

## 10 класс

### Задача 1. И звезда с звездой...

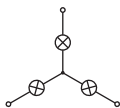


Рис. 2

Внутри «серого» ящика находятся три одинаковые батарейки, включенные в лучи «звезды». Выводы помечены буквами А, В, С. Точка соединения трёх ламп изолирована.

1. Убедитесь, что яркости свечения (сопротивления) ламп действительно одинаковы. Поясните, как вы это установили.
2. Исследуйте схему соединения батареек в «сером» ящике с помощью трёх одинаковых ламп, соединённых «звездой» (рис. 2). Укажите схему соединения батареек внутри «серого» ящика.

*Примечание.* Батарейка имеет внутреннее сопротивление, то есть её можно представить как идеальную батарейку с последовательно соединённым резистором сопротивлением  $r$ . Считайте, что  $r \ll R$ , где  $R$  — сопротивление лампы накаливания

#### Предостережение

Не оставляйте схему включённой на длительное время, чтобы не «сжечь» лампы и не разрядить батарею.

**Оборудование.** «Серый ящик» с батарейками, три лампы накаливания, соединённые «звездой».

## 10 класс

### Задача 2. Осмос

#### Теоретическое введение.

Осмос — это диффузия растворителя в раствор через полупроницаемую мембрану. Мембрана пропускает молекулы растворителя, но оказывается непроницаемой для молекул растворенного вещества. Осмос стремится выровнять концентрации раствора по разные стороны мембраны. Осмос продолжается до тех пор, пока вызванная им разность давлений не достигнет определенного предела, называемого осмотическим давлением. Например, осмотическое давление сладкого чая относительно несладкого превышает 2 атм, а в клетках многих растений оно может достигать 20 атм (что обеспечивает поступление воды из почвы к кроне деревьев). Растительная клетка представляет собой осмотическую систему, у которой полупроницаемой мембраной, разделяющей раствор клеточного сока от наружного раствора (воды), является клеточная стенка.

Осмотическое давление сильно разбавленных растворов недиссоциирующих веществ численно равно давлению, которое оказало бы растворённое вещество, если бы оно при данной температуре находилось в состоянии идеального газа и занимало объем, равный объему раствора (закон Вант-Гоффа):

$$p_{\text{осм}} = nkT,$$

где  $n$  — число молекул растворённого вещества в единице объема,  $k$  — постоянная Больцмана,  $T$  — абсолютная температура. Заметим, что  $p_{\text{осм}}$  для любых растворов не зависит ни от природы растворённого вещества и растворителя, ни от устройства мембраны (лишь бы она была полупроницаема).

Для растворов электролитов в законе Вант-Гоффа появляется поправочный коэффициент  $i$

$$p_{\text{осм}} = inkT,$$

обусловленный диссоциацией электролита в растворе.

В этом эксперименте определение осмотического давления основано на подборе внешнего раствора с известной концентрацией, равной концентрации растворенного вещества в клетках исследуемых тканей. При погружении полосок исследуемой ткани (картофеля) в раствор с повышенной концентрацией, полоски тканей теряют воду и их длина уменьшается. Если же внешний раствор обладает пониженной концентрацией, то клетки поглощают воду из раствора, их объём увеличивается и, соответственно, длина ткани увеличивается.

**Примечание:** молярностью (или молярной концентрацией) раствора называется отношение числа молей растворённого вещества к объёму раствора, выраженному в литрах. Например, в 0,5 М растворе NaCl — на 1 л раствора приходится 0,5 моль NaCl.

**Ход работы.** Приготовьте из 1 М раствора NaCl и дистиллированной воды растворы различных концентраций (от 1,0 М до 0,00 М, что соответствует дистиллированной воде). Опишите, как вы это делали. Из картофельного клубня при помощи ножа вырежьте пластинку толщиной 4–5 мм (рекомендуем резать вдоль клубня). Из пластинки нарежьте 6 полосок шириной 3–4 мм. Подрежьте концы полосок так, чтобы они были примерно одинаковой длины. Тщательно измерьте длину каждой полоски (укажите, с какой точностью вам удалось это сделать) и поместите по одной в приготовленные растворы. Полоски должны быть полностью погружены в раствор. Все операции делайте достаточно быстро, не допуская подвядания полосок. Через 20 минут извлеките полоски, и тщательно измерьте их длину. Результаты занесите в таблицу, в которой укажите молярность раствора, в которую была погружена данная полоска, длину полоски до и после нахождения в растворе, изменение длины полоски. Нарежьте новые полоски картофеля и повторите эксперимент. Постройте график изменения длины полоски от молярности раствора, в котором эта полоска находилась. Из графика найдите молярность раствора в клетках картофеля. Оцените погрешность ваших измерений.

Найдите осмотическое давление  $p_{\text{осм}}$  предоставлённого вам картофеля.

Значения коэффициента  $i$  для растворов NaCl (25°C) различных молярностей указаны в таблице:

$C, \text{M}$	1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,01
$i$	1,62	1,64	1,66	1,68	1,7	1,73	1,75	1,78	1,83	1,91

**Оборудование.** 0,2 литра 1 М раствора NaCl; 0,5 литра дистиллированной воды или бутилированной питьевой воды; шприц на 10 мл; штатив (кассета) для пробирок; 6 пробирок; нож или скальпель для нарезки полосок тканей картофеля; линейка; крупный удлинённый клубень картофеля; тарелка; пинцет (или стеклянная палочка); одноразовый стакан на 0,2 л; ёмкость для слива отработанной воды; часы (индивидуальные или настенные в аудитории).