

## Приклади розв'язування задач:

В кінці §45 (Засекіна) на стор. 226 є приклад розв'язування типової задачі, однак пояснення авторів дещо заплутане та незрозуміле. Тому розглянемо цей приклад детальніше. Отже,

Із посудини об'ємом  $0,005 \text{ м}^2$  відкачали повітря і налили в неї 1 г води. Визначте тиск пари в посудині за температури  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Який буде тиск пари, якщо 1) збільшити температуру до  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ ; посудину сполучити з іншою посудиною такого ж об'єму і температури, з якої також відкачано повітря?

$$V = 0,005 \text{ м}^2$$

$$m = 10^{-3} \text{ кг}$$

$$t =$$

$$t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$p_1 - ?$$

$$p_2 - ?$$

$$p_3 - ?$$

**Розв'язування.** Насамперед слід визначити, чи вся вода випарується за таких умов і відповідних температур. Вода буде випаровуватися до тих пір, поки тиск водяної пари  $p$  не стане рівним тиску насиченої водяної пари  $p_n$  за цієї температури. Отже слід визначити, яка маса води має випаруватися, щоби  $p$  був рівним  $p_n$ . Для цього нам буде потрібні значення величин  $p_n$  за температур  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  і  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ , які можна взяти з таблиці, розташованої на розвороті обкладинки підручника ззаду.  
 $p_n(20 \text{ }^\circ\text{C}) = 2,33 \cdot 10^3 \text{ Па}$ .

Однак там немає значення  $p_n$  для температури  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ . Пригадуємо, що за температури кипіння, тиск насиченої пари є рівний атмосферному тиску. І хоча повітря в посудині немає, ми можемо скористатися цим значенням. Отже,

$$p_n(100 \text{ }^\circ\text{C}) = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Саме таке значення можна взяти з таблиці наприкінці збірника задач Божинова, який також Вам надається на сайті.

Тепер обчислюємо масу води, необхідну для створення тиску насиченої водяної пари за обох температур. Для цього використаємо рівняння стану ідеального газу (Клапейрона):

$$p_n V = \frac{m}{M} R T \quad \Rightarrow \quad m = \frac{p_n V M}{R T}$$

Обчислюємо:

$$m(20 \text{ }^\circ\text{C}) = \frac{2,33 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot 0,005 \text{ м}^2 \cdot 0,018 \text{ кг/моль}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 293 \text{ К}} \approx 8,61 \cdot 10^{-5} \text{ кг} = 0,0861 \text{ г}$$

$$m(100 \text{ }^\circ\text{C}) = \frac{1,013 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 0,005 \text{ м}^2 \cdot 0,018 \text{ кг/моль}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 373 \text{ К}} \approx 2,94 \cdot 10^{-3} \text{ кг} = 2,94 \text{ г}$$

Отже, за температури  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  випарується не вся вода, а тільки її незначна (менше десятої) частина, тому тиск пари буде рівним тиску насиченої водяної пари за температури  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ :  $p_1 = 2,33 \cdot 10^3 \text{ Па}$ . При цьому ми нехтуємо тим, що вода, яка не випарувалася, займає деяку частину об'єму посудини.

З підняттям температури до 100 °С випарується вся вода, але тиск пари буде далеким до насиченого, оскільки для цього потрібно було б випарувати 2,94 г води. Тому тиск водяної пари також розрахуємо за рівнянням Клапейрона:

$$p_2 V = \frac{m}{M} RT \quad \Rightarrow \quad p_2 = \frac{mRT_2}{MV} .$$

Обчислюємо:

$$p_2 = \frac{10^{-3} \cdot 2 \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 373 \text{ К}}{0,018 \text{ кг} / \text{моль} \cdot 0,005 \text{ м}^2} \approx 3,44 \cdot 10^4 \text{ Па} .$$

Якщо посудину (за 20 °С) сполучити з аналогічною, то об'єм зросте вдвічі, і для утворення насиченої пари потрібно буде вдвічі більше води, тобто  $2 \cdot 0,0861 \text{ г} = 0,1722 \text{ г}$ , що значно менше налитої в посудину води. Тому тиск в сполучених посудинах не зміниться і буде рівний тиску насиченої водяної пари за температури 20 °С:

$$p_3 = p_1 = p_n(20 \text{ °С}) = 2,33 \cdot 10^3 \text{ Па} .$$

Наступний приклад (на стор. 227) розберіть самостійно.