

# Статика. Подготовка к ЕГЭ

Учитель: Попова И.А.  
МОУ СОШ № 30  
Белово 2010

Цель: повторение основных понятий, законов и формул статики в соответствии с кодификатором ЕГЭ.

---

Элементы содержания, проверяемые на ЕГЭ 2010:

Момент силы

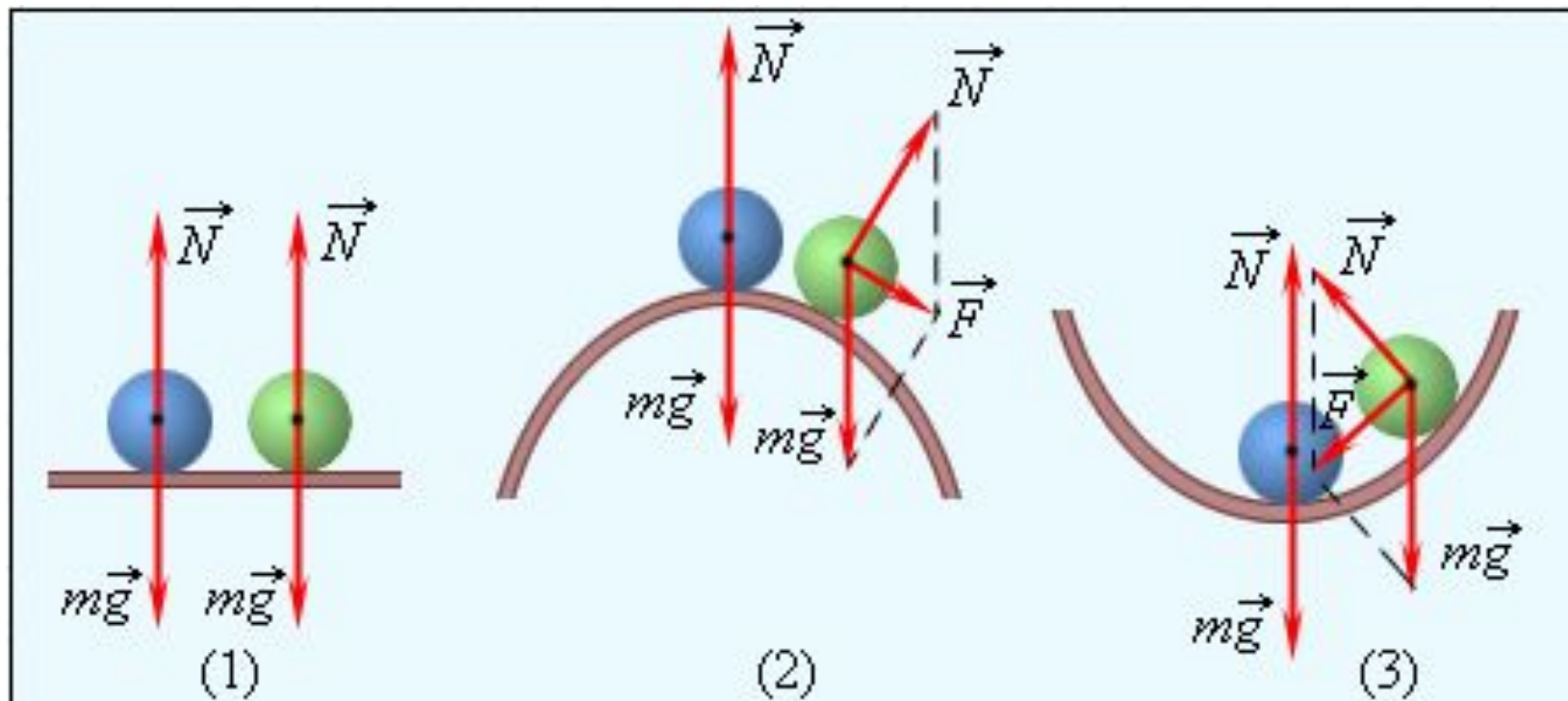
Условия равновесия твердого тела

Закон Паскаля

Закон Архимеда

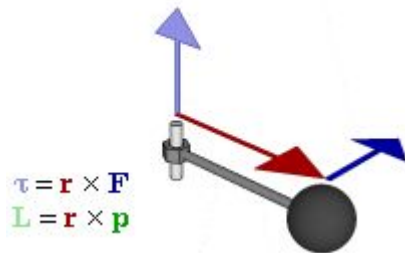
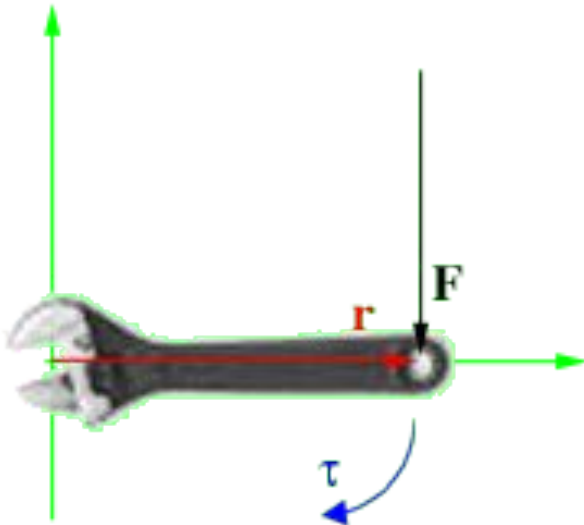
# Статика

- **Статикой** называется раздел механики, изучающий условия равновесия тел.



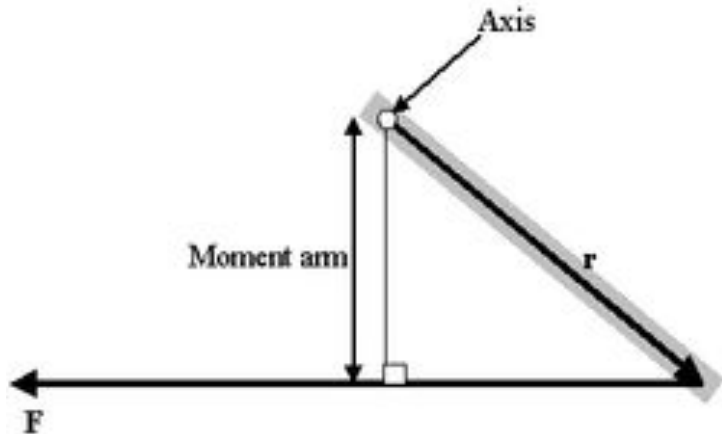
- **Различные виды равновесия шара на опоре.**
  - (1) – безразличное равновесие,
  - (2) – неустойчивое равновесие,
  - (3) – устойчивое равновесие

# Момент силы

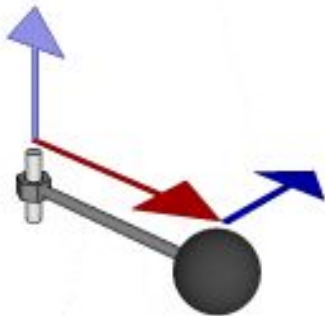


- **Момент силы** (крутящий момент; вращательный момент; вертящий момент; вращающий момент) — векторная физическая величина, равная произведению радиус-вектора проведенного от оси вращения к точке приложения силы, на вектор этой силы.
- Характеризует вращательное действие силы на твёрдое тело.
- Различают **Момент силы относительно центра** (точки) и **относительно оси**.

# МОМЕНТ СИЛЫ



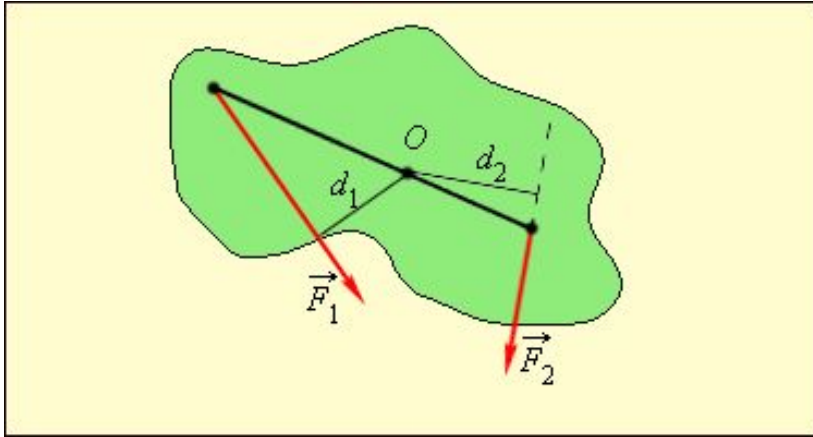
$$\tau = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$$
$$\mathbf{L} = \mathbf{r} \times \mathbf{p}$$



- Момент силы относительно центра  $O$  величина векторная.
- Модуль момента силы:
  - $M_o = Fr$ ,
- где  $F$  - модуль силы, а  $r$  - плечо,
- т. е. длина перпендикуляра, опущенного из  $O$  на линию действия силы
- Направлен вектор  $M_o$  перпендикулярно плоскости, проходящей через центр  $O$  и силу, в сторону, откуда поворот, совершаемый силой, виден против хода часовой стрелки.

# МОМЕНТ

## СИЛЫ



- **Правило моментов:**
- тело, имеющее неподвижную ось вращения, **находится в равновесии**, если **алгебраическая сумма моментов** всех приложенных к телу сил относительно этой оси **равна нулю:**

Силы, действующие на рычаг, и их моменты.

$$\bullet M_1 = F_1 \cdot d_1 > 0;$$

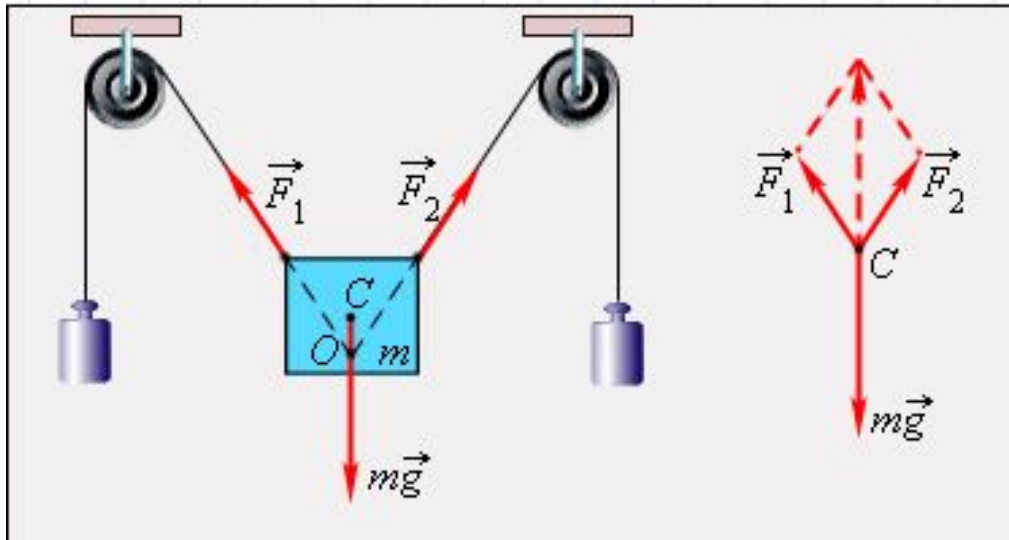
$$\bullet M_2 = -F_2 \cdot d_2 < 0.$$

При равновесии

$$\bullet M_1 + M_2 = 0$$

$$M_1 + M_2 + \dots = 0.$$

# Условия равновесия твердого тела



- Равновесие твердого тела под действием трех сил.

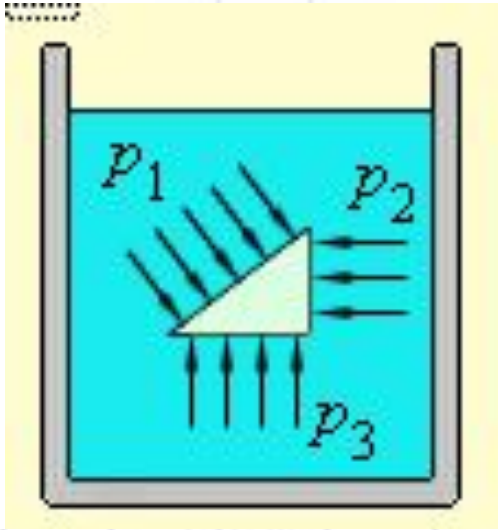
- Чтобы невращающееся тело находилось в равновесии, необходимо, чтобы равнодействующая всех сил, приложенных к телу, была равна нулю.

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots = 0.$$

- При выполнении условия равнодействующей все силы приводятся к одной точке С

# Паскаля

$$p = \frac{F}{S}$$



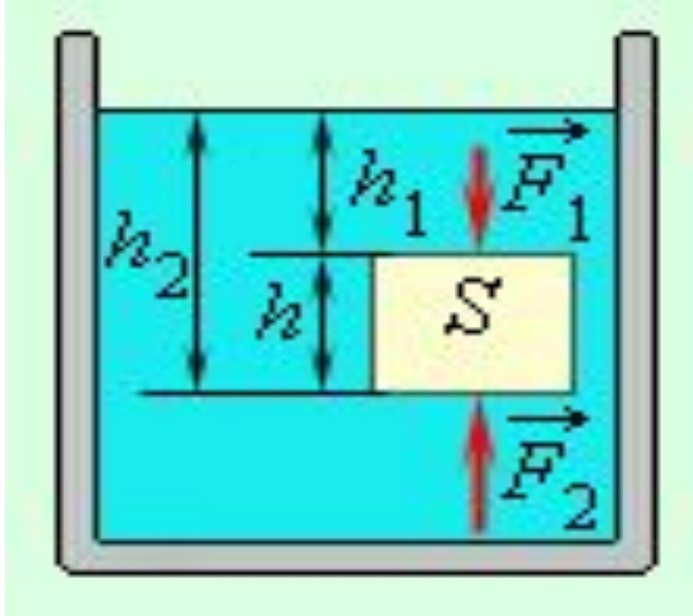
$$p = \frac{\rho h S g}{S} = \rho g h$$

$$p = p_0 + \rho g h$$

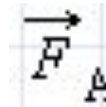
- На тело, погруженное в жидкость или газ, действуют силы, распределенные по поверхности тела.
- Давление определяется как отношение модуля силы действующей перпендикулярно поверхности, к площади  $S$  этой поверхности:
- **Закон Паскаля:** давление в жидкости или газе передается во всех направлениях одинаково и не зависит от ориентации площадки, на которую оно действует.
- Давление жидкости на дно или боковые стенки сосуда **зависит от высоты столба жидкости.**
- Давление столба жидкости  $\rho g h$  называют **гидростатическим давлением.**
- **Полное давление в жидкости на глубине  $h$  можно записать в виде:**



# Закон Архимеда



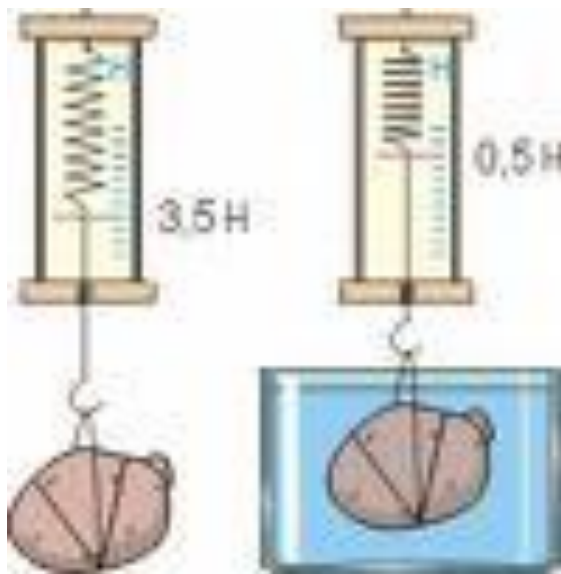
- Из-за разности давлений в жидкости на разных уровнях возникает **выталкивающая** или **архимедова сила**



$$\Delta p = p_2 - p_1 = \rho g h.$$

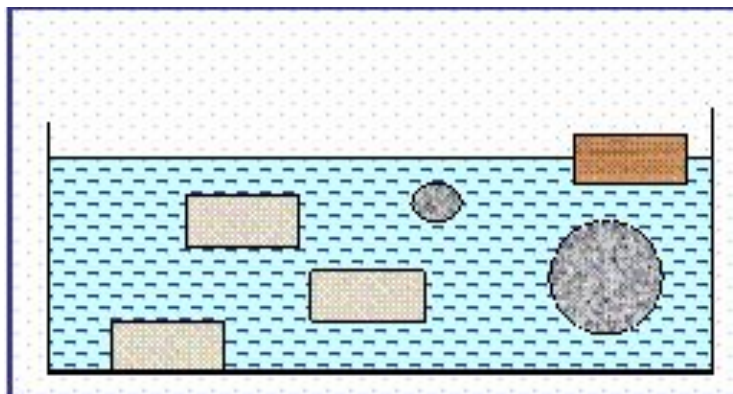
$$F_A = F_2 - F_1 = S \Delta p = \rho g S h = \rho g V.$$

**Закон Архимеда:** Архимедова сила, действующая на погруженное в жидкость (или газ) тело, равна весу жидкости (или газа), вытесненной телом.



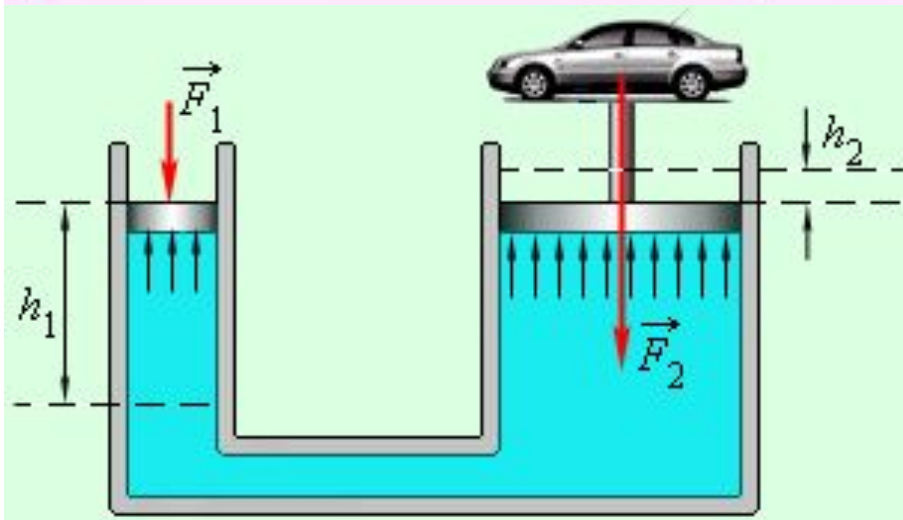
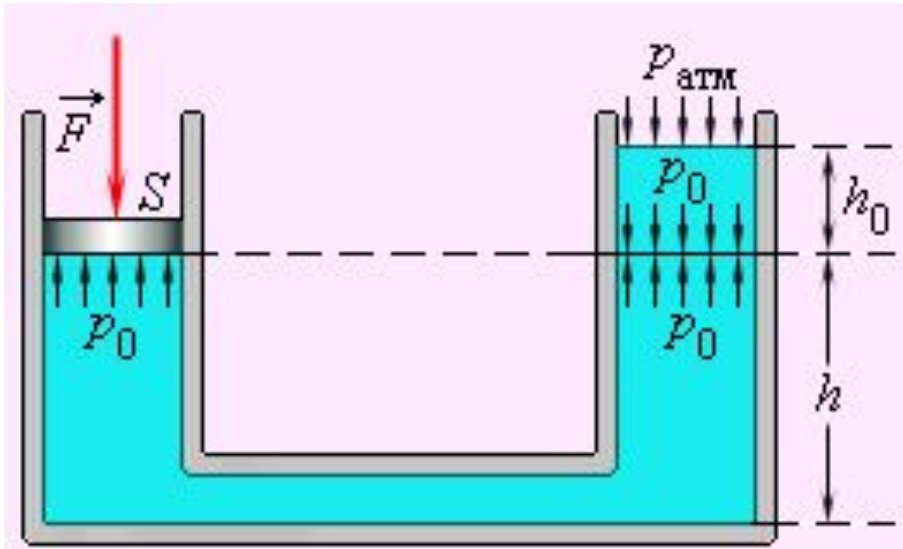
$$F_A = F_2 - F_1 = S(p_2 - p_1) = \rho g S h,$$

# Следствия закона Архимеда



- Если средняя плотность тела больше плотности жидкости (или газа)  $\rho_m > \rho$ , тело будет **опускаться на дно**.
- Если же  $\rho_m < \rho$ , тело будет **плавать на поверхности жидкости**.
- Объем погруженной части тела будет таков, что **вес вытесненной жидкости равен весу тела**.
- Для подъема воздушного шара в воздухе его вес должен быть меньше веса вытесненного воздуха

# Следствия закона Архимеда



- В сообщающихся сосудах любой формы, заполненных **однородной жидкостью**, **давления** в любой точке на одном и том же уровне **одинаковы**

- «Золотое правило механики»: произведение силы на расстояние остается неизменным

$$F_1 h_1 = F_2 h_2$$

- Гидравлическая машина:

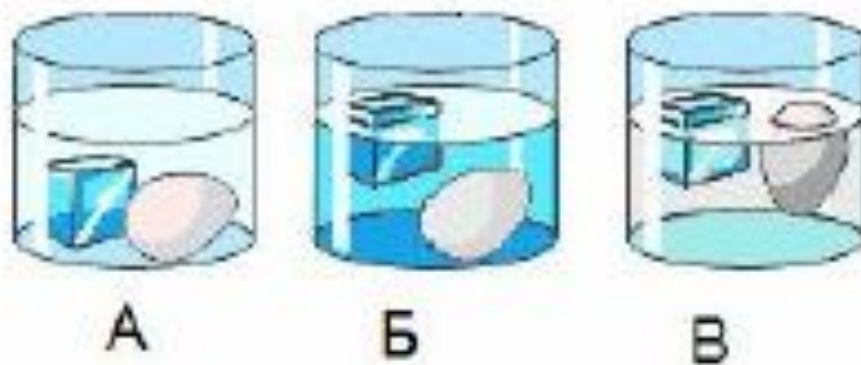
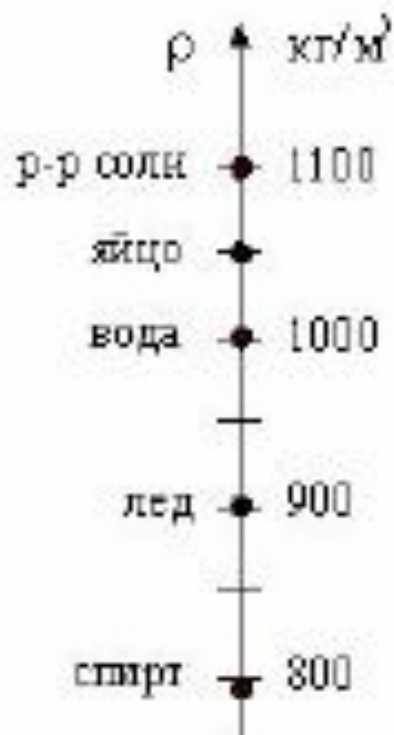
$$p = \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

# Рассмотрим задачи:

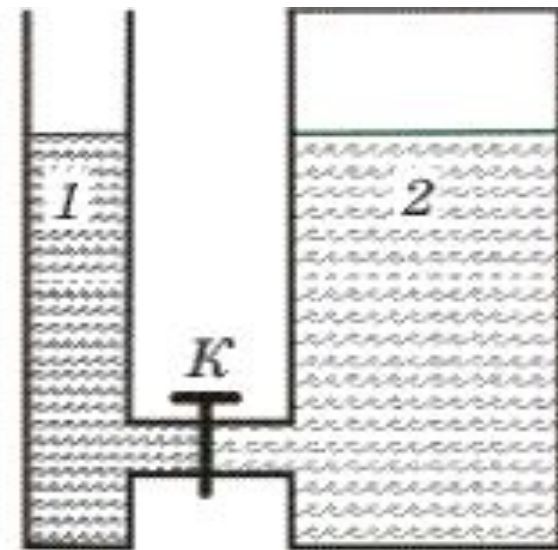
- ЕГЭ 2001-2010 (Демо)
- ГИА-9 2008-2010 (Демо)

**2008 г. (ГИА-9)5.** Ученик опускал кубик льда и яйцо поочередно в сосуды А, Б и В, в которых находились три жидкости: вода, спирт и раствор соли в воде. На диаграмме указаны плотности этих жидкостей, льда и яйца. В каком сосуде находится спирт, а в каком – вода?

1. В сосуде А – спирт, в сосуде Б – вода
2. В сосуде А – спирт, в сосуде В – вода
3. В сосуде В – спирт, в сосуде А – вода
4. В сосуде В – спирт, в сосуде Б – вода

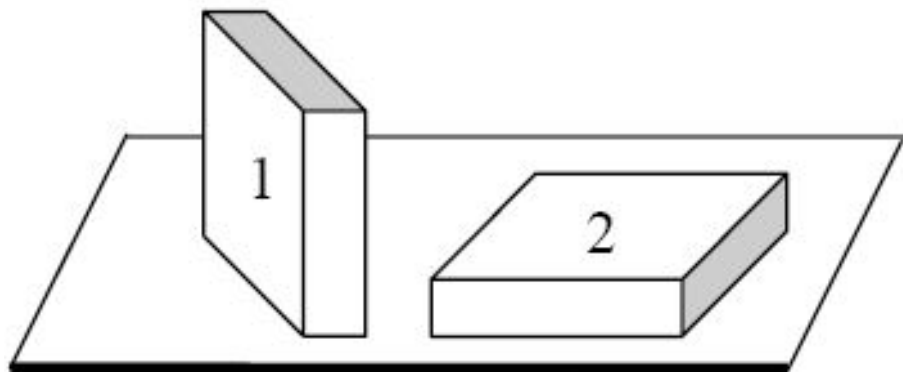


2008 г. (ГИА-9). 5. В открытом сосуде 1 и закрытом сосуде 2 находится вода. Если открыть кран К, то



1. вода обязательно будет перетекать из сосуда 2 в сосуд
2. вода обязательно будет перетекать из сосуда 1 в сосуд 2
3. вода перетекать не будет ни при каких обстоятельствах
4. перемещение жидкостей будет зависеть от давления в воздушном зазоре сосуда 2

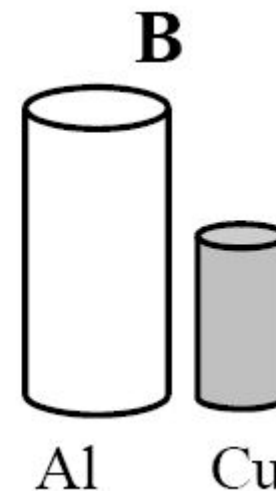
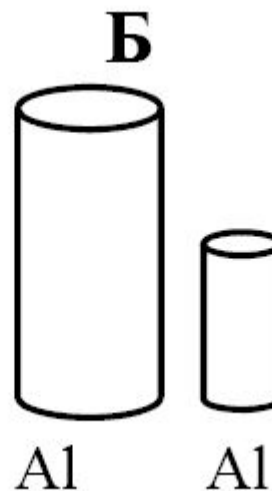
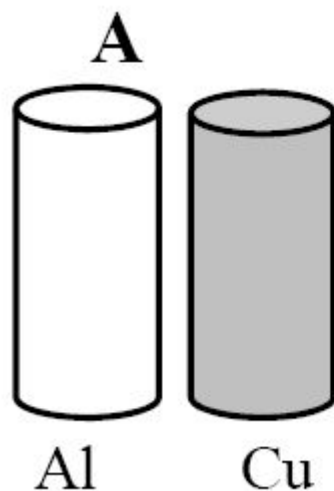
прямоугольного параллелепипеда положили на стол сначала узкой гранью (1), а затем – широкой (2). Сравните силы давления ( $F_1$  и  $F_2$ ) и давления, производимые бруском на стол в этих случаях ( $p_1$  и  $p_2$ ).



- 1.**  $F_1 < F_2; p_1 < p_2$
- 2.**  $F_1 = F_2; p_1 < p_2$
- 3.**  $F_1 = F_2; p_1 > p_2$
- 4.**  $F_1 = F_2; p_1 = p_2$

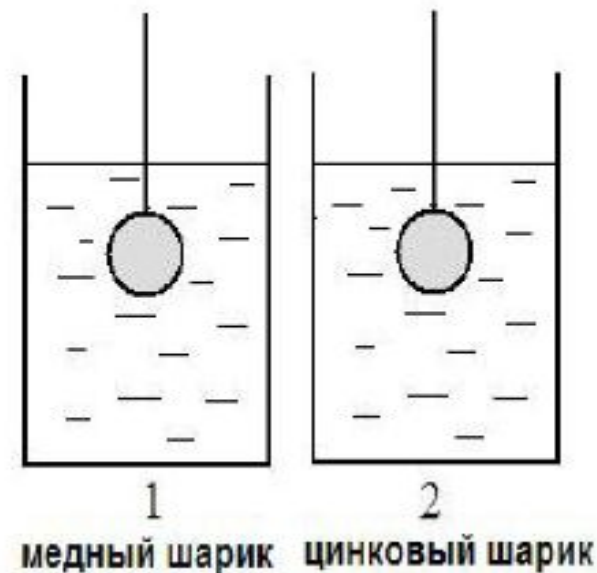
(ГИА 2009 г.) **15.** Необходимо экспериментально установить, зависит ли выталкивающая сила от объема погруженного в жидкость тела. Имеется три набора металлических цилиндров из алюминия и меди. Какой набор можно использовать для опыта?

1. А или
2. Б или В
3. только А
4. только Б



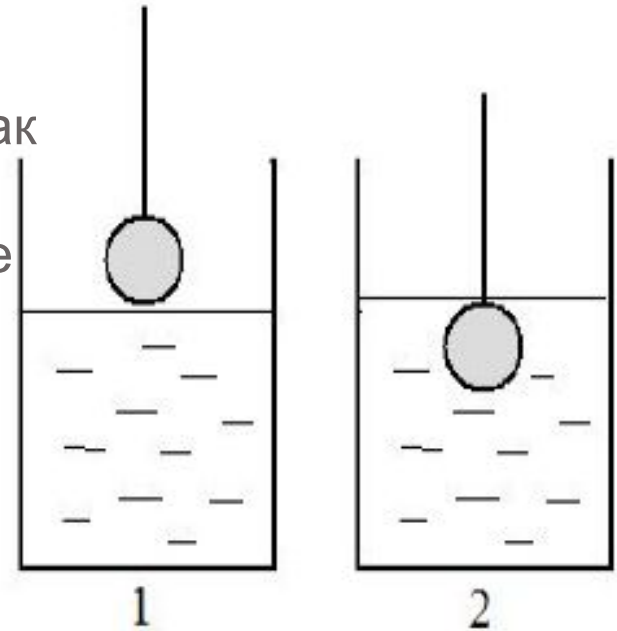


сосуды с холодной водой опустили нагретые до  $100^{\circ}\text{C}$  сплошные шары одинакового объема, в первый сосуд из меди, а во второй — из цинка. После достижения состояния теплового равновесия оказалось, что в сосудах установилась разная температура. В каком из сосудов окажется более высокая температура?



- 1. В первом сосуде, так как удельная теплоемкость меди больше удельной теплоемкости цинка.**
- 2. В первом сосуде, так как плотность меди больше плотности цинка.**
- 3. Во втором сосуде, так как удельная теплоемкость цинка больше удельной теплоемкости меди.**
- 4. Во втором сосуде, так как плотность цинка больше плотности меди.**

**2010 г. (ГИА-9). 19.** В сосуд, частично заполненный водой, опускают на нити свинцовый шарик из положения 1 в положение 2 (см. рисунок). Как при этом изменяются сила тяжести и выталкивающая сила, действующие на шарик, а также давление воды на дно сосуда?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

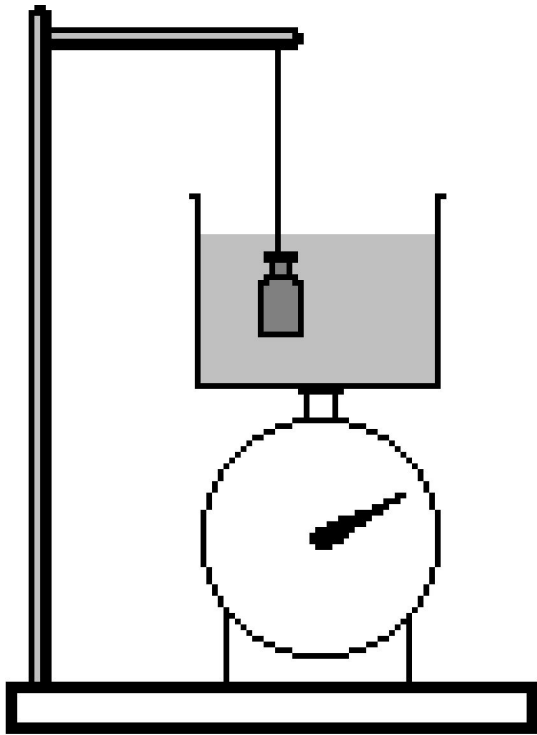
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тяжести	Выталкивающая сила	Давление воды на дно сосуда
<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

**ЕГЭ-2001 г. А3.** На весах стоит чаша с водой. В чашу опустили гирию так, что она не касается дна (см. рисунок). Изменятся ли

**показания весов и почему?**



**1. не изменится, т.к. гирия не касается дна и не давит на него**

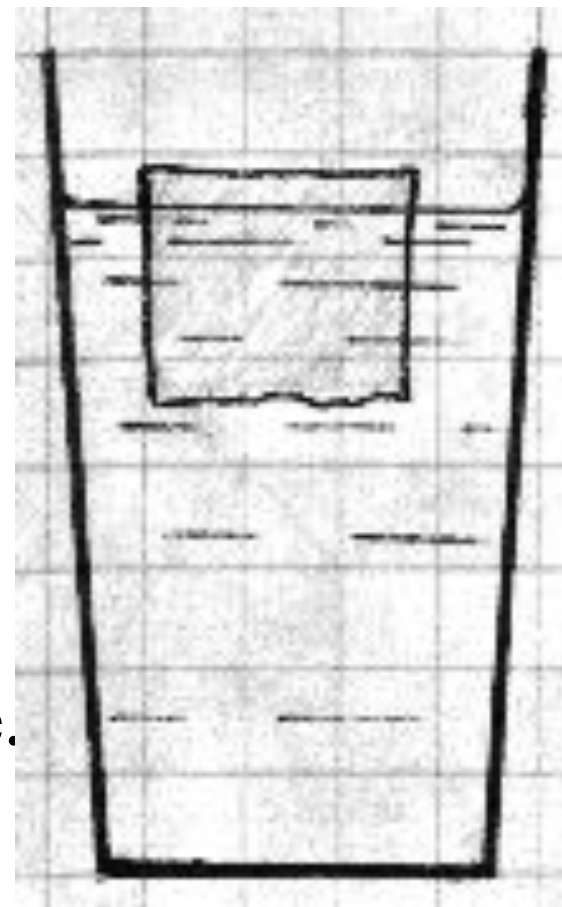
**2. увеличится, т.к. гирия давит на воду частью своего веса**

**3. увеличится, т.к. масса гири добавилась к массе воды**

**4. уменьшится, т.к. вода выталкивает гирию**

**(ЕГЭ 2001 г., Демо) А16.** В стакане с водой плавает брусок льда (см. рисунок). После того, как лед растает, уровень воды в стакане...

1. поднимется, т.к. объем ледяного бруска больше объема вытесненной им воды.
2. опустится, т.к. плотность льда меньше плотности воды.
3. останется на прежнем уровне, т.к. масса льда равна массе воды.
4. поднимется, т.к. воды станет больше.



**ЕГЭ-2002 г. А3.** На рычаг действуют две силы, плечи которых равны 0,1 м и 0,3 м. Сила, действующая на короткое плечо, равна 3 Н. Чему должна быть равна сила, действующая на длинное плечо, чтобы рычаг был в равновесии?

$$F_1 \cdot d_1 = F_2 \cdot d_2$$

$$3 \text{ Н} \cdot 0,1 \text{ м} = F_2 \cdot 0,3 \text{ м}$$

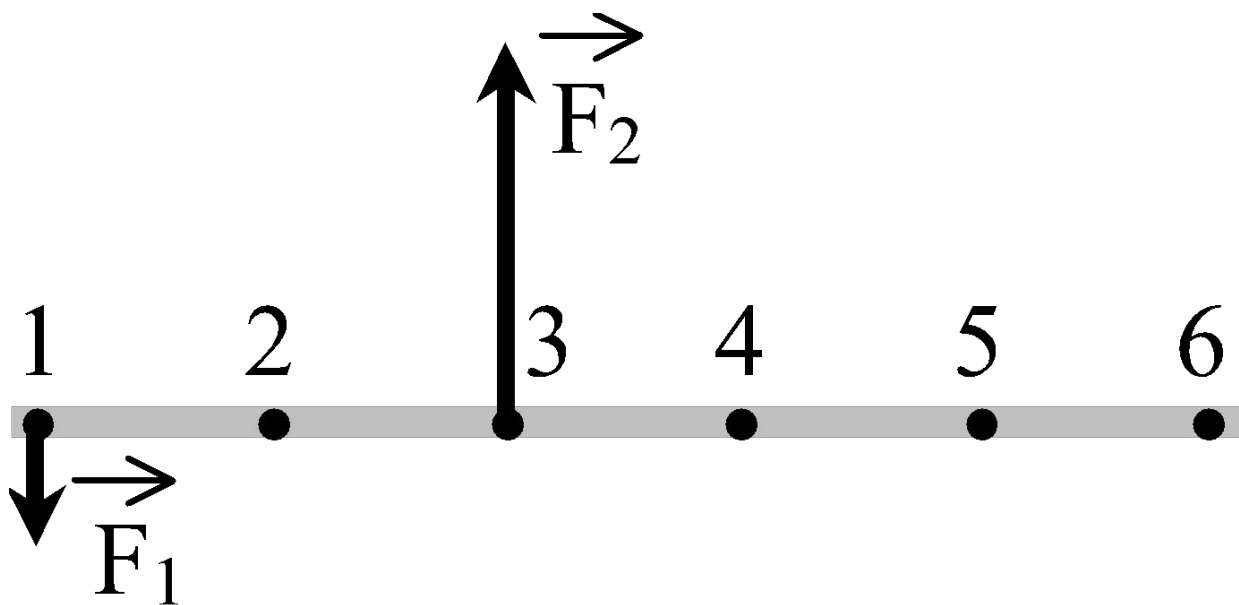
1. 1 Н
2. 6 Н
3. 9 Н
4. 12 Н

**ЕГЭ-2002 г. А6.** Теплоход переходит из устья Волги в соленое Каспийское море. При этом архимедова сила, действующая на теплоход,

- 1. Уменьшается**
- 2. не изменяется**
- 3. увеличивается**
- 4. уменьшается или увеличивается в зависимости от размера теплохода**

тонкий невесомый стержень, к которому в точках 1 и 3 приложены силы  $F_1 = 100$  Н и  $F_2 = 300$  Н. В какой точке надо расположить ось вращения, чтобы стержень находился в равновесии? Ось вращения закреплена.

1. 2
2. 6
3. 4
4. 5



ЕГЭ-2003 г. А5. Рычаг находится в

равновесии под действием двух сил.

Сила  $F_1 = 4$  Н. Какова сила  $F_2$ , если плечо силы  $F_1$  равно 15 см, а плечо силы  $F_2$  равно 10 см?

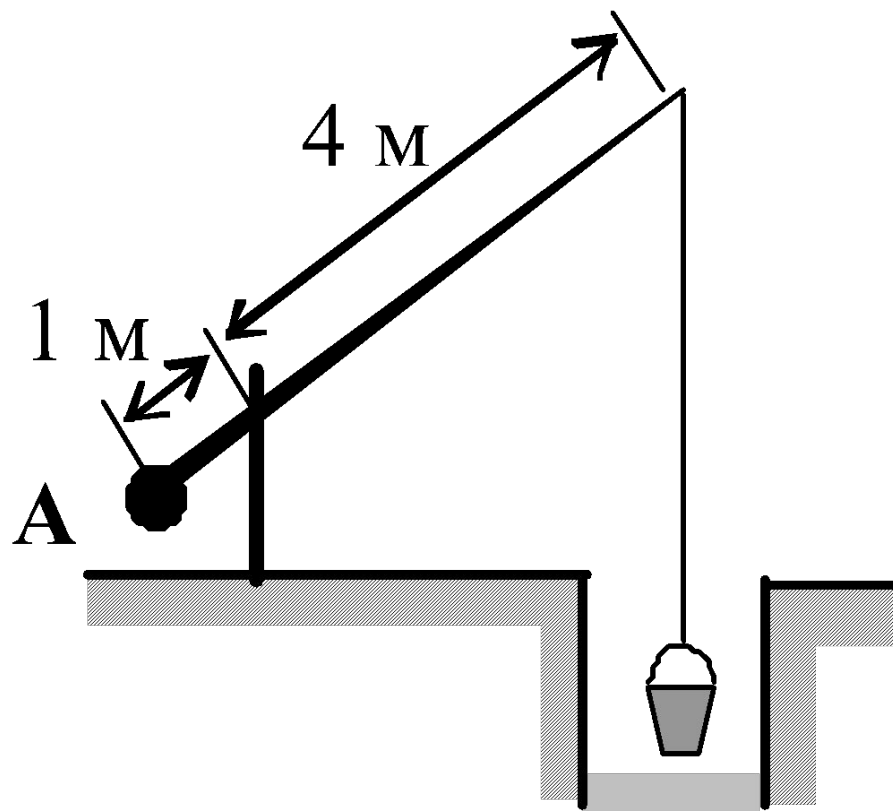
1. 4 Н
2. 0,16 Н
3. 6 Н
4. 2,7 Н



**2004 г. А4 (ДЕМО).** При взвешивании груза в воздухе показание динамометра равно 2 Н. При опускании груза в воду показание динамометра уменьшается до 1,5 Н. Выталкивающая сила равна

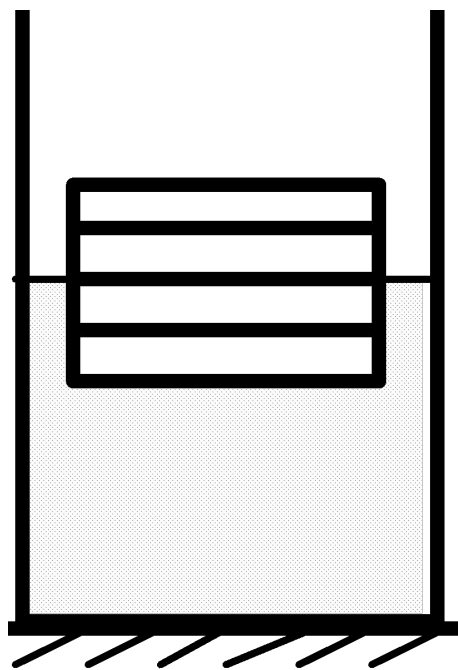
1. 0,5 Н
2. 1,5 Н
3. 2 Н
4. 3,5 Н

2005 г. А4 (ДЕМО). Груз А колодезного журавля (см. рисунок) уравнивает вес ведра, равный 100 Н. (Рычаг считайте невесомым.) Вес груза равен



1. 20 Н
2. 25 Н
3. 400 Н
4. 500 Н

2006 г. А5 (ДЕМО). Четыре одинаковых листа фанеры толщиной  $L$  каждый, связанные в стопку, плавают в воде так, что уровень воды соответствует границе между двумя средними листами. Если в стопку добавить еще один такой же лист, то глубина погружения стопки листов увеличится на



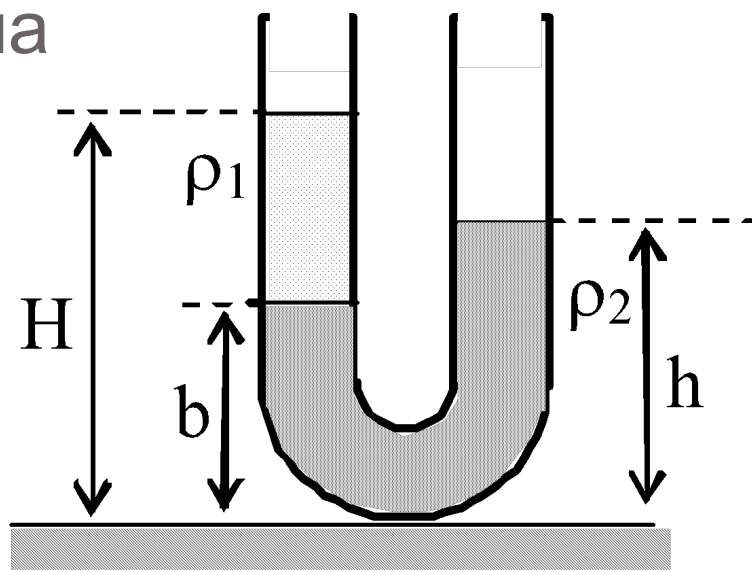
1)  $\frac{L}{4}$

2)  $\frac{L}{3}$

3)  $\frac{L}{2}$

4)  $L$

**2007 г. А5 (ДЕМО).** В широкую U-образную трубку с вертикальными прямыми коленами налиты неизвестная жидкость плотностью  $\rho_1$  и вода плотностью  $\rho_2 = 1,0 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$  (см. рисунок). На рисунке  $b = 10 \text{ см}$ ,  $h = 24 \text{ см}$ ,  $H = 30 \text{ см}$ . Плотность жидкости  $\rho_1$  равна



1)  $0,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

2)  $0,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

3)  $0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

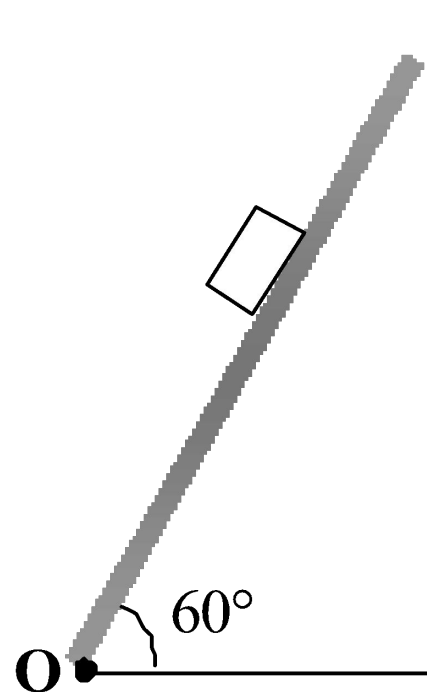
4)  $0,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

2008 г. А2 (ДЕМО). Льдинку, плавающую в стакане с пресной водой, перенесли в стакан с соленой водой. При этом архимедова сила, действующая на льдинку,

- 1) уменьшилась, так как плотность пресной воды меньше плотности соленой
- 2) уменьшилась, так как уменьшилась глубина погружения льдинки в воду
- 3) увеличилась, так как плотность соленой воды выше, чем плотность пресной воды
- 4) не изменилась, так как выталкивающая сила равна весу льдинки в воздухе

2008 г. А5 (ДЕМО). При выполнении лабораторной работы ученик установил наклонную плоскость под углом  $60^\circ$  к поверхности стола. Длина плоскости равна 0,6 м. Момент силы тяжести бруска массой 0,1 кг относительно точки О при прохождении им середины наклонной плоскости равен

1.  $0,15 \text{ Н} \cdot \text{м}$
2.  $0,30 \text{ Н} \cdot \text{м}$
3.  $0,45 \text{ Н} \cdot \text{м}$
4.  $0,60 \text{ Н} \cdot \text{м}$



1. Берков, А.В. и др. Самое полное издание типовых вариантов реальных заданий ЕГЭ 2010, Физика [Текст]: учебное пособие для выпускников. ср. учеб. заведений / А.В. Берков, В.А. Грибов. – ООО "Издательство Астрель", 2009. – 160 с.
2. Касьянов, В.А. Физика, 11 класс [Текст]: учебник для общеобразовательных школ / В.А. Касьянов. – ООО "Дрофа", 2004. – 116 с.
3. Момент силы. Википедия [текст, рисунок]/[http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82\\_%D1%81%D0%B8%D0%BB%D1%8B](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82_%D1%81%D0%B8%D0%BB%D1%8B)
4. Мякишев, Г.Я. и др. Физика. 11 класс [Текст]: учебник для общеобразовательных школ / учебник для общеобразовательных школ Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев . – "Просвещение", 2009. – 166 с.
5. Открытая физика [текст, рисунки]/ <http://www.physics.ru>
6. Подготовка к ЕГЭ [/http://egephizika](http://egephizika)
7. Силы в механике/  
<http://egephizika.26204s024.edusite.ru/DswMedia/mehanika3.htm>
8. Три закона Ньютона / <http://rosbrs.ru/konkurs/web/2004>
9. Федеральный институт педагогических измерений. Контрольные измерительные материалы (КИМ) Физика // [Электронный ресурс]// <http://fipi.ru/view/sections/92/docs/>

---

## Используемая литература