

## Экспериментальное задание

Опытным путем определите процентное содержание соли в морской воде.

Классический способ определения процентного содержания соли в растворе, в том числе и морской воде, это способ выпаривания воды и определение массы и процентного содержания остатков, так как ионы растворенных солей не испаряются. Мы не имеем морской воды, средств для выпаривания раствора и очень точных весов, поэтому решили провести эксперимент, используя силу Архимеда и таблицы связи плотности водного раствора гипохлорита натрия которую нашли на страницах Википедии.

Сначала приготовили раствор пищевой соли .



Он будет заменять у нас морскую воду. Для этого в банку налили мерным стаканом 750 мл воды. Плотность воды  $\rho_v = 1 \text{ г/мл}$ .

Масса воды в банке  $m = \rho_v \cdot V = 1 \cdot 750 = 750 \text{ г}$

Высота воды получилась 12,1 см.

На весах отмерили 200г соли. Всыпали соль в банку. Масса раствора

$m_p = m_c + m_v = 200 + 750 = 950 \text{ г}$

Высота столба жидкости увеличилась до 13,2 см. Рассчитаем объем раствора исходя из пропорции, так как сечение банки одинакова по всей высоте

750 мл — 12,1 см

V — 13,2 см

$$V = \frac{750 \cdot 13,2}{12,1} = 818,2 \text{ мл}$$

Теперь мы можем рассчитать плотность раствора для контроля результатов эксперимента с силой Архимеда

$$\rho = \frac{950}{818,2} = 1,16 \text{ г/см}^3$$

удельный объем воды в растворе

750 мл —  $V' \text{ см}^3$

818,2 мл — 1

$$V' = \frac{750}{818,2} = 0,917$$

Процентное содержание соли в приготовленном растворе для контроля результатов:

950г — 200г

100г —  $\omega$

$$\omega = \frac{20000}{950} = 21 \text{ г следовательно } 21\%$$



### Приступим к эксперименту

1. В емкость с пресной водой опустим пробирку. Нальем в неё небольшое количество воды, чтобы пробирка находилась в строго вертикальном положении и зафиксируем длину пробирки находящуюся в воде.  $L_n=14$  см. Так как пробирка находится в равновесии, то сила Архимеда равна силе тяжести пробирки с водой

$$F_A = g\rho_{ж}V_T$$

$$F_T = mg$$

$$g\rho_{ж}V_T = m_n g$$

$$\rho_{ж}S_n L_n = m_n$$



2. Опустим ту же пробирку, не меняя в ней количества воды, в морскую воду. Глубина погружения пробирки уменьшится.  $L_p=12$  см, так как плотность жидкости увеличилась, но при этом величина силы Архимеда осталась прежней, так как масса пробирки не изменилась.

$$\rho_p S_n L_p = m_n$$

Областной телекоммуникационный образовательный проект  
«Удивительный мир физики» 2013/2014 учебного года  
<http://projects.edu.yar.ru/physics/13-14/>

1 тур

Возрастная номинация 10 класс

Следовательно  $\rho_{\text{жс}} S_n L_n = \rho_p S_n L_p \rightarrow \rho_{\text{жс}} L_n = \rho_p L_p \rightarrow$

$$\rho_p = \frac{\rho_{\text{жс}} L_{\text{жс}}}{L_p} = \frac{1 \cdot 14}{12} = 1,167 \text{ г/см}^3$$

Результаты практически совпали с расчетными.

Если бы у нас была морская вода, то плотность оказалась бы меньше. Мы добавили слишком много соли. Плотность морской воды изменяется в зависимости от моря или океана и других факторов. Среднее значение плотности при 25°C и меняется в пределах от 1,02412г/см<sup>3</sup>. И тогда мы обратились бы к таблице приведенной ниже и определили процентное содержание соли.

Плотность водного раствора гипохлорита натрия при 18 °C:

	1 %	2 %	4 %	6 %	8 %	10 %	14 %
	1005,3	1012,1	1025,8	1039,7	1053,8	1068,1	1097,7
<u>Плотность</u> , г/л	<b>18 %</b>	<b>22 %</b>	<b>26 %</b>	<b>30 %</b>	<b>34 %</b>	<b>38 %</b>	<b>40 %</b>
	1128,8	1161,4	1195,3	1230,7	1268,0	1308,5	1328,5

При анализе таблицы можем определить процентное содержание соли. Она составляет при плотности 1,167г/см<sup>3</sup> или 1167 кг/м<sup>3</sup> процентное содержание соли примерно 22%. Что практически соответствует расчетному содержанию соли.

Но мы делали раствор сами и поэтому можем определить процентное содержание следующим образом

Определяем объем 100г раствора

$$116,7 \text{ г} \text{ --- } 100 \text{ мл}$$

$$100 \text{ г} \text{ --- } V_1$$

$$V_1 = \frac{10000}{116,7} = 85,7 \text{ мл}$$

Определим объем воды в этом количестве раствора, для этого умножим на удельный объем воды в растворе рассчитанный выше

$$V_{\text{в}} = 0,917 \cdot 85,7 = 78,6 \text{ мл}$$

Значит в 100 граммах раствора 78,9 г воды остальное соли, а значит масса соли равна  $m = 100 - 78,6 = 21,4$  г, а следовательно 21,4%

**Выводы** для определения процентного содержания соли в морской воде можно воспользоваться специальным ареометром или таблицами «Плотность водного раствора солей»