

化学基礎・化学

問題 1

(1)

ア	質量保存	イ	定比例
ウ	倍数比例	エ	原子
オ	気体反応		

(2)

a	あ	1	い	5	う	3	え	4
---	---	---	---	---	---	---	---	---

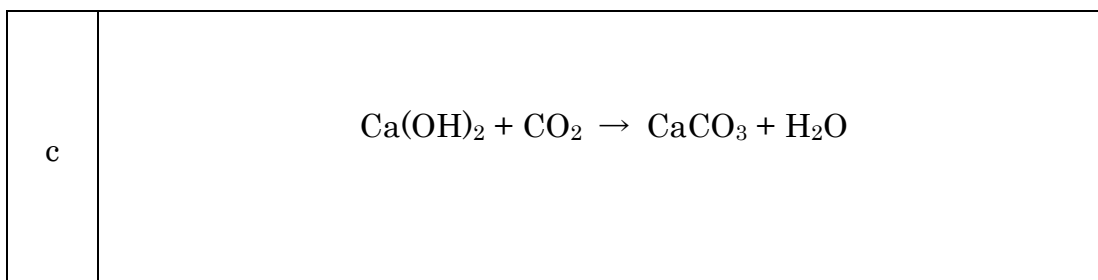
b	あ	2	い	2	う	3
---	---	---	---	---	---	---

c	あ	1	い	4	う	1	え	2	お	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

(3)

a	$\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{NH}_3$
---	-------------------------------------------------------

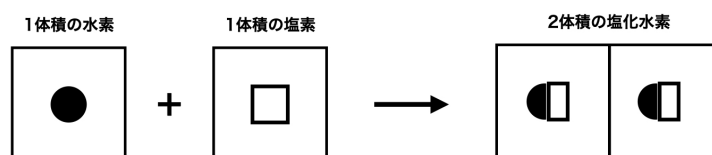
b	$2 \text{Al} + 6 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{AlCl}_3 + 3 \text{H}_2$
---	-------------------------------------------------------------------------



(4)

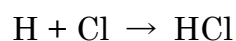
1 体積の水素と 1 体積の塩素から 2 体積の塩化水素が生成するという実験結果を原子説で説明するには、水素と塩素のどちらも 2 つに分割される必要がある。ドルトンの原子説によると、水素と塩素はこれ以上分割できない粒子であるから、実験事実と矛盾している。

(下のような図を用いて説明してもよい)



(別解)

ドルトンの原子説によると、水素と塩素はどちらもこれ以上分割できない粒子であるから、1 体積の水素と 1 体積の塩素から塩化水素が生じる反応式は以下ようになる。



したがって、1 体積の塩化水素が生成するはずである。

ところが、実際には 2 体積の塩化水素が生成するので、実験事実と矛盾している。

(5)

密度が空気よりも大きいもの

一酸化窒素

その理由

密度とは、単位体積あたりの物質の質量のことである。

物質の質量は、物質量と分子モル質量の積で表される。

アボガドロの法則によると、気体の体積が一定の場合、物質量も一定であるから、それぞれの気体の分子モル質量（分子量）を求めて比較すればよい。

空気の平均分子量は、 $N_2 = 28$ 、 $O_2 = 32$ より $28 \times 0.8 + 32 \times 0.2 = 28.8$

それぞれの気体の分子量は

メタン： $CH_4 = 12 + 1 \times 4 = 16$

アンモニア： $NH_3 = 14 + 1 \times 3 = 17$

一酸化窒素： $NO = 14 + 16 = 30$

一酸化炭素： $CO = 12 + 16 = 28$

水素： $H_2 = 1.0 \times 2 = 2.0$

空気の平均分子量（28.8）よりも分子量が大きいのは一酸化窒素だけである。

したがって、密度が空気よりも大きいのは一酸化窒素である。

化学基礎・化学

問題 2

(1)

ア	電離 (解離)	イ	水素イオン (H^+)
ウ	水酸化物イオン (OH^-)	エ	強酸
オ	弱酸	カ	中和滴定

(2)

a	H_2O
b	H_2O
c	HCl

(3)

	化学式	価数
a	H_3PO_4	3
b	$(\text{COOH})_2$	2
c	HNO_3	1
d	$\text{Ba}(\text{OH})_2$	2

(4)

(a)

硫酸 H_2SO_4 は 2 価の酸、水酸化ナトリウム NaOH は 1 価の塩基であり、希硫酸の濃度を x [mol/L] とする。酸と塩基が過不足なく中和する条件は、酸の出す H^+ の物質量と塩基の出す OH^- の物質量が等しくなることより、

$$2 \times x \text{ [mol/L]} \times \frac{20.0}{1000} \text{ L} = 1 \times 0.500 \text{ mol/L} \times \frac{8.00}{1000} \text{ L}$$

よって、 $x = 0.100 \text{ mol/L}$

答 0.100 mol/L

(b)

硫酸 H_2SO_4 は強酸であるので、ほぼ完全に電離している。(a) より硫酸の濃度は 0.100 mol/L であるので、硫酸は 2 価の酸であることより水素イオン濃度は、

$$0.100 \text{ mol/L} \times 2 = 0.200 \text{ mol/L} \text{ となる。}$$

よって、希硫酸溶液の pH は、

$$\text{pH} = -\log_{10}0.200 = -\log_{10}(2.00 \times 10^{-1}) = 1 - \log_{10}2 = 1 - 0.301 = 0.699$$

答 0.699

(5)

(a)

器具の名称	メスフラスコ
理由	メスフラスコに入れる溶液はすでに溶質の物質量が決まっており、器具についての純水で薄められたとしても滴定結果には影響がないため。

(b)

酢酸 CH_3COOH も水酸化ナトリウム NaOH も一価の酸・塩基であるので、食酢中の CH_3COOH のモル濃度を x [mol/L] とすると、

$$1 \times \frac{20.0}{100} x \text{ [mol/L]} \times \frac{20.0}{1000} \text{ L} = 1 \times 0.200 \text{ mol/L} \times \frac{15.0}{1000} \text{ L}$$

$$x = 0.750 \text{ mol/L}$$

酢酸 CH_3COOH のモル質量は、 $\text{H} = 1.00$ 、 $\text{C} = 12.0$ 、 $\text{O} = 16.0$ より
 $12.0 \times 2 + 1.00 \times 4 + 16.0 \times 2 = 60.0 \text{ g/mol}$

食酢の密度は 1.03 g/cm^3 であるから、酢酸 $1 \text{ L} = 1000 \text{ cm}^3$ あたりで考えると、

$$\frac{\text{溶質}}{\text{溶液}} = \frac{0.750 \text{ mol} \times 60.0 \text{ g/mol}}{1000 \text{ cm}^3 \times 1.03 \text{ g/cm}^3} \times 100 = 4.369 \%$$

有効数字 3 桁より、4.37 %

答 4.37 %

化学基礎・化学

問題 3

(1)

ア	静電気力 (クーロン力)	イ	共有
ウ	4	エ	4
オ	四面	カ	自由電子
キ	導体	ク	絶縁体

(2)

a	金属結合	b	共有結合
c	イオン結合	d	分子間力
e	共有結合、イオン結合	f	共有結合、分子間力

(3)

黒鉛は 3 個の炭素原子が共有結合して正六角形が連なった平面構造をつくり、残り 1 個の価電子が自由に動けるので電気伝導性があるが、ダイヤモンドは炭素の 4 個の価電子がすべて共有結合しているため、自由に動ける電子がないので電気伝導性がない。

(4)

(a)

$$\frac{1}{8} \times 8 + \frac{1}{2} \times 6 = 4$$

答 4 個

(b)

12

(c)

$$\begin{aligned} \text{密度(g/cm}^3\text{)} &= \frac{\text{単位格子中の原子の質量}}{\text{単位格子の体積}} \\ &= \frac{27}{6.0 \times 10^{23}} \times 4 = \frac{27 \times 4}{(4.0 \times 10^{-8})^3 \times 6.0 \times 10^{23}} \\ &= 2.815 \dots \end{aligned}$$

答 2.8 g/cm³