

Министерство образования Российской Федерации  
Муниципальное общеобразовательное учреждение -  
средняя школа №9

**Открытый урок**  
**Дисциплина «Физика»**  
**Тема «Выталкивающая сила. Закон Архимеда»**

**7 класс**

**Учитель: Голикова Г.Н.**

**Тема урока: «Выталкивающая сила. Закон Архимеда»**

**Образовательный аспект триединой цели:**

Убедиться в существовании выталкивающей силы, осознать причины её возникновения и вывести правила для её вычисления.

**Воспитательный аспект триединой цели:**

Познакомить учащихся с взаимосвязанностью и обусловленностью явлений окружающего мира (величина архимедовой силы обусловлена объёмом погруженного в неё тела и плотностью вытесненной жидкости) Содействовать формированию мировоззренческой идеи познаваемости явлений и свойств окружающего мира. Проводить воспитание культуры умственного труда. Создание для каждого ученика ситуации успеха.

**Развивающий аспект триединой цели:**

Работать над формированием умений анализировать свойства и явления на основе знаний, выделять главную причину, влияющую на результат (т.е. формировать так называемую «зоркость» в поисках). Развивать коммуникативные умения. На этапе выдвижения гипотез развивать устную речь. Проверить уровень самостоятельности мышления школьника по применению учащимися знаний в различных ситуациях.

**План урока:**

- I. Введение в урок – рассказ об Архимеде.
- II. Изучение нового материала.
- III. Отработка знаний и умений.
- IV. Проверка знаний и умений.
- V. Закрепление изученного.
- VI. Домашнее задание.

**I. Сообщение учащегося.**

Тема нашего урока «Выталкивающая сила. Закон Архимеда».

Архимед... Кто же такой этот человек, оставивший яркий след в науке?

*(На проекционном экране демонстрируется портрет Архимеда).*

Архимед – выдающийся ученый Древней Греции, родился в 287 году до н.э. в портовом и судостроительном г. Сиракузы на острове Сицилия. Архимед получил блестящее образование у своего отца, астронома и математика Фидия, родственника сиракузского тирана Гиерона II, покровительствовавшего Архимеду. В юности провёл несколько лет в крупнейшем культурном центре в Александрии, где у него сложились дружеские отношения с астрономом Кононом и географом-математиком Эратосфеном. Это послужило толчком к развитию его выдающихся способностей. В Сицилию вернулся уже зрелым ученым. Он прославился многочисленными научными трудами главным образом в области физики и геометрии.

Последние годы жизни Архимед был в Сиракузах, осажденных римским флотом и войском. Шла 2-я Пуническая война. И великий ученый, не жалея сил, организывает инженерную оборону родного города. Он построил множество удивительных боевых машин, топивших вражеские корабли, разносивших их в щепы, уничтожавших солдат и наводивших на них суеверный страх. Существует легенда, что при помощи своей системы зеркал Архимед смог поджечь корабли римлян. Однако слишком маленьким было войско защитников города по сравнению с огромным римским войском. И в 212 г. до н.э. Сиракузы были взяты.

Гений Архимеда вызывал восхищение у римлян и римский полководец Марцелл приказал сохранить ему жизнь. Но солдат, не знавший в лицо Архимеда, ворвался в дом ученого и увидел старика (а ему было около 75 лет) склонившегося над ящиком с песком, на котором он выполнял чертёж.

«Не наступи на мои круги» - воскликнул Архимед. В ответ воин взмахнул мечом, и великий ученый упал на песок, заливая кровью чертёж.

После Архимеда осталось много трудов, но каждый из них до сих пор имеет огромное значение. Одним из важнейших его открытий стал закон, впоследствии названный законом Архимеда. Существует предание, что идея этого закона посетила Архимеда, когда он принимал ванну, с возгласом «Эврика!» он выскочил из ванны и нагим побежал записывать пришедшую к нему научную истину. А вот суть этой истины и предстоит нам сегодня выяснить.

Итак, нам нужно убедиться в существовании выталкивающей силы, осознать причины её возникновения и вывести правила для её вычисления.

**II. Вспомним лето.** Вы отдыхаете на море, озере или реке «Судость», входите в воду. Учите плавать своих друзей. Легко ли поддерживать на воде тело своего друга? (*легко*).

А сможете ли вы его также легко удержать не в воде, а в воздухе? (*нет*)

Хорошо, продолжаем дальше. Многие из вас купаясь, пытались запихнуть мяч в воду. Ну и как? Получалось у вас это? (*нет*) В чем же дело? Обратимся к опыту.

**Опыт 1.** В аквариуме плавает мяч. Я погружаю мяч глубже в воду отпускаю, и мяч что делает? (всплывает) Почему мяч всплыл на поверхность воды? На мяч подействовала что? (сила) Совершенно верно, подействовала сила, которая вытолкнула мяч из воды, эта же сила выталкивала из воды и тело вашего друга при обучении плаванию, поэтому как мы её будем называть? (выталкивающей силой)

Впервые выталкивающую силу рассчитал древнегреческий ученый Архимед. Поэтому эту силу называют Архимедовой силой.

Ребята, а всегда ли жидкость действует на погруженное в неё тело? Ведь опущенный в воду цилиндр из металла тонет.

**Опыт 2.** Учитель погружает в воду подвешенный на нити металлический цилиндр. Тело утонуло. Заметно ли выталкивающее действие воды в этом случае? Чтобы найти ответ на этот вопрос, давайте выполним **фронтальную лабораторную работу.**

*(На экране последовательно отображаются её этапы).* На каждом столе находится динамометр, цилиндр и стакан с водой. Сначала вам нужно подвесить цилиндр к динамометру, найти его вес в воздухе и записать полученный результат. Следующее задание: погрузите цилиндр в жидкость и найдите его вес в жидкости. Запишите полученный результат. Сравните, пожалуйста, вес цилиндра в воде с весом цилиндра в воздухе и сделайте вывод: действует ли на цилиндр, погруженный в жидкость, выталкивающая сила? *(Так как вес цилиндра в жидкости меньше, чем вес цилиндра в воздухе, то на него действует выталкивающая сила.)* Куда она направлена? *(вертикально вверх).* А теперь подумайте, как можно найти величину этой силы? Что для этого нужно сделать? *(Из веса цилиндра в воздухе надо вычесть вес цилиндра в воде).* Совершенно верно! И мы с вами рассмотрели один из способов нахождения выталкивающей силы.

Запишите, пожалуйста, формулу. Чтобы найти силу Архимеда надо из веса тела в воздухе вычесть вес тела в жидкости, подставьте в неё измеренные вами значения веса цилиндра в воздухе и воде и вычислите архимедову силу.

Таким образом, мы убедились, что на все тела, погруженные в жидкость, действует выталкивающая сила: и на те которые тонут, и на те которые плавают. А если тело погружено в газ, будет ли в этом случае на него действовать сила Архимеда? Оказывается будет! И примерами такого действия являются полёты воздушных шаров и аэростатов. Как говорят аэронавты, их поднимает и держит в воздухе дар природы – сила Архимеда.

Учащимся предлагается высказать предположения *от чего (от каких величин)*, по их мнению, зависит выталкивающая сила. Ученики выдвигают гипотезы, которые фиксируются на доске. Как правило, они называют следующие величины:

- плотность тела;
- плотность жидкости;
- объем тела;
- глубина погружения.

Для того чтобы проверить правильность выдвинутых гипотез, учитель предлагает провести исследование – экспериментальным путем подтвердить или опровергнуть предположения учащихся.

## II. Исследование.

Учащиеся организуются по 4–5 человек в группы, которым можно предложить следующие задания.

### **Задание 1-ой группе**

**Оборудование:** два тела разного объема, сосуд с водой, динамометр.

1. Определить динамометром:

а) вес тела № 1 в воздухе ( $P_{\text{возд}}$ ) и в жидкости ( $P_{\text{жидк}}$ );

б) вес тела № 2 в воздухе ( $P_{\text{возд}}$ ) и в жидкости ( $P_{\text{жидк}}$ ).

Тело должно быть полностью погружено в воду.

2. Определить выталкивающую силу  $F$ , действующую на тело № 1 и выталкивающую силу  $F_{\text{выт}}$ , действующую на тело № 2 по формуле:

$$F_{\text{выталкив}} = P_{\text{воздух}} - P_{\text{жидкость}}$$

3. Сравнить эти силы.

4. Сравнить объемы тел.

5. Сделать вывод о зависимости выталкивающей силы от объема погруженного в жидкость тела.

6. Представить результаты в виде таблицы.

### **Задание 2-ой группе**

**Оборудование:** два тела разной плотности, сосуд с водой, динамометр.

1. Определить динамометром:

а) вес тела № 1 в воздухе ( $P_{\text{возд}}$ ) и в жидкости ( $P_{\text{жидк}}$ );

б) вес тела № 2 в воздухе ( $P_{\text{возд}}$ ) и в жидкости ( $P_{\text{жидк}}$ ).

Тело должно быть полностью погружено в воду.

2. Определить выталкивающую силу  $F_{\text{выт}}$ , действующую на тело № 1 и выталкивающую силу  $F_{\text{выт}}$ , действующую на тело № 2 по формуле:

$$F_{\text{выталкив}} = P_{\text{воздух}} - P_{\text{жидкость}}$$

3. Сравнить эти силы.

4. Сравнить плотности тел.

5. Сделать вывод о зависимости выталкивающей силы от плотности погруженного в жидкость тела.

6. Представить результаты в виде таблицы.

### **Задание 3-ой группе**

**Оборудование:** тело, сосуд с простой водой, сосуд с “морской” водой, динамометр.

1. Определить динамометром:

а) вес тела в воздухе ( $P_{\text{возд}}$ ) и в простой воде ( $P_{\text{жидк}}$ );

б) вес тела в воздухе ( $P_{\text{возд}}$ ) и в “морской” воде ( $P_{\text{жидк}}$ ).

Тело должно быть полностью погружено в воду.

2. Определить выталкивающую силу  $F_{\text{выт}}$ , действующую на тело в простой воде, и выталкивающую силу  $F_{\text{выт}}$ , действующую на тело в “морской” воде, по формуле:

$$F_{\text{выт}} = P_{\text{воздух}} - P_{\text{жидкость}}$$

3. Сравнить эти силы.

4. Сравнить плотности жидкостей.

5. Сделать вывод о зависимости выталкивающей силы от плотности жидкости.

6. Представить результаты в виде таблицы.

### **Задание 4-ой группе**

**Оборудование:** тело, сосуд с простой водой, динамометр.

1. Определить динамометром:

а) вес тела в воздухе ( $P_{\text{возд}}$ ) и в простой воде ( $P_{\text{жидк}}$ ) на глубине  $H_1$ ;

б) вес тела в простой воде ( $P_{\text{жидк}}$ ) на глубине  $H_2$ .

Тело должно быть полностью погружено в воду.

2. Определить выталкивающую силу  $F_{\text{выт}}$ , действующую на тело в простой воде на глубине  $H_1$ ,  $H_2$  по формуле:

$$F_{\text{выт}} = P_{\text{воздух}} - P_{\text{жидкость}}$$

3. Сравнить эти силы.

4. Сравнить глубину погружений.

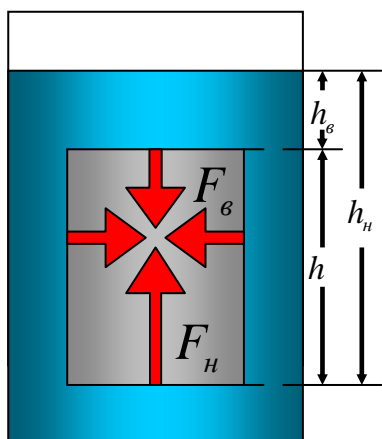
5. Сделать вывод о зависимости выталкивающей силы от глубины погружения.

6. Представить результаты в виде таблицы.

### III. Обмен информацией.

Группы отчитываются о проделанной работе: демонстрируют проведенные эксперименты, оформляют результаты на доске, дают оценку выдвинутым гипотезам.

А теперь выведем формулу, подтверждающую результаты наших экспериментов.



Сравните давления жидкости на уровнях верхней и нижней граней бруска. Какое из них больше? (давление жидкости на нижнюю грань больше). Почему? (потому, что она находится на большей глубине). Следовательно, и сила, с которой жидкость действует на нижнюю грань, будет больше, чем сила, с которой жидкость действует на верхнюю грань. Куда направлена равнодействующая этих сил? (вверх – в сторону действия большей силы). Равнодействующую этих сил и называют выталкивающей или архимедовой силой. А как можно найти силу Архимеда? (Надо из большей силы давления

жидкости на нижнюю грань вычесть меньшую силу, с которой жидкость действует на верхнюю грань бруска). Выведем величину силы Архимеда: (На экране демонстрируется опорный конспект)

$$F_A = F_n - F_v$$

Подставляя выражения для  $F_n$  и  $F_v$ , получим:

$$F_A = g\rho_{ж}h_nS - g\rho_{ж}h_vS = g\rho_{ж}S(h_n - h_v)$$

Чему равна разность высот столбов жидкости  $h_n - h_v$ ? (разность высот столбов жидкости  $h_n$  и  $h_v$  равна высоте бруска). Верно, обозначим высоту бруска через  $h$ . А чему равно произведение площади основания бруска на его высоту? (Произведение площади основания на высоту равно объёму бруска). И мы получаем ещё один способ нахождения архимедовой силы. Будем называть этот способ расчетным.

$$F_A = g\rho_{ж}Sh = \underline{g\rho_{ж}V_T}$$

Что мы получим, если умножим плотность жидкости на объём тела? (произведение плотности на объём равно массе). Массе чего? (Массе жидкости в объёме тела).

$$F_A = gm_{ж}$$

Чему равно произведение  $gm_{ж}$ ? (Это произведение равно весу жидкости в объёме тела).

$$F_A = P_{жс}$$

Итак, сила Архимеда равна весу жидкости в объеме погруженного тела. *Докажем эту гипотезу с помощью опыта.*

К пружине подвешено ведёрко и цилиндр. Объем цилиндра равен внутреннему объёму ведёрка. Растяжение пружины отмечено указателем. Затем цилиндр целиком погружаю в воду, налитую в отливной сосуд. Вода выливается из отливного сосуда в отдельный стакан. Объем вылившейся воды равен чему? (*объёму погруженного в воду тела*). Указатель пружины отмечает уменьшение веса цилиндра в воде, вызванное действием чего? (*выталкивающей силы*). Если вылить в ведерко воду, вылившуюся в стакан, то под действием веса вытесненной воды указатель пружины возвращается, что удивительно, к своему начальному положению. Итак, архимедова сила сократила пружину, а вес вытесненной воды растянул ее, вернув в начальное положение. Что можно сказать об этих силах? (*Архимедова сила равна весу жидкости, вытесненной телом*). И мы рассмотрели еще один способ нахождения архимедовой силы.

Чтобы найти силу Архимеда, действующую на тело, нужно определить вес жидкости, которую это тело вытесняет.

А теперь сформулируйте самостоятельно закон Архимеда, для этого вам нужно заполнить соответствующие пропуски.

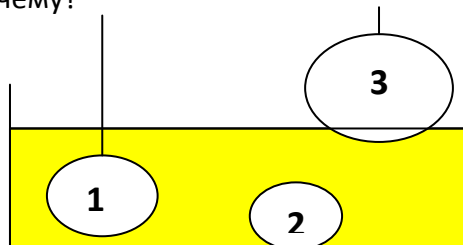
Тело, \_\_\_\_\_ в жидкость или газ \_\_\_\_\_ вертикально  
 \_\_\_\_\_ с силой равной \_\_\_\_\_ жидкости или газа в  
 \_\_\_\_\_ тела (или его погруженной части)

(Ребята сверяют правильное решение с проекционным экраном).

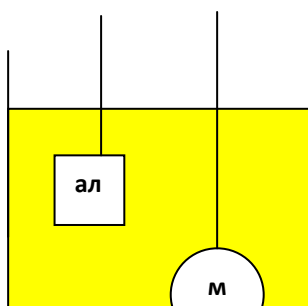
Таким образом, в процессе изучения нового материала учащиеся познакомились с тремя способами нахождения архимедовой силы.

**III. Предлагаются следующие задачи:** (На экране демонстрируются рисунки к задачам)

1. В сосуд с жидкостью погружены три шара. На какой шар действует наименьшая выталкивающая сила? почему?

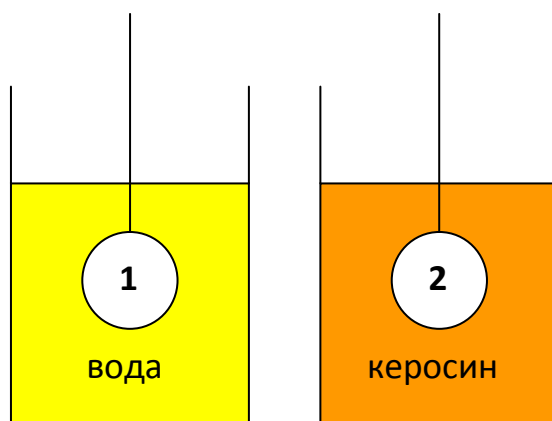


2. Одинаковые или разные выталкивающие силы действуют на алюминиевый кубик и медный шарик, погруженные в жидкость, если их объёмы равны?



$$V_{ал} = V_{м}$$

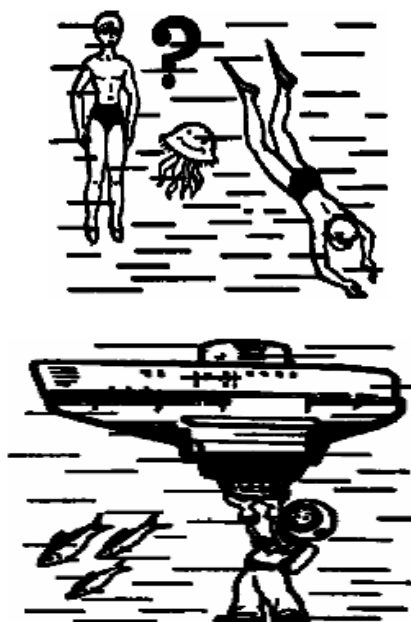
3. На какой из двух одинаковых шаров действует наибольшая архимедова сила, если первый помещен в воду, а второй в керосин.



$$V_1 = V_2$$

4.

Рис.1.



1. Одинаковая ли выталкивающая сила действует на человека, находящегося в воде в разных положениях (рис.1)?

Рис.2



2. Одинаковая ли выталкивающая сила действует на водолаза при погружении на разную глубину (рис.2)?



Рис.3

3. Меняется ли выталкивающая сила, действующая на батискаф при погружении его на большие глубины, если при этом плотность воды возрастает (рис.3)?

5. На территории Палестины и Израиля есть странное на первый взгляд море. О нём сложились мрачные легенды. В одной из них говорится «и вода и земля здесь богом прокляты». Какая-то таинственная неведомая сила выталкивала на поверхность воды предметы, попадавшие в море. Однако, несмотря на сказания плавать в этом море очень даже весело и увлекательно. Вот как описывает купание в водах Мертвого моря Марк Твен:



(На экране демонстрируется видеозадача, озвученная учениками).

«Это было забавное купание, мы не могли утонуть. Здесь можно вытянуться на воде во всю длину лёжа на спине и сложив руки на груди, причем большая часть тела будет оставаться над водой. При этом можно совсем поднять голову... Вы можете лежать очень удобно на спине, подняв колени к подбородку и охватив их руками - но вскоре перевернётесь так, как голова перевешивает. Вы можете встать на голову - и от середины груди до конца ног будите оставаться вне воды; но вы не сможете долго сохранять такое положение. Вы не можете плыть на спине, подвигаясь сколь-нибудь заметно, так как ноги ваши торчат из воды и вам приходится отталкиваться только пятками. Если же вы плывёте лицом вниз, то подвигаетесь не вперёд, а назад. Лошадь так неустойчива, что не может ни плавать, ни стоять в Мёртвом море, она тотчас же ложится набок».

«Это было забавное купание, мы не могли утонуть. Здесь можно вытянуться на воде во всю длину лёжа на спине и сложив руки на груди, причем большая часть тела будет оставаться над водой. При этом можно совсем поднять голову... Вы можете лежать очень удобно на спине, подняв колени к подбородку и охватив их руками - но вскоре перевернётесь так, как голова перевешивает. Вы можете встать на голову - и от середины груди до конца ног будите оставаться вне воды; но вы не сможете долго сохранять такое положение. Вы не можете плыть на спине, подвигаясь сколь-нибудь заметно, так как ноги ваши торчат из воды и вам приходится отталкиваться только пятками. Если же вы плывёте лицом вниз, то подвигаетесь не вперёд, а назад. Лошадь так неустойчива, что не может ни плавать, ни стоять в Мёртвом море, она тотчас же ложится набок».

В чем же загадка Мёртвого моря? Почему в нём нельзя утонуть?

6. Быстро и желательно устно, решите задачи.

**Дано**

$$F_A = 10000\text{H}$$

$$V_T = 1\text{м}^3$$

$$g \approx 10 \frac{\text{H}}{\text{кг}}$$

**Дано**

$$\rho_{ж} = 800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$V_T = 2\text{м}^3$$

$$g \approx 10 \frac{\text{H}}{\text{кг}}$$

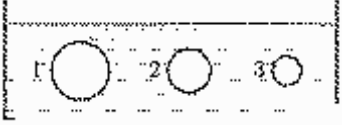

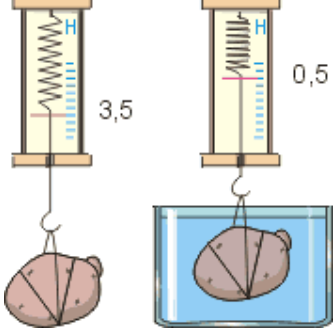
**Дано**

$$F_A = 40000\text{H}$$

$$\rho_{ж} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$g \approx 10 \frac{\text{H}}{\text{кг}}$$

IV. А сейчас давайте проверим, хорошо ли вы познакомились с архимедовой силой, для этого мы выполним разноуровневый тест.

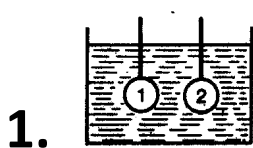
№ п/п	Вопрос	Ответы	Верный ответ
1	На тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила, равная:	<p>А. Весу жидкости, вытесненной телом</p> <p>Б. Весу погруженного тела</p> <p>В. Весу погруженного тела и жидкости, вытесненной телом.</p>	<input type="checkbox"/>
2	Величину выталкивающей силы, действующей на погруженное в жидкость тело, можно подсчитать по формуле:	<p>А. <math>F_A = \rho_{жс} S</math></p> <p>Б. <math>F_A = ma</math></p> <p>В. <math>F_A = g\rho_{жс} V_T</math></p>	<input type="checkbox"/>
3	 <p>На какое тело действует большая выталкивающая сила?</p>	<p>А. На первое.</p> <p>Б. На второе.</p> <p>В. На третье.</p>	<input type="checkbox"/>
4	 <p><math>\rho_1 &gt; \rho_2 &gt; \rho_3</math></p> <p>На какое тело действует меньшая выталкивающая сила?</p>	<p>А. На первое.</p> <p>Б. На второе.</p> <p>В. На третье.</p>	<input type="checkbox"/>
5		<p>А. 3 Н</p> <p>Б. 2 Н</p> <p>В. 1 Н</p>	<input type="checkbox"/>

	Выталкивающая сила, действующая на погруженную в жидкость картофелину, равна:		
--	---	--	--

После выполнения тестового задания ученикам предлагается посчитать сколько раз буква «А» встречается в ответах. И затем поднять вверх столько пальцев, сколько раз встречается буква «А». (Методический прием, позволяющий оперативно контролировать знания учеников).

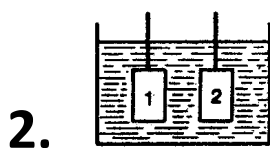
V. А теперь у нас состоится блиц турнир по группам. Первой я буду спрашивать ту группу, которая раньше поднимет руку.

**Задание №1.** Сравните выталкивающие силы, действующие на первое и второе тела.



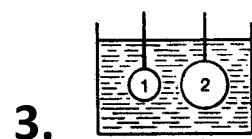
Одинаковые

$$F_{A1} \text{ — } F_{A2}$$



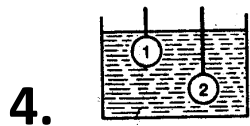
Алюминиевый и железные

$$F_{A1} \text{ — } F_{A2}$$



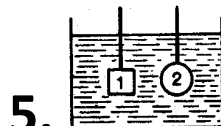
Железный (1) и алюминиевый (2)

$$F_{A1} \text{ — } F_{A2}$$



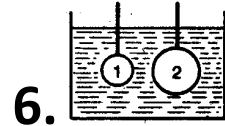
Одинаковые

$$F_{A1} \text{ — } F_{A2}$$



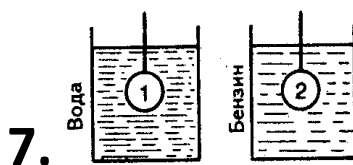
Железный кубик и

$$F_{A1} \text{ — } F_{A2}$$



Алюминиевые

$$F_{A1} \text{ — } F_{A2}$$

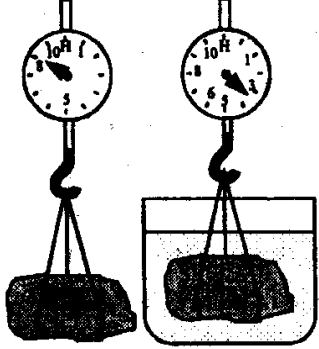
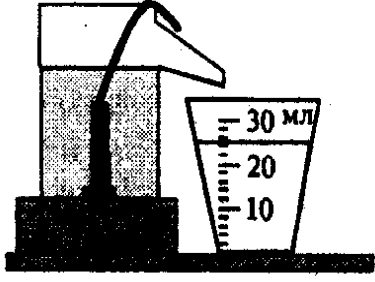


**Задание № 2.** Найдите выталкивающую силу в следующих ситуациях.

Одинаковые

$$F_{A1} \text{ — } F_{A2}$$

Ситуация	Способ нахождения выталкивающей силы	Решение
----------	--------------------------------------	---------

 <p style="text-align: center;">вода</p>		
<p>Железобетонная плита объёмом <math>3 \text{ м}^3</math> погружена в воду.</p>		
		

**Задание № 3. Видеозадачи.**

	<p><b>Видеозадача № 1</b></p> <p>Мой друг, вернувшись из путешествия, показывал необычные фотографии. В каком месте он мог сделать эти фотоснимки, дайте объяснения чудесам, запечатлённым на них. (Мертвое море)</p>
	<p><b>Видеозадача №2</b></p> <p>Почему длинные и очень гибкие стебли подводных растений сохраняют в воде вертикальное положение?</p>

	<p><b>Видеозадача №3</b></p> <p>Кит, хотя и живёт в воде, но дышит легкими. За счет изменения их объёма он легко может менять глубину погружения. Однако, несмотря на наличие легких кит не проживёт и часа, если окажется на суше. В чем же дело?</p>
	<p><b>Видеозадача №4</b></p> <p>Рыбы могут легко регулировать глубину погружения, меняя объём своего тела, благодаря плавательному пузырю. Что будет происходить с выталкивающей силой, действующей на рыбу, при уменьшении объёма плавательного пузыря?</p>
	<p><b>Видеозадача №5</b></p> <p>Почему водолазы с тяжелыми кислородными баллонами в воде чувствуют себя невесомыми?</p>
	<p><b>Видеозадача №6</b></p> <p>Почему подводной лодке, севшей на дно, иногда бывает трудно от него оторваться, особенно если оно глинистое.</p>
	<p><b>Видеозадача №7</b></p> <p>Вы смотрите фрагмент фильма «Водный мир» оцените выталкивающую силу, действующую на воздушный шар, если бы его объём составлял <math>400 \text{ м}^3</math></p>

Итак, мы разобрались, почему одни тела плавают на поверхности жидкости, а другие тонут, почему возможно плавание судов, подводных лодок, воздушных шаров и аэростатов. И в жизни вам предстоит еще не один раз встретиться с силой Архимеда.

**VI. Домашнее задание:** § 48, 49, выучить опорный конспект, задания 9, 10 (поурочной тетради), подготовиться к лабораторной работе.