

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

команда «Шестнадцать плюс»
МКОУ СОШ №1
Верхняя Тура, Свердловская область

Исследовательское задание

«Определение процентного содержания соли в морской воде»

Открыв экспериментальное задание, мы были озадачены, потому что Урал располагается за тысячи километров от морей и не каждый участник нашей команды был у моря, поэтому главными вопросами были: что такое морская вода и где её взять? Мы решили сделать искусственную морскую воду, но позднее мы узнали, что у нашего одноклассника есть настоящая морская вода, привезенная с Черного моря. Поэтому мы делали несколько экспериментов.



Чем же морская вода отличается от пресной? Конечно, своей солёностью. Андрей попробовал морскую воду на вкус. «Фу, какая противная!» - сказал он. Почему же морская вода такая солёная? Для ответа на этот вопрос обратимся к истории.

Солёность морских вод исключительно древнего происхождения.



Соли попали в воду океана одновременно с возникновением самих океанов. Образование земной коры происходило при высоких температурах. Различные вещества в виде газов

выделялись из земли и носились тогда в атмосфере. Последующее охлаждение земной коры вызвало обильные дожди. Они захватывали с собой те вещества, которые носились в атмосфере. Таким образом, "очистилась" атмосфера молодой Земли, а воды, заполнившие огромные котловины на её поверхности, оказались солёными. Следовательно, солёность вод мирового океана такая же древняя, как и сам океан. И действительно, все самые древние ископаемые водные животные являются морскими организмами, жившими в солёной воде.

Если мы будем пить морскую воду, то рискуем получить не только расстройство желудка, но и умереть — по причине, как ни странно, обезвоживания организма: чтобы вывести избыточную соль, организм начинает использовать воду из клеток тканей, а это влечёт за собой обезвоживание и гибель.

В морской воде растворено много различных солей, которые придают ей своеобразный горько-солёный вкус. Солёный вкус морской воды обуславливается главным образом раствором хлористого натрия (поваренной соли). Горький же вкус зависит от растворов солей магния ($MgCl_2$, $MgSO_4$). 1 тыс. г (литр) океанической воды в среднем содержит 27,2 г хлористого натрия, 3,8 г хлористого магния, 1,7 г сернокислого магния. Далее идут сернокислый кальций ($CaSO_4$) 1,2 г, сернокислый калий (K_2SO_4) 0,9 г и другие, содержание которых не превышает 0,1 г. Таким образом, на 1 тыс. г океанической воды приходится 35 г солей.

| | | | |
|---------|-----------|----------------------|------|
| на долю | NaCl | приходится | 77,8 |
| » » | $MgCl_2$ | » | 10,9 |
| » » | $MgSO_4$ | » | 4,7 |
| » » | $CaSO_4$ | » | 3,6 |
| » » | K_2SO_4 | » | 2,4 |
| » » | $CaSO_3$ | » | 0,3 |
| » » | $MgBr_2$ | » | 0,2 |

Если бы мы могли выпарить все океаны, то дно их покрылось бы слоем соли толщиной в 60 метров. Представляете!

Морская вода характеризуется солёностью.

Солёность определяется как общее количество растворенных веществ, содержащихся в 1 кг морской воды. Из 92 существующих в природе химических элементов в морской воде обнаружено 73. Однако только у 14 из них концентрация выше, чем одна часть на миллион. Например, в литре морской воды содержится лишь 1600 атомов радона.

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

Океанологи считают соленость в единицах, называемых "промилле" и обозначаемых ‰. Соленость 35 ‰ означает, что в 1 кг морской воды содержится 35 г солей. Под соленостью подразумевается содержание всех растворенных в воде веществ, а не только солей.

Соленость воды в разных морях различна:

Так, в Красном море соленость более 40‰, а в заливе Каспийского моря Кара-Богаз-Гол достигает 300‰. Средняя соленость поверхностных вод Черного моря равна 18‰; в Азовском море соленость еще ниже — 10-12‰, в Балтийском море — всего 2-7‰, Средиземного 36–37‰ и Мёртвого – 260-270‰, а иногда и 310‰.



Сравните:

Если выпарить килограмм речной воды, останется осадок солей весом не более 1 г. А в килограмме морской воды содержится в среднем 35 г солей, что составляет 3,5% веса воды.

В 70-х годах XVII столетия Роберт Бойль, соавтор известного газового закона, выполнил первые достоверные измерения общего содержания солей в воде, взятой с разных глубин океана у побережья Англии, после чего высказал предположение о постоянстве солевого состава морской воды.

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

Эксперимент №1.

Цель: Определить процентное содержание соли в морской воде.

Гипотеза: Солёность воды в Чёрном море должна составлять 18‰.

Приборы: две мензурки, весы электронные лабораторные и медицинские, вода дистиллированная и вода морская (из Чёрного моря).

План

1. Определить цену деления мензурки;
2. Определить массу мензурок;
3. Налить в мензурки одинаковый объём (100мл) воды;
4. Определить массу мензурки с дистиллированной водой;
5. Определить массу мензурки с морской водой;
6. Определить массу дистиллированной воды;
7. Определить массу морской воды;
8. Вычислить разность масс;
9. Вычислить процентное содержание соли в морской воде.

Результаты:

Цена деления 1 мл

$M_{\text{мензурки для дистиллированной}} = 45,5 \text{ г}$, а $M_{\text{мензурки для морской воды}} = 58,2 \text{ г}$

$M_{\text{мензурки с дистиллированной водой}} = 141,6 \text{ г}$, а $M_{\text{мензурки с морской водой}} = 157,3 \text{ г}$

$M_{\text{дистиллированной воды}} = 141,6 \text{ г} - 45,5 \text{ г} = 96,1 \text{ г}$

$M_{\text{морской воды}} = 157,3 \text{ г} - 58,2 \text{ г} = 99,1 \text{ г}$

Разность масс воды соответствует массе соли в морской воде.

$\Delta M = 99,1 \text{ г} - 96,1 \text{ г} = 3 \text{ г}$

Процентное содержание соли $= \frac{3}{99,1} * 100\% = 3\%$

Из источников Интернета мы выяснили, что солёность воды в Чёрном море составляет 18‰. В результате нашего опыта мы сделали вывод, что вода в нашей бутылке слишком солёная.



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

Эксперимент №2.

Цель: Вычислить процентное содержание соли в морской воде

Приборы: два стакана, электрическая плитка, электронные весы, термометр

План

1. Определить массу стакана.
2. Определить массу стакана с морской водой.
3. Поставить стакан с морской водой на плитку и выпарить всю воду.
4. Измерить массу стакана с солью.
5. Вычислить массу соли.
6. Вычислить процентное содержание соли.

Результаты:

$$M_{\text{стакана}} = 46,3 \text{ г}$$

$$M_{\text{стакана с морской водой}} = 150,3 \text{ г}$$

$$M_{\text{воды}} = 150,3 \text{ г} - 46,3 \text{ г} = 104 \text{ г}$$

Во время кипения мы наблюдали как мутные потоки поднимаются вверх

$t_{\text{кип}} = 92^\circ$. Когда вода вся испарилась, остались на дне пластинки соли.

$$M_{\text{стакана с солью}} = 48,6 \text{ г}$$

$$M_{\text{соли}} = 48,6 \text{ г} - 46,3 \text{ г} = 2,3 \text{ г}$$

$$\frac{M_{\text{соли}}}{M_{\text{воды}}} = \frac{2,3}{104} * 100\% = 2,2\%$$



Эксперимент №3 (с искусственной морской водой).

Цель: Вычислить процентное содержание соли в искусственной морской воде.

Приборы: мензурка, стаканы, электронные весы, ареометр

План

1. Налить в мензурку 500 мл дистиллированной воды
2. Взвесить массу стакана
3. Взвесить массу стакана с солью
4. Вычислить массу соли
5. Растворить соль в дистиллированной воде
6. Измерить с помощью ареометра плотность искусственной морской воды
7. Вычислить массу соленой воды
8. Вычислить процентное содержание соли

Результаты:

$$M_{\text{стакана}} = 60 \text{ г}$$

$$M_{\text{стакана с солью}} = 77,5 \text{ г}$$

$$M_{\text{соли}} = 77,5 - 60 = 17,5 \text{ г}$$

$$\rho_{\text{искусственной морской воды}} = 1020 \text{ кг/м}^3$$

$$M_{\text{соленой воды}} = V * \rho = 0,0005 \text{ м}^3 *$$

$$1020 \text{ кг/м}^3 = 0,51 \text{ кг} = 510 \text{ г}$$

$$\frac{M_{\text{соли}}}{M_{\text{воды}}} = \frac{17,5 \text{ г}}{510 \text{ г}} * 100\% = 3\%$$



Эксперимент №4 (с искусственной морской водой).

Цель: вычислить процентное содержание соли в искусственной морской воде.

Приборы: стаканы, электронные весы, мензурки.

План

1. Измерить массу стакана для соли;
2. Измерить массу стакана с солью;
3. Вычислить массу соли;
4. Измерить массу стакана для воды;
5. С помощью мензурки отмерить 100 мл дистиллированной воды;
6. Перелить её в стакан для воды и измерить массу;
7. Вычислить массу дистиллированной воды;
8. Пересыпать соль в стакан с водой;
9. Измерить массу солёной воды;
10. Вычислить массу растворённой соли;
11. Вычислить процентное содержание соли в воде.

$$M_{\text{стакана для соли}} = 45,3 \text{ г}$$

$$M_{\text{стакана с солью}} = 49 \text{ г}$$

$$M_{\text{соли}} = 3,7 \text{ г}$$

$$M_{\text{стакана для воды}} = 55,4 \text{ г}$$

$$M_{\text{стакана с дистил. воды}} = 153,3 \text{ г}$$

$$M_{\text{стакана с солёной водой}} = 156,8 \text{ г}$$

$$M_{\text{соли}} = 156,8\text{г} - 153,3\text{г} = 3,5 \text{ г}$$

$$M_{\text{солёной воды}} = 156,8\text{г} - 55,4\text{г} = 101,4 \text{ г}$$

$$\frac{M_{\text{соли}}}{M_{\text{воды}}} = \frac{3,5 \text{ г}}{101,4 \text{ г}} * 100\% = 3,4\%$$



Эксперимент №5 (с искусственной морской водой).

Цель: вычислить процентное содержание соли в искусственной морской воде.

Приборы: два стакана, электрическая плитка, электронные весы, термометр

План

1. Измерить массу алюминиевого стаканчика
2. Налить в стаканчик искусственной морской воды
3. Измерить массу стакана с водой
4. Вычислить массу воды
5. Поставить с морской водой на плитку и выпарить её
6. Измерить массу стакана с солью
7. Вычислить массу соли
8. Вычислить процентное содержание соли

$$M_{\text{стакана ал.}} = 44,4 \text{ г}$$

$$M_{\text{стакана с водой}} = 145,1 \text{ г}$$

$$M_{\text{воды}} = 100,7 \text{ г}$$

$$M_{\text{стакана с солью}} = 48 \text{ г}$$

$$M_{\text{соли}} = 48 - 44,4 = 3,6 \text{ г}$$

$$\frac{M_{\text{соли}}}{M_{\text{воды}}} = \frac{3,6}{100,7} * 100\%$$

$$= 3,57\%$$



Эксперимент №6

Цель: вычислить процентное содержание соли в искусственной морской воде.

Приборы: три стакана, мультиметр (тестер)

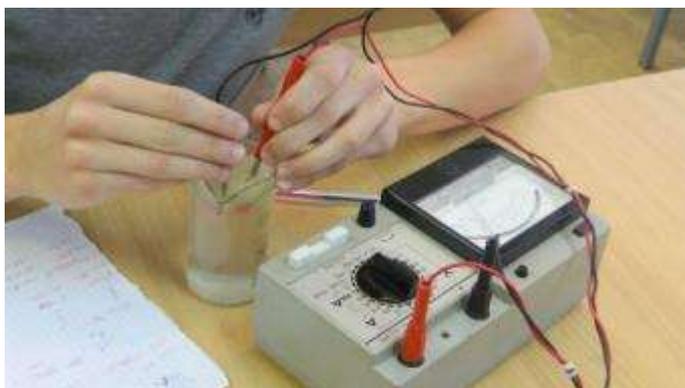
План

1. Налить в 3 стакана по 150 мл дистиллированной воды.
2. Насыпать в стаканы с водой 10,20,30 г соли соответственно.
3. Вычислить процентное содержание соли в стаканах.
4. Измерить с помощью мультиметра (тестера) сопротивление воды во всех стаканах.
5. Измерить сопротивление морской воды.
6. Построить график зависимости сопротивления от процентного содержания соли.
7. По графику определить процентное содержание соли в морской воде.



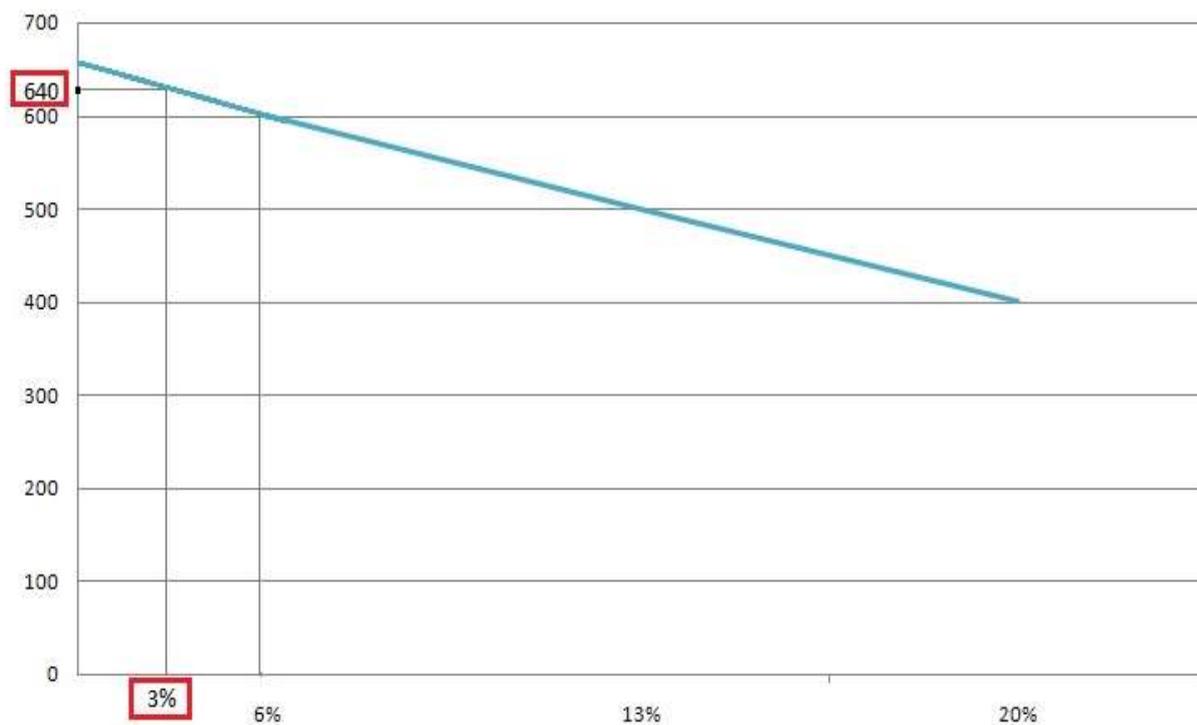
Результаты:

1. Соленость в первом стакане 6%
Во втором стакане 13%
В третьем стакане 20%
2. Сопротивление воды в первом стакане 600 Ом
Во втором 500 Ом
В третьем 400 Ом
3. Сопротивление морской воды 640 Ом



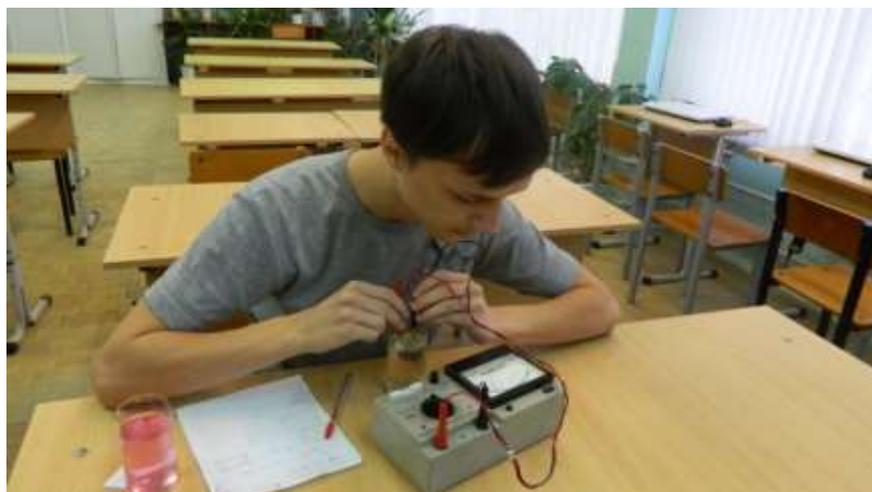
Областной телекоммуникационный образовательный проект
«Удивительный мир физики» 2013/2014 учебного года
<http://projects.edu.yar.ru/physics/13-14/>
1 тур
Возрастная номинация 10 класс

График



Вывод:

$$\frac{M \text{ соли}}{M \text{ воды}} = 3 \%$$



Размышления после всех опытов

Соленость и морской, и искусственной морской воды во всех опытах немного отличается (большая погрешность). Но, несмотря на это, наши результаты совпадают с данными различных источников.