



Река Бабаха перед впадением в Байкал. На заднем фоне хребет Хамардабан. Здесь растет «береза-наоборот». ДКП ЕГФ «Байкал – 2002». Фото Атаева З.А.

АТАЕВ ЗАИРБЕГ АВУКАВОВИЧ
доктор географических наук, профессор
Московский городской открытый колледж
8-920-975-45-68, ataev-rzn@ya.ru

Раздел 1. Физика
Тема 1.1. Механика

Лекция 7.
Равнодействующая сила, сила трения

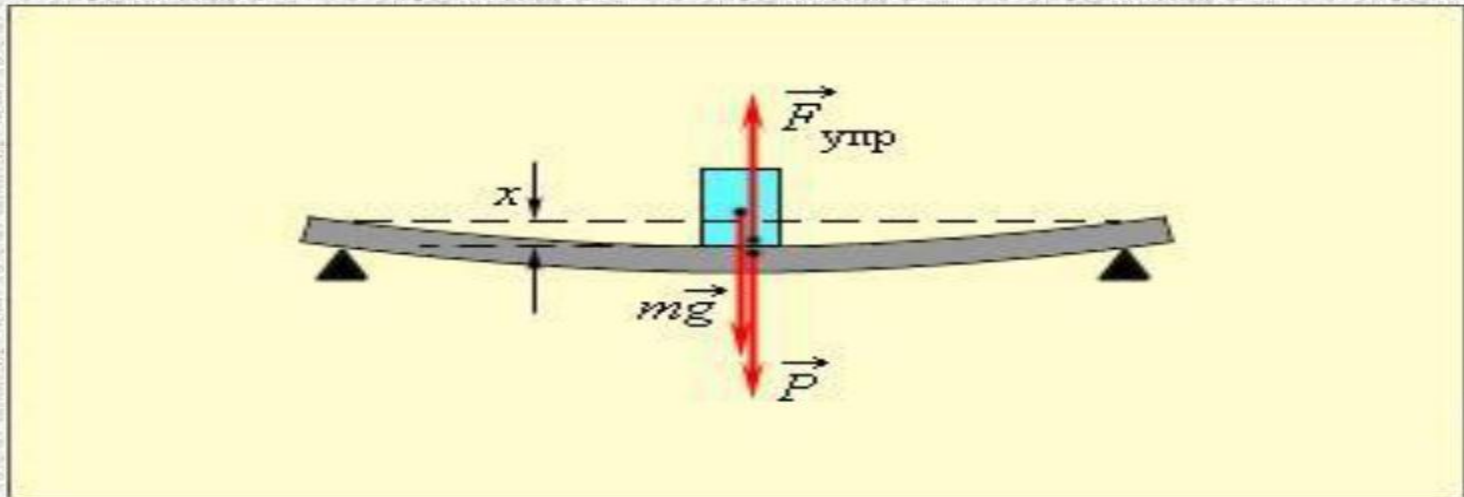
План лекции:

- 1. Вес тела и взаимодействие тел, невесомость.**
 - 2. Равнодействующая сила.**
 - 3. Сила трения и ее виды.**
- 

1. Вес тела и взаимодействие тел, невесомость

Итак, третий закон Ньютона обосновывает термин «**взаимодействие**»: если одно тело действует на другое, то и второе тело также действует на первое.

Но необходимо помнить, что силы, появляющиеся при взаимодействии тел, приложены к разным телам, поэтому не могут уравновешивать друг друга. Уравновешиваются только силы, приложенные к одному и тому же телу. Поэтому необходимо рассмотреть понятие «вес тела».

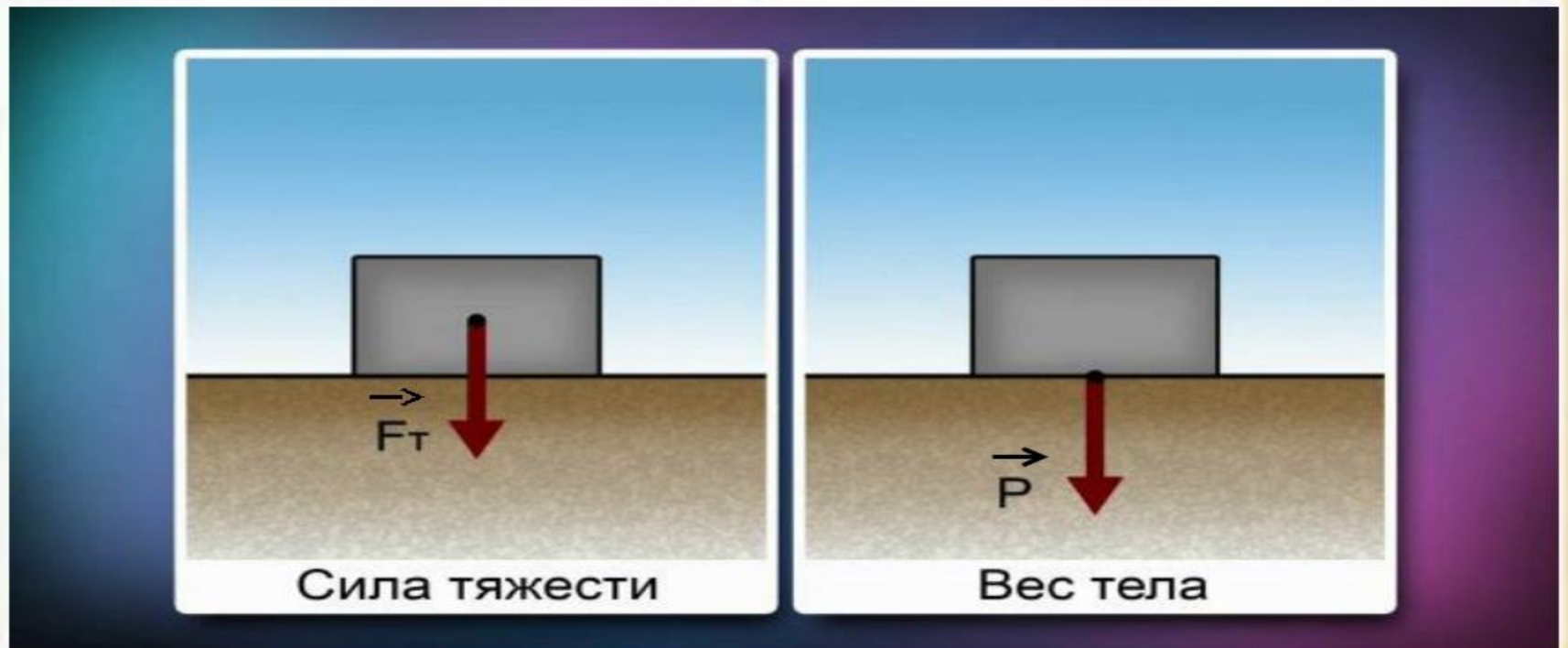


третий закон Ньютона:
"Если опора действует на тело,
то и тело должно действовать
на опору с такой же по значению силой".

Вес тела (векторная величина) - это сила, с которой тело действует на опору или подвес вследствие притяжения к Земле.

Вес тела также как и, сила тяжести всегда направлена вниз. Но нужно помнить, что сила тяжести приложена к телу, а вес тела – к опоре или подвесу.

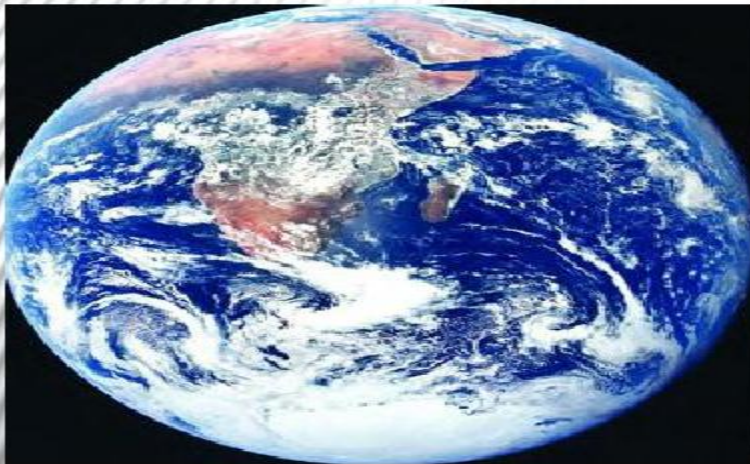
Сила тяжести и вес тела



Вес тела, возникает в результате взаимодействия тела и опоры (подвеса) вследствие взаимодействия Земли и тела.

Опора (подвес) и тело при этом деформируются, что приводит к появлению **силы упругости** (сила, возникающая в теле в результате деформации и стремящиеся вернуть тело в исходное положение, называется **силой упругости**). Если тело и опора неподвижны, или движутся равномерно и прямолинейно, то вес тела по числовому значению равен силе тяжести: **$P = F_{\text{тяж}}$** .

Сила тяжести



вес тела



Со стороны чего действует?

Вес тела становится ничтожно мал (или равен нулю) при свободном падении, т.е. это и есть состояние невесомости.

Невесомость — состояние, при котором сила взаимодействия тела с опорой (вес тела), возникающая в связи с гравитационным притяжением, ничтожно мало и не оказывает давление на опору. Таким образом невесомость это состояние свободного падения, когда вес тела становится ничтожно мало.

Свободным падением тел называется падение тел под влиянием силы тяжести.

Невесомость

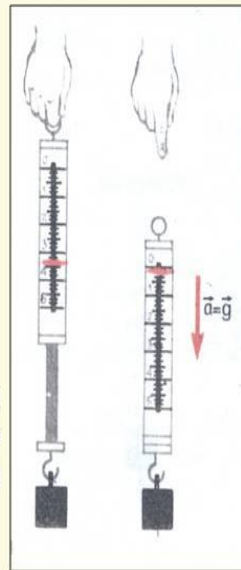
Если тело вместе с опорой (подвесом) свободно падает, то

$$a=g, \text{ и}$$

$$\underline{P=0}$$

Исчезновение веса при движении опоры с ускорением свободного падения называется

невесомостью



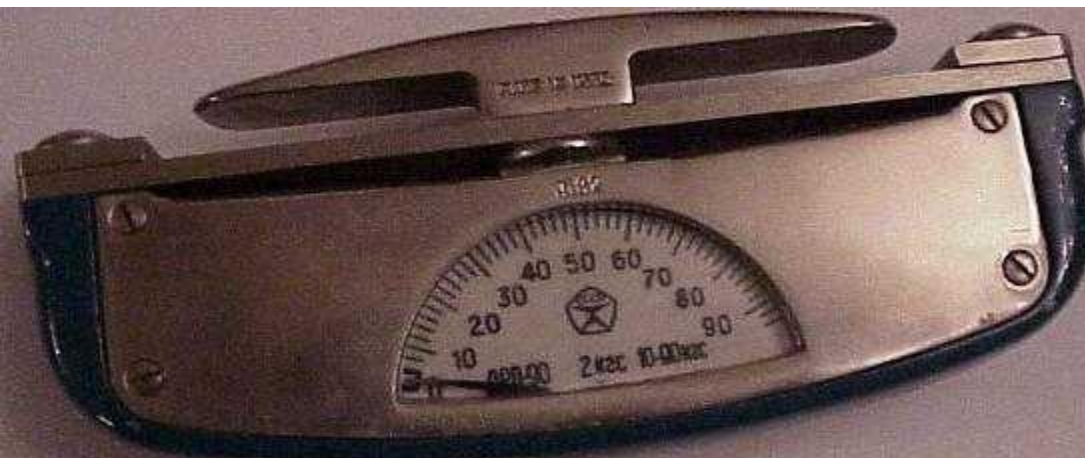
Невесомость на земле



Испытать невесомость можно не только в космосе, но и на земле, только кратковременно, например, во время прыжков на батуте, карусели, американский горках, при прыжке в бассейн или во время свободного падения в небе до раскрытия парашюта. Более длительную невесомость можно получить в самолете.



Для измерения силы используется специальный прибор **динамометр** (греч – динамис – сила, метрео- измеряю). **Динамометр** может измерять силу тяжести, силу упругости, силу трения. Для измерения мышечной силы руки при сжатии кисти в кулак используют ручной – **силомер**. Широко используют электрические и тяговые динамометры.



Ручной динамометр (силомер)

ТЯГОВЫЕ ДИНАМОМЕТРЫ

- ❖ Для измерения больших сил, таких как тяговые усилия тракторов, тягачей, локомотивов, морских и речных буксиров, используют специальные **тяговые динамометры**.
- ❖ тяговыми динамометрами можно измерять силы до нескольких десятков тысяч ньютонов.



Электрический динамометр



cas-kazakhstan.satu.kz

2. Равнодействующая сила

В большинстве случаев на практике на тело одновременно действуют несколько сил.

Сила, действие которой заменяет действие всех других сил, приложенных к телу называется – **равнодействующая сила**. Или, другими словами, равнодействующая всех сил, приложенных к телу, равна векторной сумме этих сил (рис.). Содержание рисунка и уравнений можно проиллюстрировать опытами.

Как найти равнодействующую сил?

Направление	Рисунок	Формула $F = m a$
По одной прямой в одну сторону		$F = F_1 + F_2$
По одной прямой в разные стороны		$F = F_2 - F_1$
По одной прямой в разные стороны, равные друг другу		$F = F_2 - F_1$ $= 0$

Опыт 1.

Равнодействующая двух сил,
действующая на тело по прямой в одну сторону.

К пружине подвесим два груза массой 102 и 204 г, т.е. весом 1 и 2Н. Отметим длину на которую растянулась пружина. Снимем грузики и подвесим третью, которая одна растянет пружину на ту же длину. Вес этого груза будет равен ровно 3Н (306 г).

Из анализа опыта следует, что равнодействующая двух сил, действующая на тело по прямой в одну сторону, направлена в ту же сторону, а ее модуль равен сумме модулей составляющих сил.

Сложение сил

Равнодействующая сила – сила, которая оказывает на тело то же воздействие, что и несколько сил.

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

Сложение сил, направленных вдоль одной прямой



Равнодействующая двух сил, направленных вдоль одной прямой в одну сторону, направлена в ту же сторону, а ее модуль равен сумме модулей слагаемых сил: $F = F_1 + F_2$.

Опыт 2.

Равнодействующая двух сил,
действующая на тело по прямой в разные стороны.

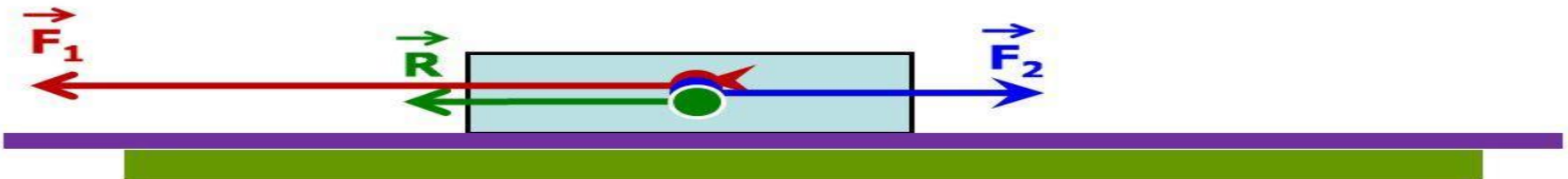
На столе стоит динамометр, на него давит вниз гиря весом 5Н (510 г). Привяжем к гире динамометр и тянем его вверх с силой 2 Н (204 г). Тогда динамометр покажет силу в 3Н (306 г) – это и есть равнодействующая двух сил в разных направлениях: 5Н (вниз) и 2 Н (вверх).

Из анализа опыта вытекает, что равнодействующая двух сил, действующая на тело по прямой в противоположные стороны, направлена в сторону большей по модулю силы, а ее модуль равен разности модулей составляющих сил.

Учитель физики Л.И. Сметанкин

<http://www.smetankin-li.narod.ru>

Две силы, действующие на тело, направлены вдоль одной прямой в противоположных направлениях.



Если $F_1 > F_2$, тогда равнодействующая сила R направлена в сторону большей силы, а её величина (модуль) равна их разности

$$R = F_1 - F_2$$

Опыт 3.

Равнодействующая двух сил,
равных по силе и направленные в противоположные стороны.

На столе стоит динамометр, на него давит вниз гиря весом 5Н (510 г). Привяжем к гире динамометр и тянем его вверх с силой 5 Н (510 г). Тогда динамометр покажет силу в 0 Н – это и есть равнодействующая двух сил в противоположных направлениях: 5 Н (вниз) и 5 Н (вверх).

Из анализа опыта вытекает, что если к телу приложены две равные силы, направленные в противоположные стороны, то равнодействующая двух сил будет равна нулю (состояние – равновесия). Тогда тело будет находиться в состоянии покоя или двигаться равномерно и прямолинейно.

Две силы, приложенные к телу, направлены вдоль одной прямой в противоположных направлениях.



- Если $F_1 = F_2$, тогда равнодействующей сила R равна нулю:

$$R = F_1 - F_2 = 0$$

3. Сила трения и ее виды

В реальной жизни любое движение останавливается. Любое скольжение (санки, лыжи, коньки), скат с горы, движения велосипеда и т.д. при отсутствии дополнительного усилия – остановится.

Из ранее рассмотренного материала курса мы знаем, что причиной всякого изменения скорости движения является сила. **В нашем случае – это сила трения:** при соприкосновении одного тела с другим возникает – взаимодействие – препятствующее их относительному движению.

Сила трения еще один вид силы, отличающийся от силы тяжести и силы упругости, обозначается буквой с соответствующим индексом – $F_{\text{тр}}$.

Примеры трения скольжения



Две основные причины возникновения силы трения

Первая причина, взаимное притяжение молекул соприкасающихся тел.

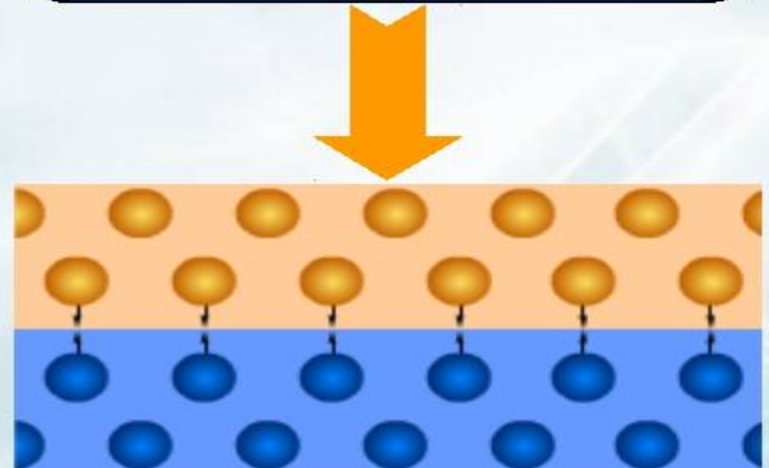
Вторая причина более важнее, это шероховатость соприкасающихся тел. Любая поверхность, даже с виду очень гладкая имеет неровности и царапины. При соприкосновении двух тел эти неровности цепляются друг за друга, что и создает силу (трения) задерживающее скорость движения.

Причины трения

Шероховатость
поверхностей
соприкасающихся
тел



Взаимное
притяжение молекул
соприкасающихся
тел



Силу трения можно значительно уменьшить, если использовать смазку (для коньков, лыж, трущиеся части любых механизмов). **Смазки как правило жидкие**, а жидкость имеет меньшую силу трения чем у твердых поверхностей.

Например, малое трение при катании объясняется именно использованием смазки. Между полированными коньками (лыжами) и льдом (снегом) за счет смазки образуется тонкий слой воды.



Среди силы трения выделяют следующие виды

Трение покоя

Трение скольжения (коньки, лыжи, санки и т.д.).

Трение качения – это случай когда возникает скольжение одного тела по поверхности другого (перекатывание бревен или бочек по земле, движение колес поезда, автомобиля и т.д.).

Сила трения качения



Если тело не скользит, а катится по поверхности другого тела, то трение называется
трением качения.

Сила трения качения

меньше силы трения скольжения.

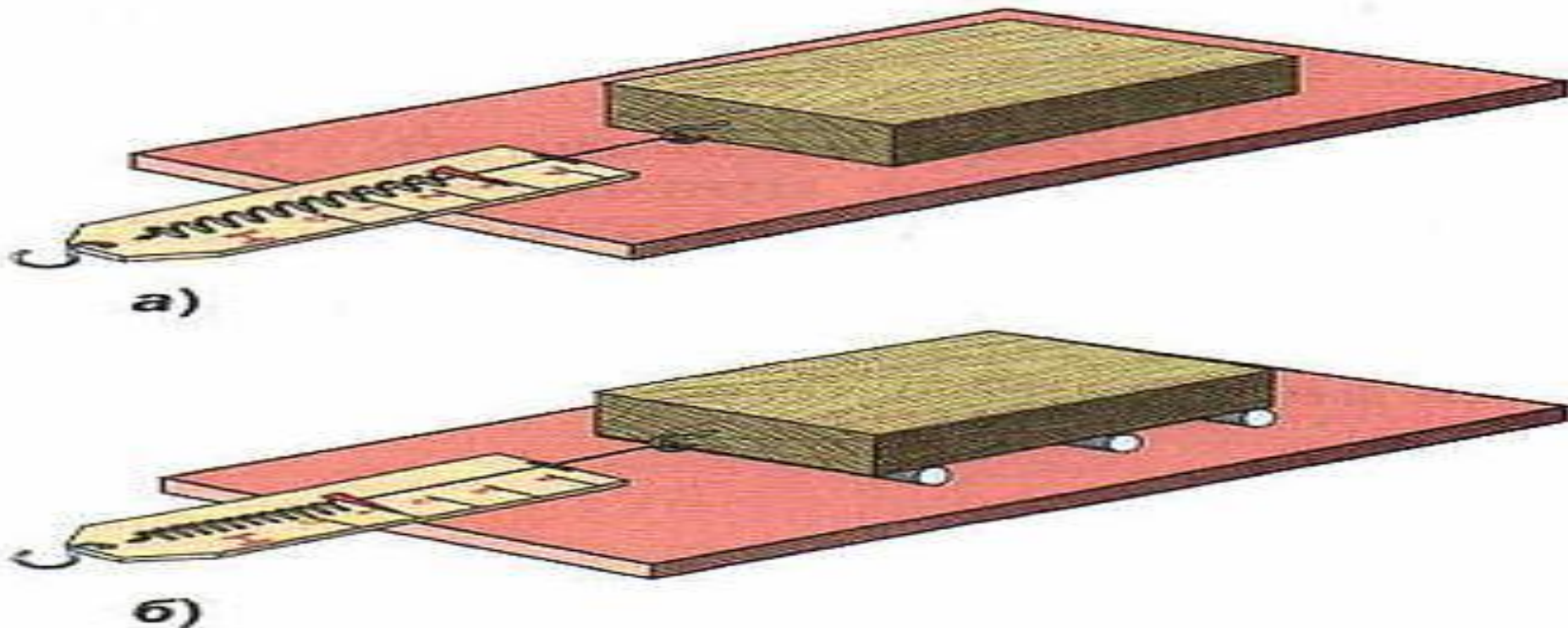
Силу трения можно измерить

Опыт 1, чтобы измерить силу трения скольжения деревянного бруска по доске или по столу, надо прикрепить к нему динамометр (вариант А).

Затем равномерно двигать брусок по доске, держа динамометр горизонтально. В этом случае на брусок в горизонтальном направлении действуют две силы: сила упругости пружины динамометра (в сторону движения); сила трения, направленная против движения.

Так как брусок движется равномерно, то это значит, что равнодействующая этих двух сил равна нулю. Следовательно, эти силы равны по модулю, но противоположны по направлению. Динамометр показывает силу упругости [силу тяги], равную по модулю силе трения.

Таким образом, измеряя силу, с которой динамометр действует на тело при его равномерном движении, мы измеряем силу трения.

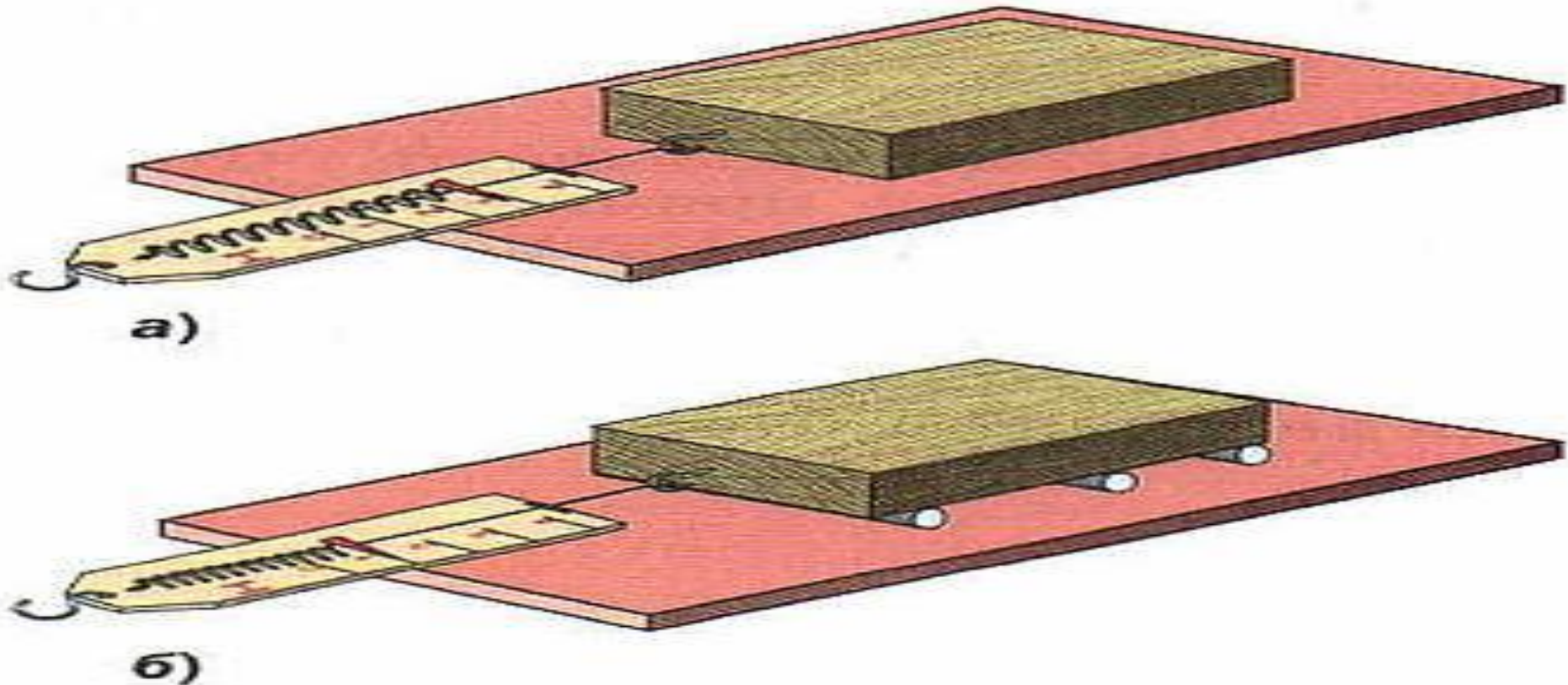


Опыт 2, если на брусок положить груз (гирю), и измерить по описанному выше способу силу трения, то она окажется больше силы трения, измеренной без груза.

Вывод: чем больше сила, прижимающая тело к поверхности, тем больше возникающая при этом сила трения.

Опыт 3. Положив деревянный брусок на круглые палочки, можно измерить силу трения качения (вариант Б). Она оказывается меньше силы трения скольжения.

Вывод: при равных нагрузках сила трения качения всегда меньше силы трения скольжения. Именно поэтому люди еще в древности применяли катки для перетаскивания больших грузов, а позднее стали широко использовать колесо.



Вопросы контроля и семинара:

- 1. Вес тела, определение понятия, причина возникновения.**
- 2. Невесомость, определение понятия, причина возникновения явления.**
- 3. Равнодействующая сила, определение понятия.**
- 4. Равнодействующая двух сил, действующая на тело по прямой - в одну сторону.**
- 5. Равнодействующая двух сил, действующая на тело по прямой в разные стороны.**
- 6. Равнодействующая двух сил, равных по силе, направленные в противоположные стороны.**
- 7. Сила трения, определение, причина возникновения.**
- 8. Виды силы трения, специфика измерения.**

Темы творческих заданий, докладов, курсовых работ:

1. Вес тела и сила упругости.
2. Невесомость и перегрузка.
3. Приборы для измерения силы.
4. Равнодействующая сила и возможные варианты.
5. Причины возникновения силы трения.
6. Сила трения (скольжения).
7. Сила трения (качения).
8. Способы снижения силы трения.



Литература

1. Габриелян О.С., Остроумов И.Г. и др. Естествознание. 10 класс. Базовый уровень. 2013.
2. Физика 7 кл.: учебник для общеобразовательных учреждений /А.В. Перышкин. – 2-е издание стереотипное. – М.: Дрофа, 2013. – 221 с.





Разведка фарватера на катере перед выходом на маршрут «Ока – 2001».