------|
| ① 赤リン | ② 水道水 | ③ ステンレス |
| ④ 銑鉄 | ⑤ 塩酸 | |

b 価電子数が 0 である原子

- | | | | | |
|-----|------|-----|------|-----|
| ① H | ② Li | ③ F | ④ Ne | ⑤ B |
|-----|------|-----|------|-----|

c 結晶が分子結晶であるもの

- | | | |
|-------|------|-------|
| ① 黒鉛 | ② 亜鉛 | ③ ヨウ素 |
| ④ 塩化銀 | ⑤ 水銀 | |

d 水溶液中の塩化物イオンの確認方法として適当なもの

- ① 水溶液に硝酸銀水溶液を加える。
- ② 水溶液に酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加える。
- ③ 水溶液を硫酸銅(Ⅱ)無水塩に滴下する。
- ④ 水溶液をリトマス試験紙に滴下する。
- ⑤ 水溶液を浸した白金線を炎にいれる。

問2 次の a～c の記述の下線部が、単体または元素のどちらの意味で用いられているかの組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

5

- a グルコースは、炭素、水素、酸素からなる。
 b 過酸化水素に酸化マンガンを加えると、酸素が発生する。
 c 酸素は、窒素よりも原子量が大きい。

	a	b	c
①	単体	単体	単体
②	単体	単体	元素
③	単体	元素	単体
④	単体	元素	元素
⑤	元素	元素	元素
⑥	元素	元素	単体
⑦	元素	単体	元素
⑧	元素	単体	単体

問3 次の図 1-1 は周期表の一部を示している。図中のア～オのうち、その単体が常温の水とは反応しないが熱水と反応して水素を発生する元素がある。この元素として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

6

		族							
		1	2	13	14	15	16	17	18
周 期	1	ア							
	2							イ	
	3	ウ	エ	オ					

図 1-1 周期表の一部

- ① ア ② イ ③ ウ ④ エ ⑤ オ

問 4 身のまわりの出来事 a～c と、その反応や変化を表す語句の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 7

- a 水に濡れたままの衣服を着ていて体が冷えた。
- b $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ の冷凍庫内に保存していた氷が小さくなった。
- c 冷たい飲み物を入れたガラスコップの表面に水滴がついた。

	a	b	c
①	蒸発	昇華	凝固
②	蒸発	昇華	凝縮
③	蒸発	融解	凝固
④	蒸発	融解	凝縮
⑤	昇華	蒸発	凝固
⑥	昇華	蒸発	凝縮
⑦	昇華	融解	凝固
⑧	昇華	融解	凝縮

化学の問題は次のページに続く

第 2 問 次の問い(問 1～5)に答えよ。〔解答番号 8 ～ 14〕

問 1 アルミニウム粉末と酸化鉄(Ⅲ) Fe_2O_3 を反応させると、次の反応式に従って鉄が生成する。図 2-1 は、一定量のアルミニウム粉末に対して加えた酸化鉄(Ⅲ)の量と生成する鉄の量の関係を示す。下の問い(a・b)に答えよ。

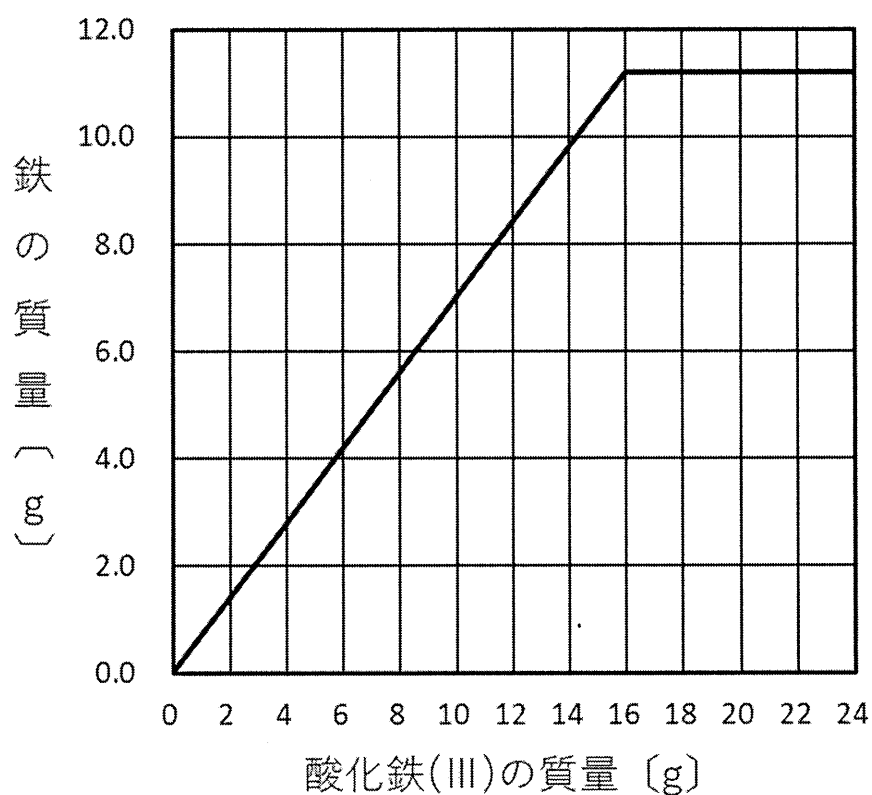
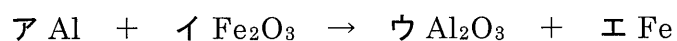


図 2-1 加えた酸化鉄(Ⅲ)の質量と生成した鉄の質量の関係

- a アルミニウム粉末と酸化鉄(Ⅲ) Fe_2O_3 の反応式の **ア**～**エ**に入る係数の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。係数が通常省略される場合は 1 が入るものとして解答せよ。 8

	ア	イ	ウ	エ
①	2	1	1	1
②	2	1	1	2
③	2	2	1	4
④	4	1	2	2
⑤	4	1	2	4
⑥	4	2	2	4
⑦	6	3	3	3
⑧	6	3	3	6
⑨	6	3	4	6

- b この反応に使用したアルミニウム粉末の質量 [g] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 9 g

① 1.35 ② 2.7 ③ 5.4 ④ 8.1 ⑤ 10.8

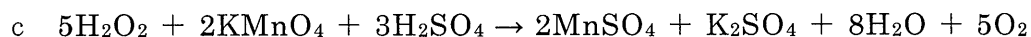
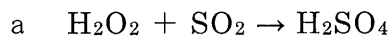
問 2 標準状態において密度 [g/L] が最も高い気体として最も適当なものを、
後の選択肢から一つ選べ。 10

- ① H₂ ② N₂ ③ CH₄ ④ CO₂ ⑤ H₂S

問 3 食事で摂取した食塩 (NaCl) 中のナトリウムは、尿中にナトリウムイオンとして排泄される。このことから、24 時間に尿中に排泄されるナトリウムイオンの量から、1 日当たりの食塩摂取量を推定することができる。24 時間に排泄された尿量が 1500 mL、尿中ナトリウムイオン濃度が 8.0×10^{-2} mol/L であるとき、1 日当たりの食塩 (NaCl) 摂取量 [g] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。ただし、摂取した食塩中のナトリウムは全て尿中に排泄され、また、尿中のナトリウムイオンは全て食塩に由来するものとする。 11 g

- ① 6 ② 7 ③ 8 ④ 9 ⑤ 10

問 4 過酸化水素が還元剤としてはたらいっている反応式として最も適当なものを、
後の選択肢から一つ選べ。 12



- ① a のみ ② b のみ ③ c のみ ④ a と b ⑤ a と c
⑥ b と c ⑦ a と b と c

問 5 次の文章を読み、下の問い(a・b)に答えよ。

濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液の濃度を中和滴定によって決めるために、次の操作 1～3 からなる実験を行った。

操作 1 1.26 g のシュウ酸二水和物の結晶 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を水に溶かして正確に 100 mL とした。

操作 2 上記のシュウ酸水溶液を正確に 10.0 mL とり、水を加えて 30 mL とした。アそして指示薬を数滴加えた。

操作 3 操作 2 の水溶液に、濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液を滴下した。その結果、濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液を 16.0 mL 加えたところでちょうど中和した。

a 操作 2 の下線部 ア で使用した指示薬の変色域の pH として最も適切なものを、後の選択肢から一つ選べ。 13

- | | | |
|------------|-------------|-----------|
| ① 3.1～4.4 | ② 5.0～8.0 | ③ 6.4～8.2 |
| ④ 8.3～10.0 | ⑤ 10.1～12.0 | |

b 濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液の濃度 [mol/L] として最も適切な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 14 mol/L

- | | | |
|-----------|----------|----------|
| ① 0.00625 | ② 0.0125 | ③ 0.0250 |
| ④ 0.0625 | ⑤ 0.125 | ⑥ 0.250 |

第3問 次の問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 15 ～ 21〕

問1 図3-1は、A原子(●)とB原子(○)からなる化合物の結晶状態における単位格子である。原子Aは単位格子の頂点と各面の中央に位置し、原子Bは単位格子を八等分した小立方体の中心を一つおきに占めている。この化合物の組成式として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 15

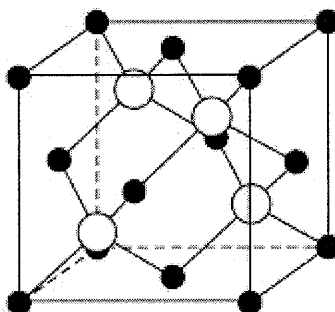


図3-1 結晶の単位格子

- ① AB ② AB₂ ③ AB₃ ④ AB₄

問2 水に溶けにくく、共有結合を含む物質として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 16

- ① メタノール ② スクロース ③ 硫酸バリウム
④ 硝酸銀 ⑤ 硝酸カリウム

問3 あるコロイド溶液に直流電流を流すと、コロイド粒子が陽極に移動した。このコロイド溶液を凝析させたい。加える体積が最も少量でよい水溶液として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。ただし、各水溶液のモル濃度〔mol/L〕は等しいものとする。 17

- ① KCl ② CaCl₂ ③ Na₂SO₄
④ Al₂(SO₄)₃ ⑤ Fe(OH)₃

問 4 過酸化水素の分解によって発生した酸素を、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が 27°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 210 mL であるとき、酸素の物質量 $[\text{mol}]$ として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。ただし、 27°C における水の飽和水蒸気圧は $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$ とする。 18 mol

- ① 5.9×10^{-3} ② 6.1×10^{-3} ③ 7.4×10^{-3}
④ 8.2×10^{-3} ⑤ 8.8×10^{-3} ⑥ 1.1×10^{-2}

問 5 浸透圧に関する記述 a～d のうち正しい記述の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 19

- a 希薄水溶液の浸透圧は、溶媒や溶質の種類に関係なく、溶液中の粒子のモル濃度 $[\text{mol/L}]$ に比例し、絶対温度 $[\text{K}]$ に反比例する。
b デンプン 1.0 g が溶解している水溶液 100 mL の温度 $[\text{K}]$ と浸透圧 $[\text{Pa}]$ を測定すれば、デンプンの平均分子量を求めることができる。
c 純水とグルコース水溶液を半透膜で仕切り、液面の高さをそろえて放置すると、グルコース水溶液の体積が増加し、純水の体積が減少する。
d 同じモル濃度のグルコースと塩化ナトリウムの希薄水溶液の浸透圧を比較すると、グルコースの希薄水溶液の方が高い。

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

問 6 図 3-2 は、温度と圧力に応じて水がとりうる状態を示す図である。下の問い(a・b)に答えよ。

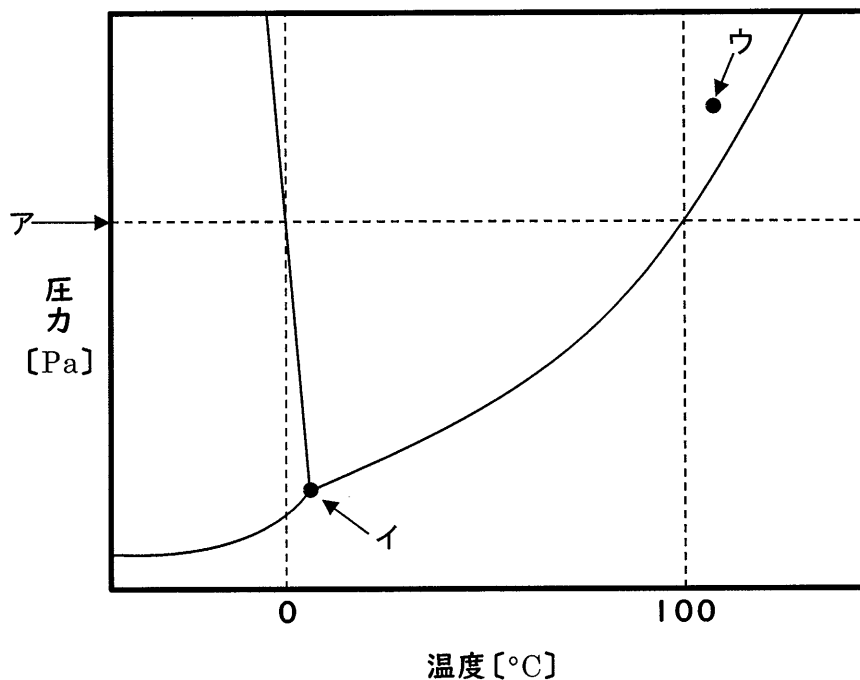


図 3-2 水の状態図

a 図 3-2 に関する記述として最も適切なものを、後の選択肢から一つ選べ。 20

- ① アの圧力は、 1.013×10^5 Pa である。
- ② 点イでは、水は固体の状態で存在できない。
- ③ 点ウでは、水は気体の状態で存在する。
- ④ 0 °C 以下では、水は圧力に関係なく液体の状態で存在できない。

b 臨界点よりも温度と圧力が低いとき、圧力一定の条件下で、気体の水を液体に変える操作として最も適切なものを、後の選択肢から一つ選べ。

21

- ① 点イより低い圧力で、温度を低くする。
- ② 点イより低い圧力で、温度を高くする。
- ③ 点イより高い圧力で、温度を低くする。
- ④ 点イより高い圧力で、温度を高くする。

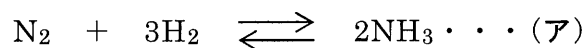
化学の問題は次のページに続く

第4問 次の問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 22 ～ 28〕

問1 炭素(黒鉛)、水素、メタンの燃焼熱をそれぞれ Q_1 [kJ/mol]、 Q_2 [kJ/mol]、 Q_3 [kJ/mol] としたとき、メタンの生成熱を表す式として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 22 kJ/mol

- ① $Q_1 + 2Q_2 - Q_3$ ② $Q_1 - 2Q_2 - Q_3$ ③ $Q_1 + 4Q_2 - Q_3$
 ④ $Q_1 - 4Q_2 - Q_3$ ⑤ $Q_1 + Q_2 - Q_3$ ⑥ $Q_1 - Q_2 - Q_3$

問2 アンモニアは窒素と水素から次の反応によって合成される。



鉄の触媒作用により、窒素 1 mol と水素 3 mol の混合気体の圧力を一定に保って反応させると、時間とともにアンモニアの生成量が増加し、平衡状態に達する。このアンモニアの生成量の時間変化を図4-1の実線で示した。これに関する記述として適当なものを、後の選択肢から二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 23 , 24

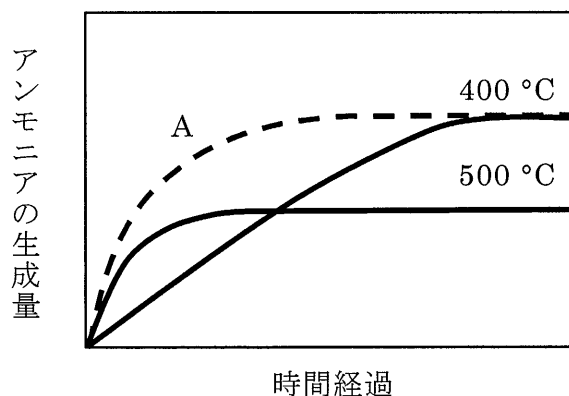


図4-1 時間経過とアンモニアの生成量

- ① アンモニアの生成反応は吸熱反応である。
 ② 反応式(ア)の 500 °C における平衡定数の値は、400 °C における値より小さい。
 ③ 400 °C では、時間とともにアンモニアの生成速度が上昇する。
 ④ 500 °C では、時間とともにアンモニアの生成速度が上昇する。
 ⑤ 触媒の種類を変更して反応速度を上昇させた場合、400 °C におけるアンモニアの生成量は図4-1の破線Aで示される。

問 3 化学反応の反応速度に関する次の a～c の記述の正誤の組合せとして正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。 25

- a 化学反応の反応速度は、単位時間あたりの反応物のモル濃度の減少量として表される。
- b 可逆反応における見かけの反応の速さは、時間の経過とともに上昇し、反応は平衡に達したところで最も大きくなる。
- c 一般に、反応物の濃度や反応温度が同じであれば、活性化エネルギーの大きい反応の方が活性化エネルギーが小さい反応よりも反応速度が大きくなる。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問 4 濃度 $4.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ の塩酸の 25°C における pH として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。ただし、 25°C で塩酸は、完全に電離するものとし、 $\log 2 = 0.30$ とする。 26

- ① 2.4 ② 2.7 ③ 3.4 ④ 3.7 ⑤ 4.0 ⑥ 4.4

問 5 鉛蓄電池は負極に ア，正極に イ を用い，希硫酸に浸した構造をもつ。鉛蓄電池を放電させると両極ともに水に溶けにくい ウ でおおわれてくる。次の問い(a・b)に答えよ。

a 文章中の空欄ア～ウに当てはまる物質の組合せとして正しいものを，後の選択肢から一つ選べ。 27

	ア	イ	ウ
①	Pb	PbO ₂	PbSO ₄
②	Pb	PbSO ₄	PbO ₂
③	PbO ₂	Pb	PbSO ₄
④	PbO ₂	PbSO ₄	Pb
⑤	PbSO ₄	Pb	PbO ₂
⑥	PbSO ₄	PbO ₂	Pb

b 鉛蓄電池から 48.25×10^2 [C] の電気量が放電された。ウ は両極合わせて何 g 生成するか。最も適当な数値を，後の選択肢から一つ選べ。
28 g

① 5 ② 10 ③ 15 ④ 25 ⑤ 30