

問題解答

2章1節

問1. (p.95)

[解答] 77 K

[解説] セルシウス温度が t °C のとき、絶対温度 T [K] は、

$$T \text{ [K]} = (t + 273) \text{ K}$$

であるから、

$$T = (-196 + 273) \text{ K} = 77 \text{ K}$$

Thinking Point 1 (p.97)

[解答] 例1 融解熱や蒸発熱は、物質の種類によって大きく異なる。

理由：物質中の粒子どうしを結びつける力が物質の種類によって異なるから。

例2 同じ物質では蒸発熱の方が融解熱よりも大きい。

理由：物質が蒸発するときは、融解するときよりも粒子間の距離をさらに大きくするための熱エネルギーが必要だから。

類題1 (p.97)

[解答] 71 °C

[解説] 氷の融解熱 6.0 kJ/mol, 水 1 g の温度を 1 °C 上げるのに必要な熱量 4.2 J/(g·K) を用い、求める水の温度を t °C とすると、次式が成り立つ。

$$57 \text{ kJ} = 6.0 \text{ kJ/mol} \times \frac{90 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} + 4.2 \text{ J/(g·K)} \times \Delta t \times 90 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kJ}}{1000 \text{ J}}$$

$$\Delta t = 71.4 \text{ K} \approx 71 \text{ K}$$

71 °C となる。

問2. (p.100)

[解答] 例 液体の内部から蒸発が起こる現象が沸騰で、蒸気圧と外圧が等しくなったときに起こる。山岳地帯では大気圧が低くなるため、低い蒸気圧で沸騰が起こる。
よって、水は 100 °C より低い温度で沸騰することになる。

論述問題 2章1節

1 (p.103)

[解答] 例 水が沸騰しているときは、加えた熱量が、水が液体から気体になるのに使われるため。

2 (p.103)

[解答] 例 沸騰は、液体内部からも気泡が生じる現象で、沸点まで加熱して蒸気圧が外圧と等しく（あるいはやや大きく）ならないと起こらないが、蒸発は、液体表面から気体分子が飛び出す現象で、沸点以下の温度でも起こる。

節末問題 2章1節

1 (p.103)

[解答] (1) 水 > エタノール > ジエチルエーテル

(2) およそ $6.6 \times 10^4 \text{ Pa}$

[解説] (1) 分子間力が大きい物質ほど、分子間を引き離しにくいので融点・沸点が高い。蒸気圧曲線より、水の沸点がいちばん高く、ジエチルエーテルの沸点がいちばん低いので、分子間力の大きさは、水、エタノール、ジエチルエーテルの順である。

(2) 蒸気圧曲線より、水が 88°C で示す飽和蒸気圧の値はおよそ $6.6 \times 10^4 \text{ Pa}$ で、この値が大気圧に等しいとき沸騰が起こる。

2章2節

問1. (p.105)

[解答] 20 L

[解説] ボイルの法則より、温度一定において、一定量の気体の体積は圧力に反比例するから、

$$1.0 \times 10^5 \text{ Pa} \times 60 \text{ L} = 3.0 \times 10^5 \text{ Pa} \times V \text{ [L]}$$

$$V = 20 \text{ L}$$

問2. (p.105)

[解答] 350 K, 77°C

[解説] シャルルの法則より、圧力一定において、一定量の気体の体積は絶対温度に比例するから、

$$\frac{300 \text{ L}}{(27 + 273) \text{ K}} = \frac{350 \text{ L}}{T \text{ [K]}}$$

$$T = 350 \text{ K}$$

$$350 \text{ K} = (t + 273) \text{ K}$$

$$t = 77$$

77°C となる。

問 3. (p.107)

[解答] $1.5 \times 10^5 \text{ Pa}$

[解説] 気体の状態方程式より求める。

$$p \text{ [Pa]} \times 8.3 \text{ L} = 0.50 \text{ mol} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \times (27 + 273) \text{ K}$$

$$p = 1.5 \times 10^5 \text{ Pa}$$

問 4. (p.109)

[解答] $2.5 \times 10^4 \text{ Pa}$

[解説] 分圧は全圧とモル分率の積になる。水素のモル分率は $\frac{1.0}{1.0 + 3.0}$ なので、

$$1.0 \times 10^5 \text{ Pa} \times \frac{1.0}{1.0 + 3.0} = 2.5 \times 10^4 \text{ Pa}$$

Thinking Point2 (p.111)

[解答] 例 H_2 は分子量が小さい無極性分子であるのに対して、 CO_2 は分子量が比較的大きい無極性分子であるため、 H_2 の方が CO_2 よりも分子間力が小さく、分子間力の影響も小さくなるから。

論述問題 2章2節

1 (p.114)

- [解答] (1) 例 温度が上昇すると、気体の分子運動が活発になり、体積一定の容器内で、単位時間に壁に衝突する気体分子の数と衝突する速度が増加するから。
- (2) 例 各成分気体の分圧は、単位時間に容器の壁に衝突する各気体の分子数に比例し、分子数の割合は、物質量の割合であるから。

- [解説] (1) 気体分子の運動エネルギーは絶対温度に比例し、温度が高いほど分子運動は激しくなる。体積一定の容器内では、分子運動が激しくなると、容器の壁への衝突頻度が増し、かつ、衝突時に及ぼす力は大きくなる。
- (2) 温度が一定のもとでは、気体分子の器壁への衝突頻度は分子数(物質量)に比例する。

2 (p.114)

[解答] 例 H_2 は分子量の小さい無極性分子であるため、分子間力が小さい。したがって、分子間力の影響より分子に体積があることの影響の方が大きく、理想気体より体積が大きくなる。

[解説] 理想気体は、分子間力がなく、気体分子の体積もない気体と仮定している。実在気体の分子には体積があるので、そのことにより理想気体より気体の体積が大きくなる。

節末問題 2章2節

1 (p.115)

[解答] 0.22 L

[解説] ボイル・シャルルの法則を用いて、 0°C 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ での体積を求めると

$$\frac{9.7 \times 10^4 \text{ Pa} \times 0.25 \text{ L}}{(27 + 273) \text{ K}} = \frac{1.0 \times 10^5 \text{ Pa} \times V \text{ [L]}}{273 \text{ K}}$$
$$V = 0.220 \text{ L} \approx 0.22 \text{ L}$$

2 (p.115)

[解答] 1.1×10^{22} 個

[解説] この気体の物質量を n [mol] とすると、気体の状態方程式より、

$$1.22 \times 10^5 \text{ Pa} \times 0.500 \text{ L} = n \text{ [mol]} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \times (127 + 273) \text{ K}$$

$$n = \frac{1.22 \times 10^5 \text{ Pa} \times 0.500 \text{ L}}{8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \times 400 \text{ K}}$$

分子数は物質量とアボガドロ定数より求められるので、

$$\frac{1.22 \times 10^5 \text{ Pa} \times 0.500 \text{ L}}{8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \times 400 \text{ K}} \times 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$$
$$= 1.104 \times 10^{22} \text{ 個} \approx 1.10 \times 10^{22} \text{ 個}$$

3 (p.115)

[解答] (c)

[解説] $pV = nRT$ より、圧力一定では V と T は比例するので (b) は誤り。しかし、圧力 p が大きい方が V は小さいので (a) も誤り。体積 V が一定のとき p と T は比例するが、 V が大きい方が p は小さいので (d) は誤り。

4 (p.115)

[解答] (1) **59** (2) **2.6 g/L**

[解説] (1) 密度は1 Lあたりの質量を表すから、この気体1.0 Lが2.3 gであることがわかる。よって、求める気体のモル質量を M [g/mol] とすると、気体の状態方程式より、

$$1.1 \times 10^5 \text{ Pa} \times 1.0 \text{ L} = \frac{2.3}{M} \text{ mol} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \times (67 + 273)\text{K}$$

$$M = 59.0 \text{ g/mol} \approx 59 \text{ g/mol}$$

(2) 0°C , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で気体の占める体積は、1 mol あたり 22.4 L である。(1)より、モル質量は 59.0 g/mol であるから、求める気体の密度は、

$$\frac{59.0 \text{ g/mol}}{22.4 \text{ L/mol}} = 2.63 \text{ g/L} \approx 2.6 \text{ g/L}$$

5 (p.115)

[解答] **N_2 の分圧 : $5.0 \times 10^4 \text{ Pa}$**

He の分圧 : $1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$

全圧 : $1.7 \times 10^5 \text{ Pa}$

[解説] 一定温度における変化なので、ボイルの法則より各気体の分圧を求める。

容器 A と容器 B のコックを開いた後の容器全体の容積は 3.0 L であるから、 N_2 と He の分圧をそれぞれ p_{N_2} [Pa], p_{He} [Pa] とすると、

$$1.5 \times 10^5 \text{ Pa} \times 1.0 \text{ L} = p_{\text{N}_2} [\text{Pa}] \times 3.0 \text{ L}$$

$$p_{\text{N}_2} = 0.50 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$= 5.0 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$1.8 \times 10^5 \text{ Pa} \times 2.0 \text{ L} = p_{\text{He}} [\text{Pa}] \times 3.0 \text{ L}$$

$$p_{\text{He}} = 1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$$

全圧は、各分圧の和であるから、

$$0.50 \times 10^5 \text{ Pa} + 1.2 \times 10^5 \text{ Pa} = 1.7 \times 10^5 \text{ Pa}$$

6 (p.115)

[解答] **0.31 g**

[解説] 酸素の分圧は、大気圧 $1.010 \times 10^5 \text{ Pa}$ から水の蒸気圧を引いたものになる。

$$1.010 \times 10^5 \text{ Pa} - 3.6 \times 10^3 \text{ Pa} = 9.74 \times 10^4 \text{ Pa}$$

(有効数字より1桁多くとる)

よって、気体の状態方程式より質量 w [g] を求めると、 O_2 のモル質量は 32 g/mol なので、

$$9.74 \times 10^4 \text{ Pa} \times 0.250 \text{ L} = \frac{w}{32} \text{ mol} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \times (27 + 273) \text{ K}$$

$$w = 0.312 \text{ g} \approx 0.31 \text{ g}$$

7 (p.115)

[解答] (1) 生じている。 **3.2 g** (2) **$4.2 \times 10^2 \text{ L}$**

[解説] (1) 5.4 g の水がすべて気体で存在すると仮定すると、その圧力 p は、 H_2O のモル質量は 18 g/mol なので、

$$p \times 83 \text{ L} = \frac{5.4 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \times (27 + 273) \text{ K}$$

より、

$$p = 9.0 \times 10^3 \text{ Pa}$$

この値は、 27°C の水の蒸気圧より大きいので、水は一部が液体になり、蒸気圧は $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$ になっている。液体として存在している水は、同温同体積では圧力と物質量(質量)が比例することから

$$5.4 \text{ g} - 5.4 \text{ g} \times \frac{3.6 \times 10^3 \text{ Pa}}{9.0 \times 10^3 \text{ Pa}} = 3.24 \text{ g} \approx 3.2 \text{ g}$$

(2) $1.8 \times 10^3 \text{ Pa}$ は、水の蒸気圧より小さいので、この圧力では水はすべて気体になっている。水は 5.4 g あるので、その体積 V は

$$1.8 \times 10^3 \times V = \frac{5.4 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \times (27 + 273) \text{ K}$$

より、

$$V = 415 \text{ L} \approx 4.2 \times 10^2 \text{ L}$$

8 (p.115)

[解答] (c)

[解説] 理想気体とは、分子間力がなく、分子自身の体積が 0 である仮想的な気体である。実在気体が理想気体としてふるまうには、できるだけ、分子間力と気体分子の体積の影響が無視できるようにする必要がある。

まず、分子間力の影響は、分子の熱運動によるエネルギーが小さくなるほど大きくなるので、熱運動のエネルギーを大きくすればよい。したがって、気体の温度を高くする。また、分子どうしの距離が小さいほど分子間力の影響は大きくなるので、気体分子が離れるようにすればよい。したがって、気体の圧力を小さくする。

次に、気体分子の体積の影響は、分子が自由に動き回ることのできる空間が小さくなるほど大きくなるので、空間が大きくなるようにすればよい。したがって、気体の圧力を小さくする。

以上の点から、(c)高温・低圧が最も理想気体に近づく条件となる。

2章3節

Thinking Point 1 (p.118)

[解答] 1. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$: 水 I_2 : ヘキサン

2.

	極性	水への溶解	ヘキサンへの溶解
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	あり	溶解しやすい	溶解しにくい
I_2	なし	溶解しにくい	溶解しやすい

問 1 (p.119)

[解答] 48 g

[解説] 硝酸カリウムは、75°C の水 100 g に 150 g 溶け、飽和水溶液 250 g ができる。これを 18°C まで冷却すると、水の量は変わらないため、硝酸カリウムの結晶の析出量は、

$$150 \text{ g} - 30 \text{ g} = 120 \text{ g}$$

75°Cの飽和水溶液 100 g を 18°Cに冷却したときに析出する結晶を x (g) とすると、

$$\frac{\text{析出量 [g]}}{\text{飽和水溶液 [g]}} = \frac{120 \text{ g}}{250 \text{ g}} = \frac{x}{100 \text{ g}}$$

$$x = 48 \text{ g}$$

Thinking Point 2 (p.119)

[解答] 例 溶液中のイオンに静電的引力によって強く結びついて存在している。このように水溶液中や結晶中において、分子やイオンと強く結びついている水分子を水和水とよぶ。

類題 1. (p.121)

[解答] $2.2 \times 10^{-2} \text{ mol}$, $6.9 \times 10^{-3} \text{ mol}$

[解説] 溶媒が増えれば、溶ける量も比例して増える。p.120 表 1 の値は水 1L に対してのものであるから、水が 10L になれば溶ける量も 10 倍となる。 0°C , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で、水 1L に溶ける酸素の体積は 0.049 L であるから、

$$\frac{0.049 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \times 10 = 2.18 \times 10^{-2} \text{ mol}$$
$$\approx 2.2 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

また、 20°C , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の酸素は、水 1L に 0°C , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の体積で 0.031 L 溶けるから、

$$\frac{0.031 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \times \frac{5.0 \times 10^4 \text{ Pa}}{1.0 \times 10^5 \text{ Pa}} \times 10 = 6.91 \times 10^{-3} \text{ mol} \approx 6.9 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

問 2. (p.122)

[解答] 100.13°C

[解説] 水のモル沸点上昇は、p.122 表 2 より $0.52 \text{ K}\cdot\text{kg/mol}$ であるから、

$$\Delta t = 0.52 \text{ K}\cdot\text{kg/mol} \times 0.25 \text{ mol/kg} = 0.13 \text{ K}$$

水の沸点は 100.00°C であるから、

$$100.00^\circ\text{C} + 0.13^\circ\text{C} = 100.13^\circ\text{C}$$

問 3. (p.124)

[解答] 0.20 mol/kg

[解説] 水のモル凝固点降下は、p.124 表 3 より $1.85 \text{ K}\cdot\text{kg/mol}$ であるから、

$$0 - (-0.37) \text{ K} = 1.85 \text{ K}\cdot\text{kg/mol} \times m \text{ [mol/kg]}$$

$$m = 0.20 \text{ mol/kg}$$

類題 2 (p.126)

[解答] 1.8×10^2

[解説] 水のモル凝固点降下 K_f は、尿素水溶液の凝固点降下より

$$0.186 \text{ K} = K_f [\text{K} \cdot \text{kg/mol}] \times 0.10 \text{ mol/kg}$$

したがって、 $K_f = 1.86 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$ であるから、モル質量を $M [\text{g/mol}]$ とおくと

$$0.31 \text{ K} = 1.86 \text{ K} \cdot \text{kg/mol} \times \frac{7.5 \text{ g}}{M [\text{g/mol}]} \times \frac{1000 \text{ g/kg}}{250 \text{ g}}$$

より、 $M = 180 \approx 1.8 \times 10^2 \text{ g/mol}$

したがって、分子量は 1.8×10^2 となる。

問 4. (p.128)

[解答] 60

[解説] 求めるモル質量を $M [\text{g/mol}]$ とおくと、ファントホッフの式より

$$8.3 \times 10^4 \text{ Pa} \times 0.100 \text{ L} = \frac{0.20 \text{ g}}{M [\text{g/mol}]} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \times (27 + 273) \text{ K}$$

より、 $M = 60 \text{ g/mol}$

したがって、分子量は 60 となる。

問 5. (p.133)

[解答] (e)

[解説] コロイド粒子と反対の電荷をもち、価数の大きなイオンは、凝析を起こさせやすい。(a) ~ (e) の中で陽イオンの価数がいちばん大きいのは (e) である。

論述問題 2 章 3 節

1 (p.135)

[解答] 例 溶液の凝固とは、溶液の中で溶媒だけが凝固する現象である。溶媒だけが凝固すると、残りの溶液は濃度が大きくなり、凝固点はさらに下がる。そのため、溶液を冷却して溶媒の凝固が進むにつれて温度が下がっていく。

[解説] 希薄溶液では、凝固点降下度は溶液の質量モル濃度に比例する。そのため、溶液の凝固が進み、溶液部分の濃度が大きくなっていくと、それにつれて凝固点降下度も大きくなっていく。そのため、溶液を冷却すると、凝固が進むほど温度は下がっていく。

節末問題 2章3節

1 (p.135)

[解答] **19.7 g**

[解説] 水 100 g に溶ける硝酸カリウムは、20 °C で 31.6 g, 40 °C で 63.9 g である。したがって、40 °C で水 100 g に硝酸カリウム 63.9 g を溶かした飽和水溶液 (100 + 63.9) g を、20 °C まで冷却したとき、(63.9 - 31.6) g の結晶が析出する。飽和水溶液 100 g の場合に析出する硝酸カリウムの質量を x [g] とすると、飽和水溶液の質量と析出量は比例するから、

$$100 \text{ g} : x \text{ [g]} = (100 + 63.9) \text{ g} : (63.9 - 31.6) \text{ g}$$

$$x = 19.70 \text{ g} \approx 19.7 \text{ g}$$

2 (p.135)

[解答] **窒素 : 1.5×10^{-2} g**

酸素 : 8.9×10^{-3} g

[解説] p.120 表 1 より、20 °C , 1.013×10^5 Pa で水 1.0 L に溶ける窒素、酸素の物質量は

それぞれ $\frac{0.015}{22.4}$ mol, $\frac{0.031}{22.4}$ mol と表される。

また、窒素、酸素のモル質量は、それぞれ 28 g/mol, 32 g/mol である。

ヘンリーの法則より、溶解する気体の質量は各気体の分圧に比例するから、水 1.0 L に溶けている窒素の質量は、

$$28 \text{ g/mol} \times \frac{0.015}{22.4} \text{ mol} \times \frac{4.0}{4.0 + 1.0} = 1.50 \times 10^{-2} \text{ g} \approx 1.5 \times 10^{-2} \text{ g}$$

また、水 1.0 L に溶けている酸素の質量は、

$$32 \text{ g/mol} \times \frac{0.031}{22.4} \text{ mol} \times \frac{1.0}{4.0 + 1.0} = 8.85 \times 10^{-3} \text{ g} \approx 8.9 \times 10^{-3} \text{ g}$$

3 (p.135)

[解答] (1) 浸透圧 (2) 凝固点降下 (3) 蒸気圧降下

[解説] (1) 草花を食塩水中に入れると、植物細胞内の水が細胞膜（半透膜）を透過し、食塩水側へ移動する。つまり、浸透現象が起こり、植物は水分を失ってしおれてしまう。

(2) 溶媒の水の凝固点は 0°C であるが、エチレングリコールを溶かすことで、凝固点が純溶媒よりも低くなる。このことから、この混合液を不凍液として利用している。

(3) 物質が溶解している溶液の蒸気圧は、溶質分子が影響して、同温の純溶媒に比べて低くなる（蒸気圧降下）。このことから、不揮発性物質の食塩などが溶けた海水を含んだ布は、水が蒸発しにくく、乾きにくい。

4 (p.135)

[解答] (1) (b), (a), (c) (2) (d), (f), (e)

[解説] 溶液の凝固点降下度 (Δt) は、その溶液の質量モル濃度 (m) に比例する。すなわち、同じ溶媒に溶かしたとき、溶液の質量モル濃度が大きいものは、凝固点が低いことになる。

- (1) 一定量の水に同じ質量の物質を溶かしたとき、分子量のいちばん小さいものの質量モル濃度がいちばん大きくなる。分子量を比較すると、(a) 180 (b) 60 (c) 342 であるから、質量モル濃度の大きい順は、(b), (a), (c)となる。
- (2) 一定量の水に同じ物質の物質を溶かしたとき、溶液の質量モル濃度は同じになる。溶質が電解質の場合、電離したイオンの総数も考慮する。電解質は (d), (f) で、溶液の質量モル濃度は (d) では 3 倍、(f) では 2 倍となる。したがって、質量モル濃度の大きい順は、(d), (f), (e)となる。

5 (p.135)

[解答] (c), (e)

[解説] コロイドとは、直径 $10^{-9} \sim 10^{-7}\text{m}$ の粒子が均一に分散している状態をいう。p.130 表 4 を参考に考える。

6 (p.135)

[解答] (1) チンダル現象 (2) 電気泳動 (3) 凝析

[解説] (1) 空気中の水滴に光が散乱されて光の進路が見える。この現象をチンダル現象とよぶ。

(2) ばい煙は、電荷を帯びたコロイド粒子である。これに電圧をかけると電荷と反対の極に引かれて移動するため除去できる。これは電気泳動である。

(3) 河川には泥などが疎水コロイドとして分散している。この疎水コロイドが河口付近で少量の電解質により沈殿することで三角州が形成される。

2章 章末問題

1 (p.136)

[解答] (1) **203 hPa** (2) **33.6 L**

[解説] (1) 分圧 = 全圧 × モル分率 から求めることができる。

$$\text{メタンは } \frac{6.40 \text{ g}}{16 \text{ g/mol}} = 0.400 \text{ mol}, \text{ 窒素は } \frac{8.40 \text{ g}}{28 \text{ g/mol}} = 0.300 \text{ mol},$$

$$\text{水素は } \frac{1.60 \text{ g}}{2 \text{ g/mol}} = 0.800 \text{ mol} \text{ であるから, 合計 } 1.50 \text{ mol} \text{ である。}$$

窒素の分圧は,

$$1013 \text{ hPa} \times \frac{0.300 \text{ mol}}{1.50 \text{ mol}} = 202.6 \text{ hPa} \approx 203 \text{ hPa}$$

- (2) 0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ において, 気体 1.00 mol の体積は 22.4 L であるから,
 $22.4 \text{ L/mol} \times 1.50 \text{ mol} = 33.6 \text{ L}$

2 (p.136)

[解答] (1) ① $1.3 \times 10^5 \text{ Pa}$

② CO_2 0.50, N_2 0.50

(2) ① 76 cm^3 ② 71 cm^3

[解説] (1) ① ボイルの法則より各分圧を求め、全圧を求める。

混合後の二酸化炭素、窒素の分圧をそれぞれ

$p_{\text{CO}_2} [\text{Pa}]$, $p_{\text{N}_2} [\text{Pa}]$ とすると、

$$1.0 \times 10^5 \text{ Pa} \times 1.0 \text{ L} = p_{\text{CO}_2} \times 1.5 \text{ L}$$

$$p_{\text{CO}_2} = \frac{2}{3} \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$2.0 \times 10^5 \text{ Pa} \times 0.50 \text{ L} = p_{\text{N}_2} \times 1.5 \text{ L}$$

$$p_{\text{N}_2} = \frac{2}{3} \times 10^5 \text{ Pa}$$

全圧 = 分圧の和より、

$$\frac{2}{3} \times 10^5 \text{ Pa} + \frac{2}{3} \times 10^5 \text{ Pa} = 1.33 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\approx 1.3 \times 10^5 \text{ Pa}$$

② 同温・同体積中においては、分圧の比 = 物質量の比 であるので、二酸化炭素と窒素の分圧が等しいことから、物質量の比は 1 : 1 となる。

すなわち、モル分率はどちらも 0.50 である。

(2) ① 水 1 mol は 18 g で、密度は 1.0 g/cm^3 であるので、

$$\frac{18 \text{ g}}{1.0 \text{ g/cm}^3} = 18 \text{ cm}^3$$

エタノール 1 mol は 46 g で、密度は 0.80 g/cm^3 であるので、

$$\frac{46 \text{ g}}{0.80 \text{ g/cm}^3} = 57.5 \text{ cm}^3$$

合計体積は、 $18 \text{ cm}^3 + 57.5 \text{ cm}^3 = 75.5 \text{ cm}^3 \approx 76 \text{ cm}^3$

② 水とエタノール各 1 mol の質量の合計は、 $18 \text{ g} + 46 \text{ g} = 64 \text{ g}$ である。その混合溶液の密度が 0.90 g/cm^3 なので、体積は、

$$\frac{64 \text{ g}}{0.90 \text{ g/cm}^3} = 71.1 \text{ cm}^3 \approx 71 \text{ cm}^3$$

別々のときの体積の和①よりも、混合溶液の体積②の方が小さくなることがわかる。

3 (p.136)

[解答] (1) -0.740°C (2) 130 g (3) 2.06 g

[解説] (1) $\Delta t = 1.85\text{ K}\cdot\text{kg/mol} \times \frac{5.85\text{ g}}{58.5\text{ g/mol}} \times 2 \times \frac{1000\text{ g/kg}}{500\text{ g}} = 0.740\text{ K}$

(2) できる氷の質量を x [g] とおくと

$$1.00 = 1.85\text{ K}\cdot\text{kg/mol} \times \frac{5.85\text{ g}}{58.5\text{ g/mol}} \times 2 \times \frac{1000\text{ g/kg}}{(500-x)\text{ g}}$$

より, $x = 130\text{ g}$

(3) 追加する塩化ナトリウムの質量を y [g] とおくと

$$1.00 = 1.85\text{ K}\cdot\text{kg/mol} \times \frac{5.85\text{ g} + y}{58.5\text{ g/mol}} \times 2 \times \frac{1000\text{ g/kg}}{500\text{ g}}$$

より, $y = 2.055\text{ g} \approx 2.06\text{ g}$

[別解] 水 $500\text{ g} - 130\text{ g} = 370\text{ g}$ に塩化ナトリウム 5.85 g が溶けている水溶液と同じ凝固点の水溶液, すなわち同じ質量モル濃度の水溶液を水 500 g でつくればよいから,

$$\frac{5.85\text{ g}}{370\text{ g}} = \frac{5.85\text{ g} + y}{500\text{ g}} \text{ より } y = 2.055$$

4 (p.136)

[解答] ① 理由:例 親水コロイド粒子に水和して結びついている多数の水分子を引き離すには, 多量の電解質を加える必要があるから。

[解説] 多量の電解質によって親水コロイドが沈殿する現象を塩析という。