

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

### Опытным путем определить процентное содержание соли в морской воде

*Морской воды природную соленость  
Определить непросто, как влюбленность.  
То и другое вызывает жар,  
То и другое – несравненный дар.  
Попробуй рассчитать в один момент,  
Велик ли соли в той воде процент!*



**Цель эксперимента:** определить процентное содержание соли в морской воде.

***P.S.** Мы использовали именно морскую воду из Черного моря. Она находилась у нас дома с сентября месяца в стеклянном закрытом сосуде в прохладном месте. Как морская вода оказалась у нас? Дело в том, что она обладает целебными свойствами, поэтому мы каждый год запасаемся ею.*

#### Содержание работы.

1. Определение **солености морской воды** с помощью ареометра.
2. Определение **солености морской воды** с помощью титрования.
3. Определение **процентного содержания соли** в морской воде с помощью весов.
4. Определение **процентного содержания соли** в морской воде с помощью таблицы.

#### Соленость морской воды

**Способ 1. Определение солености морской воды с помощью ареометра.**

#### **План эксперимента:**

- ❖ Нальем морскую воду в высокий сосуд.
- ❖ Опустим ареометр в сосуд, наполненный водой. И снимем показания ареометра (удельный вес  $\rho$ ).
- ❖ Проведем опыт 5 раз с разными ареометрами с разной степенью точности.
- ❖ Измерим температуру 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

❖ По таблице 1 определяем соленость морской воды.

**Результат измерений.**

Удельный вес раствора

$\rho_1$	$\rho_2$	$\rho_3$	$\rho_4$	$\rho_5$
1,022	1,0285	1,01	1,02111	1,023

$$\rho_{\text{ср.}} = (1,022 + 1,0285 + 1,01 + 1,02111 + 1,023) / 5$$

$$\rho_{\text{ср.}} = 1,021$$



Таблица № 1. Содержание NaCl в растворе при разном удельном весе и температуре 15 С.

Удельный вес	Содержание соли (в г) в 100 г раствора	Содержание соли (в г) в 100 мл раствора
1.00725	1	1
1.01450	2	2
1.02174	3	3.1

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

1.02899	4	4.1
1.03624	5	5.2
1.04366	6	6.3
1.05108	7	7.4
1.05851	8	8.5
1.06593	9	9.6

Примечание: Если удельный вес раствора соли измеряют при другой температуре, то в значение удельного веса вводят поправку:

1. При температуре ниже 15 С на каждый градус добавляют 0.0003
2. При температуре выше 15 С на каждый градус вычитают 0.0004

**Вывод:** определили соленость воды. Содержание соли в 100 мл. раствора – 3,1 грамма.

**Способ 2. Определение солености морской воды с помощью титрования.**

В последнее время шведский профессор Петерсен восстает против определения солености морской воды помощью ареометра и предлагает заменить его более надежным способом — **титрованием**, но проф. Крюммел отстает от использования ареометра, находя его по простоте обращения наиболее удобным на кораблях, тем более, что технические усовершенствования позволяют с помощью ареометра достигать в настоящее время определения  $\rho$  веса с точностью до 0,0001. Кроме ареометра, существует еще способ определять  $\rho$  вес посредством особого прибора, основанного на изменении показателя преломления лучей, в зависимости от изменения  $\rho$  веса морской воды. Прибор этот пока еще мало употребляется и не вполне еще исследован.

**Основной метод определения солености морской воды** – метод титрования.

- ❖ Чтобы определить соленость воды в аквариуме с морскими обитателями, заберем из него в отдельный сосуд, 1 литр.
- ❖ Добавим к пробе воды определенное количество азотнокислого серебра ( $\text{AgNO}_3$ ). Азотнокислое серебро соединится с хлористым натрием и выпадет в осадок.
- ❖ Взвесим выпавшее в осадок хлористое серебро и, учитывая, что отношение количества хлористого натрия к другим веществам всегда постоянно, рассчитывайте соленость воды.

Однако, можно проделать замер солености воды гидрометром, калиброванным при комнатной температуре.

**Вывод:** мы не можем использовать этот метод, т.к. в нашем распоряжении нет соответствующих приборов.



### Процентное содержание соли.

**Способ 1. Определение процентного содержания соли в морской воде с помощью весов.**

#### **План эксперимента:**

- ❖ взвесим сухой кусок ткани
- ❖ нальем морскую воду в высокий сосуд
- ❖ затем намочим ткань, снова взвесить
- ❖ просушим и взвесим в третий раз.
- ❖ найдем массу соли.

#### **Найдем массу раствора.**

- Сначала взвесим емкость с раствором.
- Потом перельем раствор.
- Взвесим пустую емкость.

#### **Результат измерений.**

Масса сухой ткани	200г
Масса мокрой ткани	300г
Масса сухой соленой ткани	215г
Масса раствора	18,7г

Масса соли  $m = 215\text{г} - 200\text{г} = 15\text{г}$

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

$$\omega = \frac{m_{\text{раствора}}}{m_{\text{раствора}}} \cdot 100\% = \frac{15}{18.7} \cdot 100 = 80.214\%$$

$\omega$  - процентное содержание соли в воде.

**Вывод:** определили процентное содержание соли в морской воде – 80%.



**Способ 2. Определение процентного содержание соли в морской воде с помощью таблицы.**

- ❖ Предположим, что у нас почему-то нет возможности ни взвешивать, ни измерять объем? Как тогда определить процентную **концентрацию раствора**? Вот, например, имеется какое-то количество морской воды. Вычислим его процентную концентрацию, не пользуясь ни весами, ни мерной посудой.
- ❖ Практически для любого вещества, находящего применение в различных отраслях промышленности, существуют так называемые **«таблицы плотностей раствора»**.

Плотность и концентрация водных растворов NaCl

Концентрация, %	Концентрация, г/л	Плотность, г/мл
1	10,05	1,005
2	20,25	1,012
<b>4</b>	<b>41,07</b>	<b>1,027</b>
6	62,47	1,041

Концентрация, %	Концентрация, г/л	Плотность, г/мл
8	84,47	1,056
10	107,1	1,071
12	130,2	1,086
14	154,1	1,101
16	178,5	1,116
18	203,7	1,132
20	229,5	1,148
22	256	1,164
24	283,2	1,18
26	311,2	1,197

**Вывод:** определили содержание соли в морской воде – 41,07 г/л

#### Общие выводы.

- ❖ Определили процентное содержание соли в морской воде с помощью различных способов.
- ❖ Определили соленость морской воды с помощью различных способов.
- ❖ Процентного содержание соли в морской воде, измеренное в данном экспериментальном задании близки к теоретическим.
- ❖ Количество граммов солей, приходящихся на 1 кг морской воды: Мировой океан - 35-36; Средиземное море - 37-39; Красное море - 41-60; Чёрное море: на поверхности в основной части - 17-18, на поверхности в северо-западной части - 8-13, у дна - 22-22,5; Каспийское море - 11-13; Азовское море - 9-10.
- ❖ Состав солей в море регулируется животными и растениями. Даже маленькая рыбка весом 100 граммов пропускает через себя 20 - 30 кубических сантиметров воды в минуту. А сколько воды пропускают огромные обитатели океана! Известно, что когда образовался первичный океан и не было еще животных организмов, состав солей этого океана был иным.
- ❖ Сейчас в морской воде основные соли содержатся в следующих количествах (процентов):
  - Хлористый натрий (поваренная соль) - 77,8**
  - Хлористый магний - 10,9
  - Сернокислый магний (английская соль) - 4,7
  - Сернокислый кальций - 3,6
  - Сернокислый калий - 2,5

Углекислый калий - 0,3

Бромистый магний и др. - 0,2

- ❖ **Соленый вкус** придает, морской воде хлористый натрий (поваренная соль), а горький привкус - хлористый магний и сернокислый магний (или английская соль). В настоящее время в ее составе открыто 60 различных элементов, но предполагают, что в ней содержатся все элементы, имеющиеся на Земле, только некоторые из них до сих пор не открыты. В виде заряженных частичек - ионов в морской воде есть железо, медь, олово, цинк, свинец. Есть здесь и золото, и серебро, и радий, и радон, и бром, и йод, но многие из них имеются в очень малых количествах. Например, на тонну морской воды приходится 1 миллиграмм серебра, а золота и того меньше. Несмотря на такое, казалось бы, незначительное его содержание, если бы удалось извлечь все золото из вод всех морей и океанов земного шара, то на каждого жителя Земли пришлось бы по полтора миллиона рублей золотом! Получают золото из морской воды с помощью ионитов - ионообменных смол, которые способны присоединять к себе ионы растворенных в воде веществ. К сожалению, золото, добытое таким путем, еще очень дорого; стоимость затраченной на его получение энергии в пять раз больше, чем стоимость добытого золота. Морская вода представляет собой сложное химическое соединение. Она образовалась на протяжении миллионов лет.
- ❖ **Изучение солености** имеет большое значение как в науке, так и в практической жизни. Точное знание солености дает возможность определять течения и вообще движение водных масс как в горизонтальном, так и вертикальном направлении. Большое значение соленость и удельный вес морских вод имеет в оборонном деле. Плавание подводных лодок, глубина и скорость погружения, минирование вод, торпедирование неприятельских судов и пр. требуют точных знаний о солености и течениях в том или другом участке моря.