

# Глава 1

## Практическое занятие 6. Коллигативные свойства растворов

### 1.1 Задачи для самостоятельного решения

**Задача 1** Рассчитать минимальную осмотическую работу, совершаемую почками для выделения мочевины при  $36,6^{\circ}\text{C}$ , если концентрация мочевины в плазме  $0,005$  моль/л, а в моче  $0,333$  моль/л.

**Задача 2**  $10$  г полистирола растворено в  $1$  л бензола. Высота столбика раствора (плотностью  $0,88$  г/см<sup>3</sup>) в осмометре при  $25^{\circ}\text{C}$  равна  $11,6$  см. Рассчитать молярную массу полистирола.

**Задача 3** Белок сывороточный альбумин человека имеет молярную массу  $69$  кг/моль. Рассчитать осмотическое давление раствора  $2$  г белка в  $100$  см<sup>3</sup> воды при  $25^{\circ}\text{C}$  в Па и в мм столбика раствора. Считать плотность раствора равной  $1,0$  г/см<sup>3</sup>.

**Задача 4** При  $30^{\circ}\text{C}$  давление пара водного раствора сахарозы равно  $31,207$  мм рт. ст. Давление пара чистой воды при  $30^{\circ}\text{C}$  равно  $31,824$  мм рт. ст. Плотность раствора равна  $0,99564$  г/см<sup>3</sup>. Чему равно осмотическое давление этого раствора?

**Задача 5** Плазма человеческой крови замерзает при  $-0,56^{\circ}\text{C}$ . Каково ее осмотическое давление при  $37^{\circ}\text{C}$ , измеренное с помощью мембраны, проницаемой только для воды?

**Задача 6** Молярную массу фермента определяли, растворяя его в воде и измеряя высоту столбика раствора в осмометре при  $20^{\circ}\text{C}$ , а затем экстраполируя данные к нулевой концентрации. Получены следующие данные:

$C$ , мг/см <sup>3</sup>	3,211	4,618	5,112	6,722
$h$ , см	5,746	8,238	9,119	11,990

Рассчитать молярную массу фермента.

**Задача 7** Молярную массу липида определяют по повышению температуры кипения. Липид можно растворить в метаноле или в хлороформе. Температура кипения метанола  $64,7^{\circ}\text{C}$ , теплота испарения  $262,8$  кал/г. Температура кипения хлороформа  $61,5^{\circ}\text{C}$ , теплота испарения  $59,0$  кал/г. Рассчитайте эбулиоскопические постоянные метанола и хлороформа. Какой растворитель лучше использовать, чтобы определить молярную массу с максимальной точностью?

**Задача 8** Рассчитать температуру замерзания водного раствора, содержащего  $50,0$  г этилен-гликоля в  $500$  г воды.

**Задача 9** Раствор, содержащий 0,217 г серы и 19,18 г  $CS_2$ , кипит при 319,304 К. Температура кипения чистого  $CS_2$  равна 319,2 К. Эбулиоскопическая постоянная  $CS_2$  равна 2,37 К кг/моль. Сколько атомов серы содержится в молекуле серы, растворенной в  $CS_2$ ?

**Задача 10** 68,4 г сахарозы растворено в 1000 г воды. Рассчитать: а) давление пара, б) осмотическое давление, в) температуру замерзания, г) температуру кипения раствора. Давление пара чистой воды при 20°С равно 2314,9 Па. Криоскопическая и эбулиоскопическая постоянные воды равны 1,86 и 0,52 К кг/моль соответственно.

**Задача 11** Раствор, содержащий 0,81 г углеводорода  $H(CH_2)_nH$  и 190 г бромистого этила, замерзает при 9,47°С. Температура замерзания бромистого этила 10,00°С, криоскопическая постоянная 12,5 К. кг/моль. Рассчитать n.

**Задача 12** При растворении 1,4511 г дихлоруксусной кислоты в 56,87 г четыреххлористого углерода точка кипения повышается на 0,518 град. Температура кипения  $CCl_4$  76,75°С, теплота испарения 46,5 кал/г. Какова кажущаяся молярная масса кислоты? Чем объясняется расхождение с истинной молярной массой?

**Задача 13** Некоторое количество вещества, растворенное в 100 г бензола, понижает точку его замерзания на 1,28°С. То же количество вещества, растворенное в 100 г воды, понижает точку ее замерзания на 1,395°С. Вещество имеет в бензоле нормальную молярную массу, а в воде полностью диссоциировано. На сколько ионов вещество диссоциирует в водном растворе? Криоскопические постоянные для бензола и воды равны 5,12 и 1,86 К кг/моль.

**Задача 14** Рассчитать идеальную растворимость антрацена в бензоле при 25°С в единицах молярности. Энтальпия плавления антрацена при температуре плавления (217°С) равна 28,8 кДж/моль.

**Задача 15** Рассчитать растворимость п-дибромбензола в бензоле при 20 и 40°С, считая, что образуется идеальный раствор. Энтальпия плавления п-дибромбензола при температуре его плавления (86,9°С) равна 13,22 кДж/моль.

**Задача 16** Рассчитать растворимость нафталина в бензоле при 25°С, считая, что образуется идеальный раствор. Энтальпия плавления нафталина при температуре его плавления (80,0°С) равна 19,29 кДж/моль.

**Задача 17** Рассчитать растворимость антрацена в толуоле при 25°С, считая, что образуется идеальный раствор. Энтальпия плавления антрацена при температуре плавления (217°С) равна 28,8 кДж/моль.

**Задача 18** Рассчитать температуру, при которой чистый кадмий находится в равновесии с раствором  $Cd - Bi$ , молярная доля  $Cd$  в котором равна 0,846. Энтальпия плавления кадмия при температуре плавления (321,1°С) равна 6,23 кДж/моль.