

Тема: Силы трения. Закон Кулона-Амонтона. Сила Архимеда.

С явлением трения мы знакомы с детства. В разных случаях мы говорим: «В походе не натрите ноги»; в школе — «Сотрите с доски записи».

- Первые исследования трения были проведены итальянским ученым Леонардо да Винчи более 400 лет тому назад, но результаты его работы не были опубликованы.
- Законы трения открыли французские ученые Гильом Амонтон (1699 г.) и Шарль Огюстен Кулон (1785 г.).

Гийом Амонтон



- **Guillaume Amontons**
- День рождения: **31.08.1663**
- Место рождения: **Париж,**
- Дата смерти: **11.10.1705**
- Место смерти: **Париж,**
- Гражданство:
- Французский физик и механик, член Французской академии наук (French Academy of Sciences), первооткрыватель концепции абсолютного нуля ($-273\text{ }^{\circ}\text{C}$); **один из основателей трибологии,** давший свое имя одному из физических явлений в области трения и изобретатель барометра.

Шарль Огюстен Кулон



- (1736-1806) — выдающийся французский инженер и физик, один из основателей электростатики. Исследовал деформацию кручения нитей, установил ее законы. Изобрел (1784) крутильные весы и открыл (1785) закон, названный его именем. Установил законы сухого трения. Экспериментальные исследования Кулона имели основополагающее значение для формирования учения об электричестве и магнетизме. Член Парижской академии наук.

Трение скольжения и трение качения.

Сопротивление возникающее когда тело скользит по поверхности называется **силой трения скольжения**.

В теоретической механике рассматривается только **сухое трение**, когда между трущимися поверхностями отсутствует смазка.

Сопротивление возникающее когда тело катится по поверхности называют силой **трения качения**.

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

- μ - коэффициент трения
- N - сила реакции опоры или сила нормального давления N .

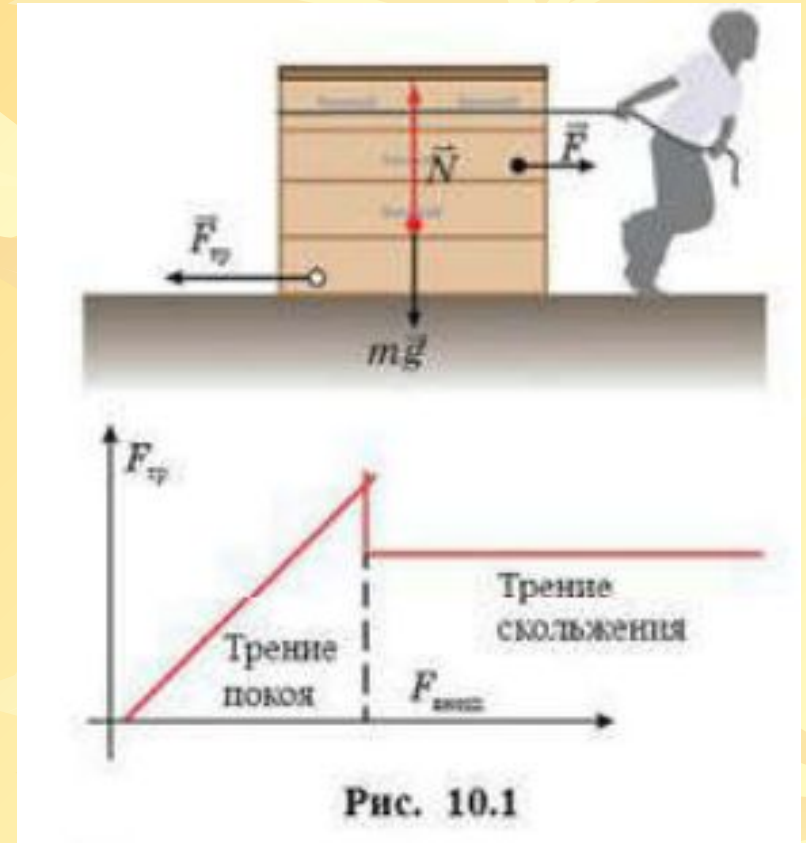
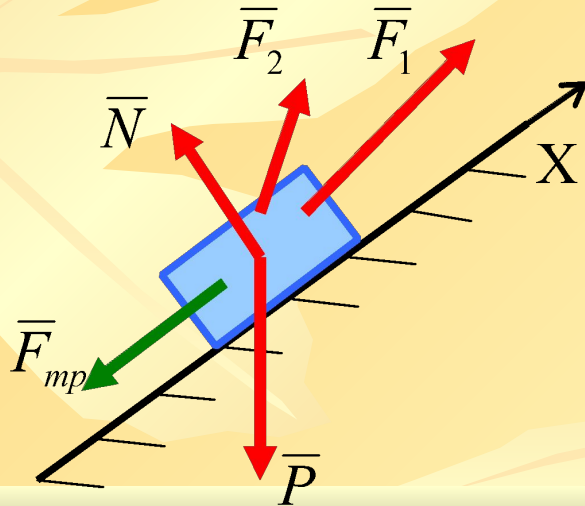


Рис. 10.1

Законы трения скольжения (законы Амонтона-Кулона)

1. Величина силы трения F скольжения прямо пропорциональна величине силы нормального давления N тела на поверхность, по которой движется тело, т. е.

$$F = \mu N. \quad (10.1)$$

2. Сила трения не зависит от площади контакта между поверхностями;

3. Коэффициент трения зависит от свойств трущихся поверхностей;

4. Сила трения не зависит от скорости движения тела.

Возникновение сил трения
можно объяснить
межмолекулярным
притяжением, действующих
в местах соприкосновения
трущихся тел.

Сила Архимеда.

...наука естествознания – тот рычаг Архимеда, который единственно способен повернуть весь мир лицом к солнцу разума (М. Горький)

Закон Архимеда



Известно, что на все тела, находящиеся в жидкости или газе, действует **выталкивающая сила** и в воде все тела весят меньше, чем в воздухе. Мы легко поднимаем под водой такие тяжести, которые с большим трудом можем поднять на суше.



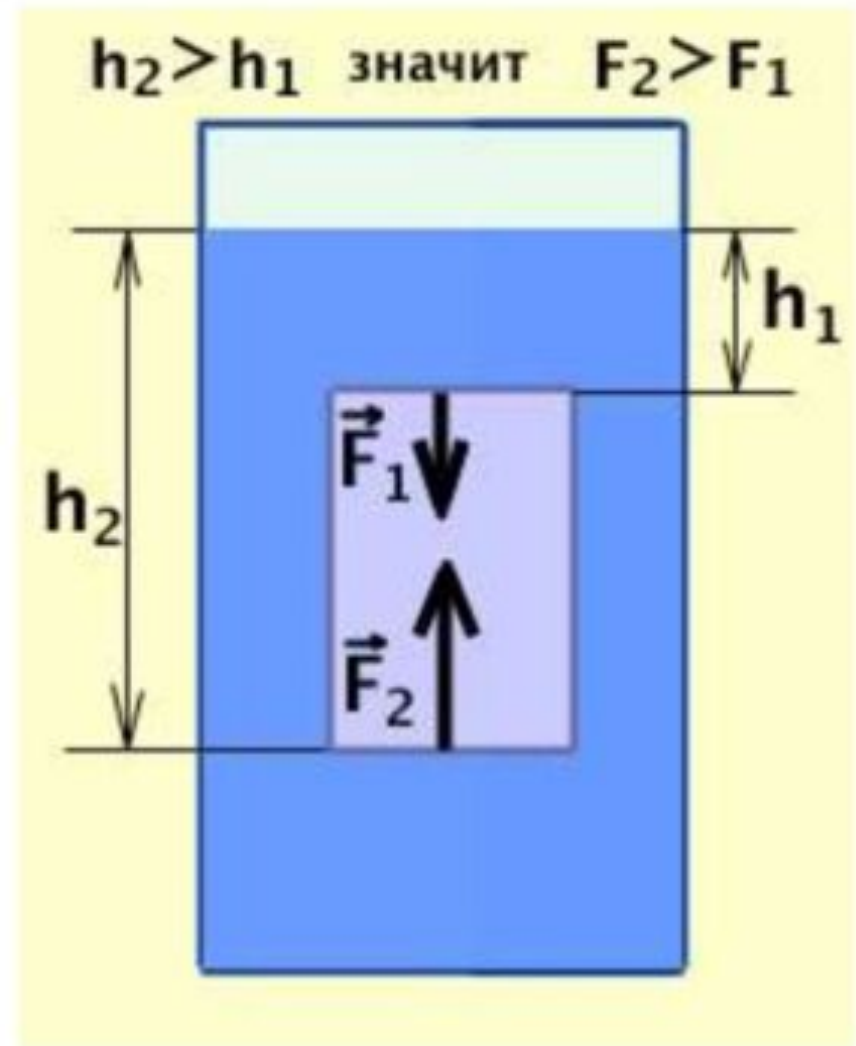
С помощью самого простого динамометра рассчитаем выталкивающую силу, действующую на плавающее тело.



Почему возникает выталкивающая сила?

На боковые стенки жидкость давит с силой противоположной по направлению и равной по модулю, поэтому силы действующие на боковые стенки тела взаимно уравниваются, их равнодействующая равна нулю.

А вот силы, действующие на верхнюю и нижнюю части, не равны. На верхнюю часть столб воды h_1 давит силой F_1 . А на нижнюю - столб воды h_2 силой F_2 . Значение выталкивающей силы равно разнице $F_2 - F_1$.



Определение закона Архимеда : на тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила, направленная вверх и равная по модулю весу жидкости, которую вытесняет данное тело.

$$F_{\text{Арх}} = P_{\text{ж/г}} = g \cdot \rho_{\text{ж/г}} \cdot V_{\text{т}}$$

$F_{\text{Арх}}$ – архимедова сила, Н

$P_{\text{ж/г}}$ – вес жидкости/газа, вытесненный телом, Н

$V_{\text{т}}$ – объем погруженной в жидкость/газ части тела, м³

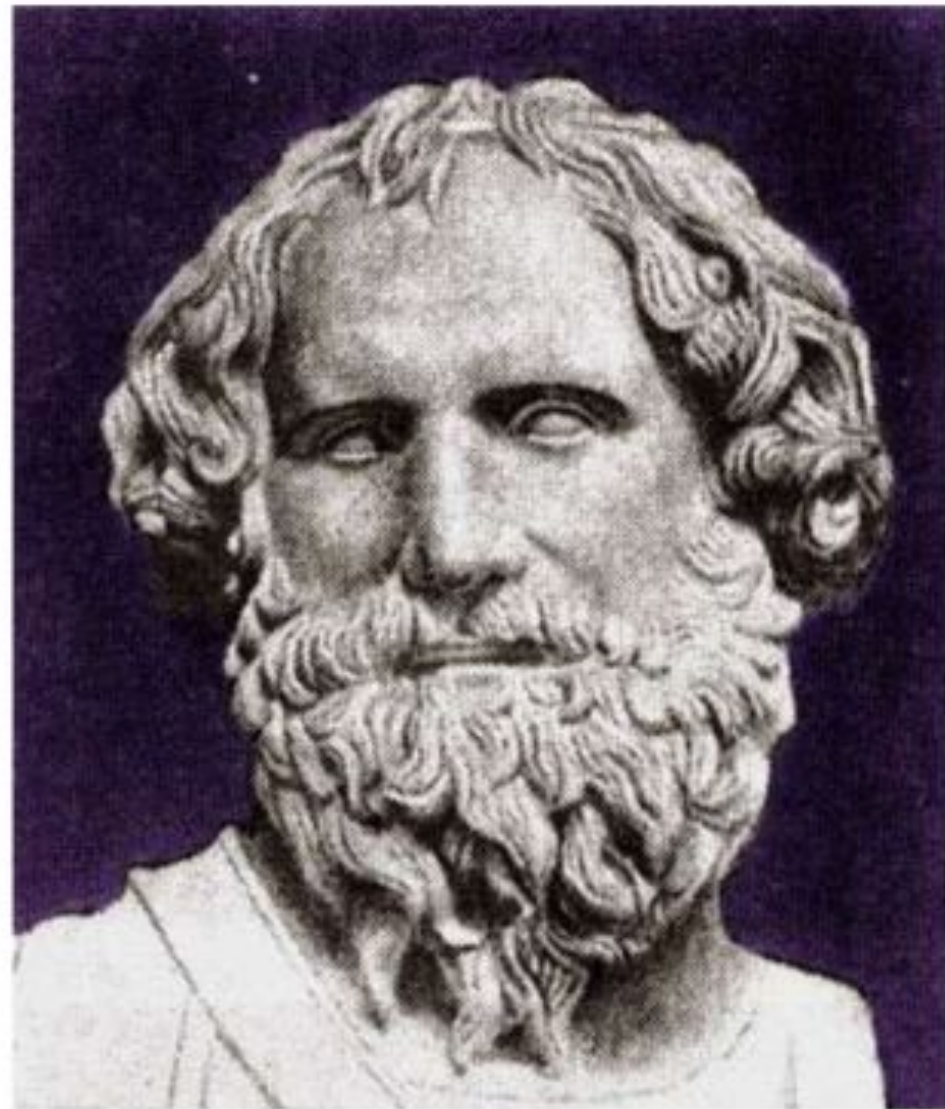
$\rho_{\text{ж/г}}$ – плотность жидкости/газа, кг/м³

g – ускорение свободного падения, м/с²

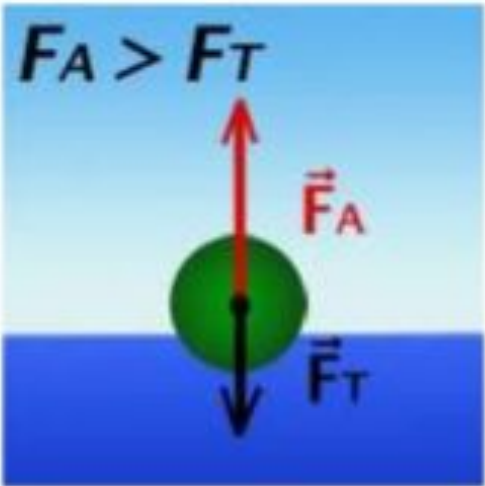
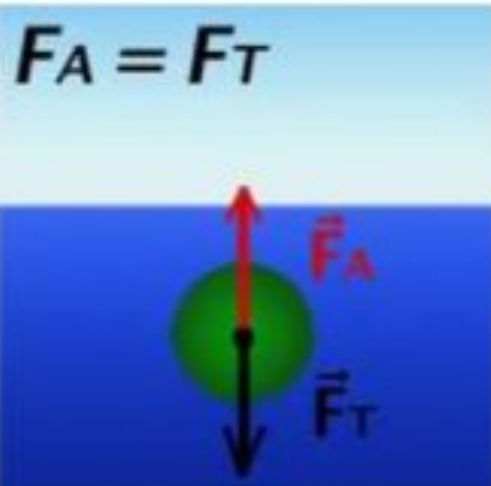
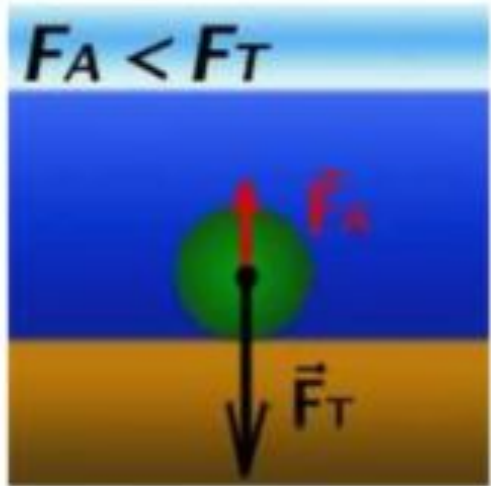
Архимед (287 - 212 до н.э.)

Архимед посвятил себя математике и механике. Сконструированные им аппараты и машины воспринимались современниками как чудеса техники. Он открыл закон об удельном весе и изучал теорию подъемных механизмов.

Среди его изобретений – Архимедов винт, устройство для поднятия воды или сыпучих материалов, таких как песок. Архимед говорил о рычаге, теорией которого он занимался: **«Дайте мне точку опоры, и я переверну весь мир».**



Условие плавания тел

всплывает	плавает	тонет
<p data-bbox="137 468 401 529">$F_A > F_T$</p> 	<p data-bbox="736 468 1000 529">$F_A = F_T$</p> 	<p data-bbox="1335 468 1599 529">$F_A < F_T$</p> 
<p data-bbox="102 982 649 1186">плотность жидкости больше плотности тела</p>	<p data-bbox="722 982 1219 1186">плотность жидкости равна плотности тела</p>	<p data-bbox="1288 982 1843 1186">плотность жидкости меньше плотности тела</p>

Решайте

1. Тело массой 0,5 кг лежит на горизонтальной поверхности, коэффициент трения скольжения равен 0,25. На тело действует горизонтальная сила F . Определите силу трения при $F_1 = 0,5$ Н и $F_2 = 5$ Н.

(Ответ: $F_{тр,1} = 0,5$ Н; $F_{тр,2} = 1,25$ Н)

2. Ящик массой 100 кг равномерно передвигают по полу с помощью веревки. Веревка образует угол 60° с полом. Коэффициент трения между ящиком и полом 0,4. Определите силу натяжения веревки, под действием которой движется ящик.

(Ответ: 200 Н)

3. На горизонтальной доске лежит груз. Коэффициент трения между грузом и доской равен 0,5. С каким минимальным ускорением нужно потянуть доску, чтобы груз с нее соскользнул?

(Ответ: 5 м/с²)

■4. На горизонтальном столе находятся два бруска массами 1 кг и 2 кг, связанные между собой легкой нитью. На брусок большей массы начала действовать сила 17 Н, направленная горизонтально. Определите ускорения брусков, если коэффициенты их трения о стол равны 0,2 и 0,3, соответственно.

(Ответ: 3 м/с²)

■5. Канат лежит так, что часть его свешивается со стола, и начинает скользить, когда длина свешивающейся части составляет 46% всей его длины. Чему равен коэффициент трения каната о стол?

(Ответ: 0,625)

*6. Шайба, пущенная вверх по наклонной плоскости с углом наклона 30°, со временем останавливается и соскальзывает вниз. Время спуска в 1,5 раза больше времени подъема. Определите коэффициент трения.

(Ответ: 0,22)

*7. Длинная доска массой 2 кг лежит на гладком горизонтальном столе. На доске находится брусок массой 1 кг. Коэффициент трения между доской и бруском 0,2. К бруску приложена внешняя сила, параллельная доске, модуль которой меняется по закону $F = \beta t$, где $\beta = 1,5$ Н/с. Через какое время брусок начнет скользить по доске? Изобразите графически зависимость ускорения бруска и доски от времени.

(Ответ: 2 с)

*8. Дождевая капля падает из облака с большой высоты в безветренную погоду. На некоторой высоте ускорение капли равно 5 м/с², а скорость 6 м/с. Вблизи земли капля движется с постоянной скоростью. Определите модуль этой скорости. Силу сопротивления считать прямо пропорциональной скорости капли относительно воздуха.

(Ответ: 12 м/с)

Решайте

1. До какой высоты следует налить воду в сосуд, имеющий форму куба со стороной a , чтобы сила давления воды на дно сосуда была в 3 раза больше силы давления воды на боковые стенки?

(Ответ: $h = \frac{a}{12}$)

■2. Чугунный шарик в воздухе весит 4,9 Н, а в воде — 3,9 Н. Сплошной это шарик или полый? Если полый, то определите объем полости.

(Ответ: 32 см³)

3. Каким должен быть объем воздушного шара, чтобы действующая на него сила Архимеда была равна силе тяжести, действующей на человека массой 70 кг? Плотность воздуха 1,29 кг/м³.

(Ответ: ≈54 м³)