

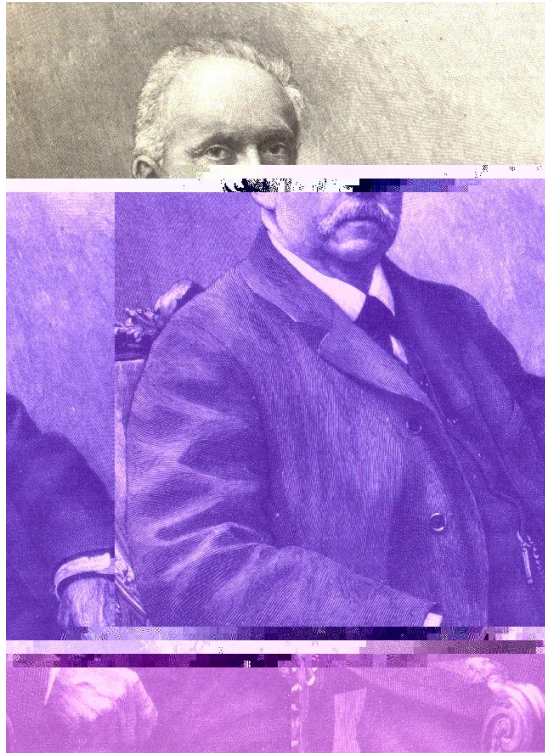
*Закон сохранения и
превращения механической
энергии*

Энергия. Работа.
Мощность. КПД.




Историческая справка

Гельмгольц Герман Людвиг Фердинанд Фон



Майер Юлиус Роберт





***Закон сохранения энергии был
открыт в середине 19 века.***



Роберт Майер 1814-1878



Юлиус Роберт Майер родился в Хейльбронне 25 ноября в семье аптекаря.

Высшее медицинское образование он получил в Тюбингенском университете, который окончил в 1838 году. В 1840-41 гг. принимал участие в плавании в качестве судового врача в плавании на голландском судне на остров Яву, во время которого и был открыт закон сохранения энергии.

Ю
се
Вь
Тю
18
вр
вр



Потенциальная энергия воды превращается в кинетическую энергию.

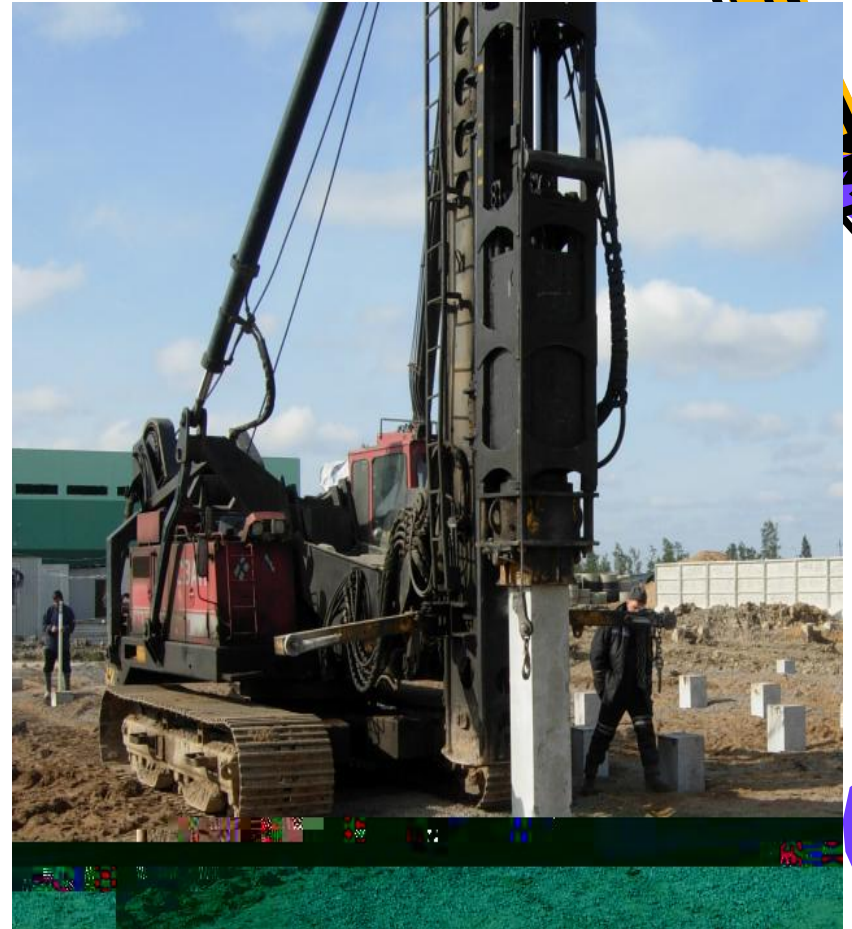
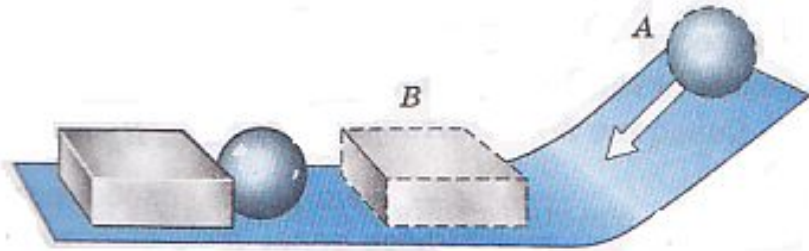
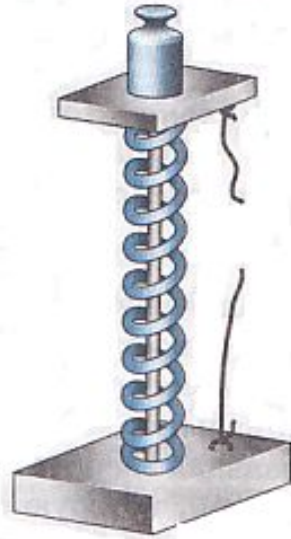


Кинетическая энергия воздуха превращается в потенциальную энергию.

Что должны узнать?



Что такое « энергия »?



Эти тела обладают способностью совершить механическую работу

Что такое энергия?

Слово «энергия» происходит от греческого слова **energeia** – **действие, деятельность.**

Энергия – физическая величина, характеризующая способность тел совершать работу.

Столько энергии потратишь пока вытащишь!





ЭНЕРГИЯ ОБОЗНАЧАЕТСЯ:

СУЩЕСТВУЕТ ДВА ВИДА МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ:
КИНЕТИЧЕСКАЯ И ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ,
КОТОРЫЕ МОГУТ ПРЕВРАЩАТЬСЯ ДРУГ
В ДРУГА.

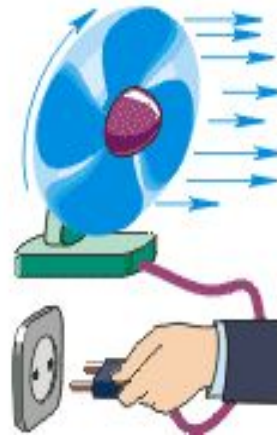


Потенциальная энергия

– это энергия которой
обладают предметы в
состоянии покоя.

Кинетическая энергия

– это энергия тела
приобретенная при
движении.



Кинетическая энергия-

это энергия движущегося



Виды механической энергии

- Кинетическая энергия-
энергия механической
системы, зависящая от
скорости движения её точек***

$$E_{\text{к}} = \frac{mv^2}{2}$$

Кинетическая энергия E_k



Использование кинетической энергии ветра





Использование потенциальной энергии



- Потенциальная энергия тела, поднятого на некоторую высоту, определяется работой, которую совершит сила тяжести при падении тела.

Использование потенциальной энергии падающей воды



$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$E_p = mgh$$

ИСЛЕДУЯ ЯВЛЕНИЯ ПРИРОДЫ, УЧЕНЫЕ ВСЕГДА
РУКОВОДСТВУЮТСЯ ЗАКОНОМ СОХРАНЕНИЯ И ПРЕВРАЩЕНИЯ
ЭНЕРГИИ

ВЫВОД



**ЭНЕРГИЯ НЕ МОЖЕТ ПОЯВИТЬСЯ У
ТЕЛА, ЕСЛИ ОНО НЕ ПОЛУЧИЛО
ЕЁ ОТ ДРУГОГО ТЕЛА.**

МЕХАНИЧЕСКАЯ

ЭНЕРГИЯ



энергия движения-
КИНЕТИЧЕСКАЯ

энергия взаимодействия-
ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$E_n = mgh$$

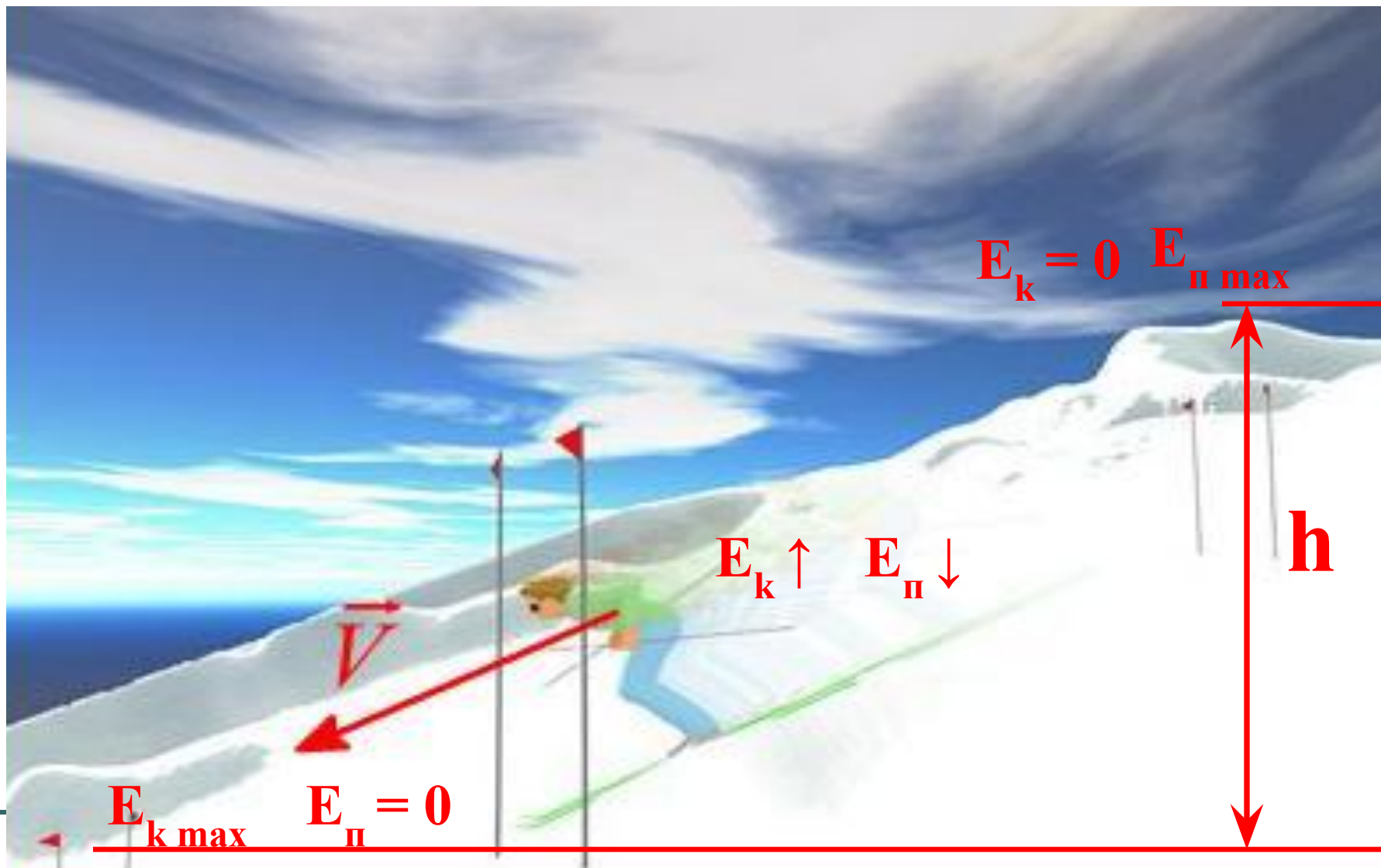


ПОЛНАЯ МЕХАНИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ, Т.Е.
СУММА ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ И
КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ТЕЛА, ОСТАЕТСЯ
ПОСТОЯННОЙ, ЕСЛИ ДЕЙСТВУЮТ ТОЛЬКО
СИЛЫ УПРУГОСТИ И ТЯГОТЕНИЯ И
ОТСУТСТВУЮТ СИЛЫ ТРЕНИЯ

$$E = E_k + E_p$$

*В ЭТОМ ЗАКЛЮЧАЕТСЯ ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ
МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ.*

Механическая энергия может переходить из одного вида в другой



Закон сохранения энергии

Энергия не возникает и не исчезает, а только переходит из одной формы в другую.

В любой изолированной системе запас энергии остается постоянным

Разные формы энергии переходят друг в друга в строго эквивалентных количествах.

ИЗУЧЕНИЕ ЯВЛЕНИЙ ПРЕВРАЩЕНИЯ ОДНОГО ВИДА ЭНЕРГИИ В ДРУГОЙ ПРИВЕЛО К ОТКРЫТИЮ ОДНОГО ИЗ ОСНОВНЫХ ЗАКОНОВ ПРИРОДЫ – ЗАКОНА СОХРАНЕНИЯ И ПРЕВРАЩЕНИЯ ЭНЕРГИИ

ВО ВСЕХ ЯВЛЕНИЯХ,
ПРОИСХОДЯЩИХ В ПРИРОДЕ,
ЭНЕРГИЯ **НЕ** ВОЗНИКАЕТ И **НЕ**
ИСЧЕЗАЕТ, ОНА ТОЛЬКО
ПРЕВРАЩАЕТСЯ ИЗ ОДНОГО ВИДА
В ДРУГОЙ, ПРИ ЭТОМ ЕЁ ЗНАЧЕНИЕ
СОХРАНЯЕТСЯ.

$$E_{\text{г}} + E_{\text{н}} = \text{const}$$

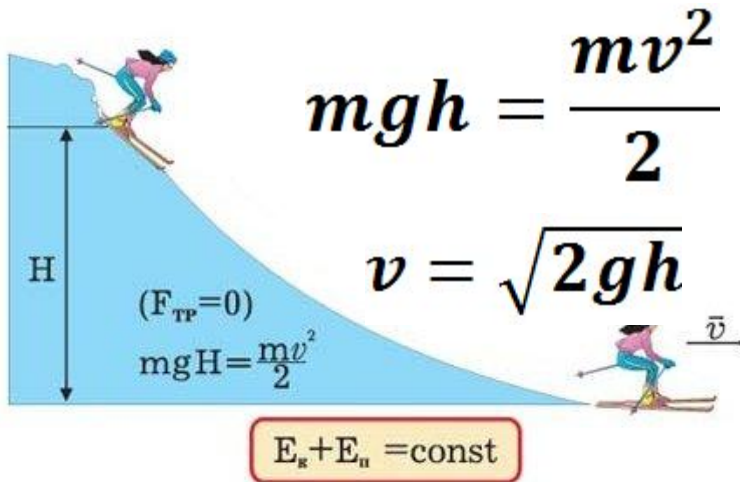
Закон сохранения механической энергии

Сумма кинетической и потенциальной энергии тел, составляющих замкнутую систему и взаимодействующих между собой силами тяготения и силами упругости, остается неизменной.

Сумму $E = E_k + E_p$ называют **полной механической энергией**

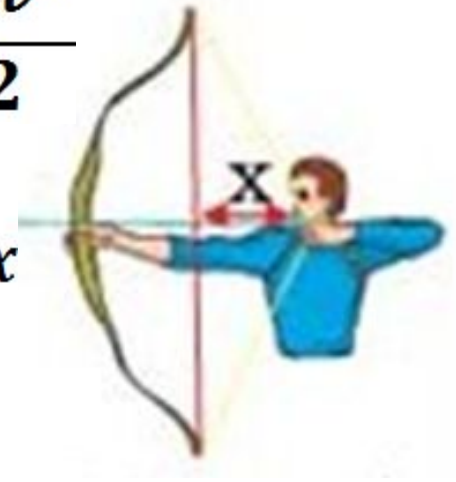
$$E_{k_1} + E_{p_1} = E_{k_2} + E_{p_2}$$

Примеры применения закона сохранения энергии



$$\frac{kx^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{k}{m}x}$$



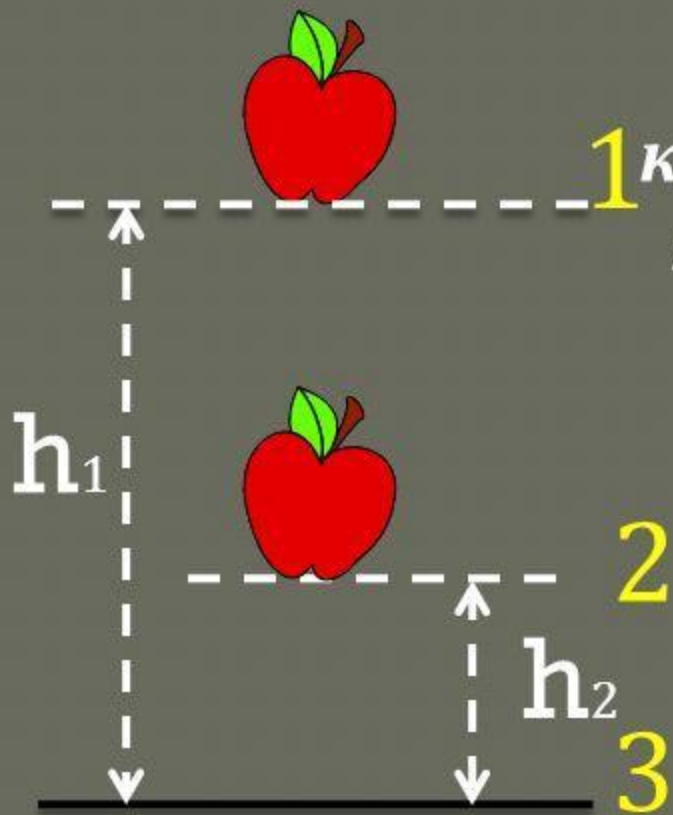
*Потенциальная энергия
тела, поднятого над
землей переходит в
кинетическую*

*Потенциальная энергия
деформированного тела
переходит в
кинетическую*

Преобразования энергии

Яблоко свободно падает с дерева. Найдите его

1 кинетическую и потенциальную энергию тела в точках 1, 2 и 3.



1: $E_k = 0$; $E_p = mgh_1$

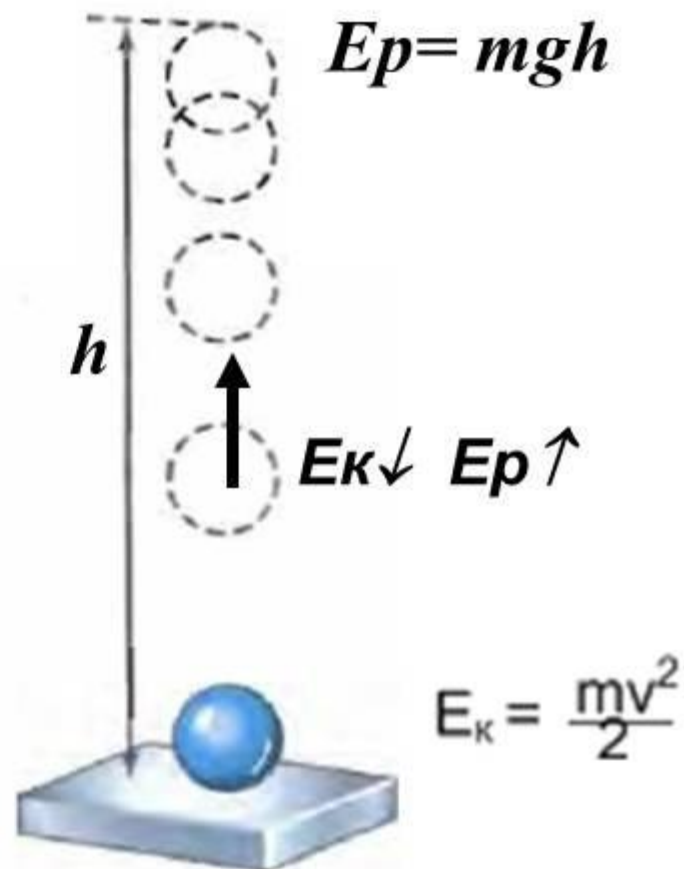
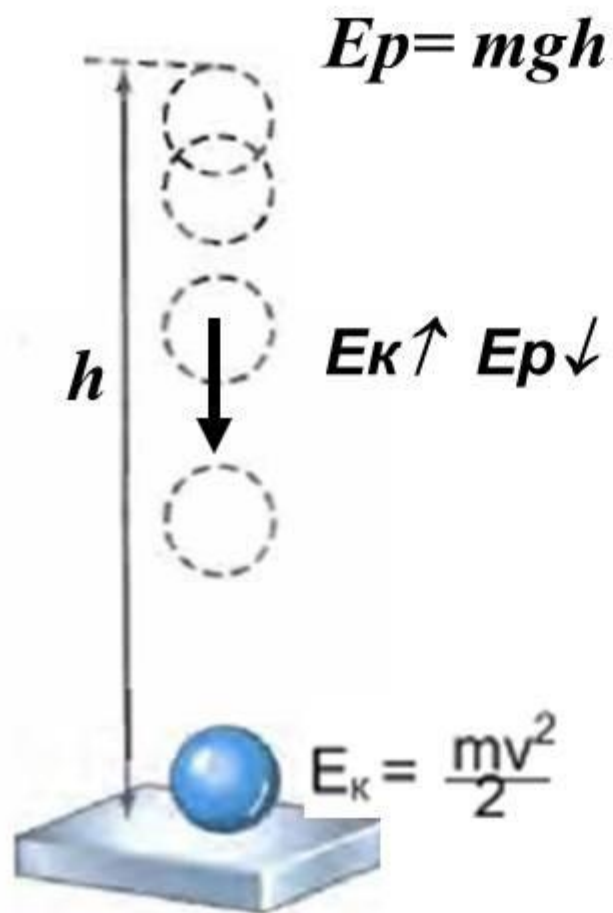
2: E_k ; $E_p = mgh_2$

3: E_k ; $E_p = 0$

E_p переходит в E_k

Рассмотрим примеры его проявления.

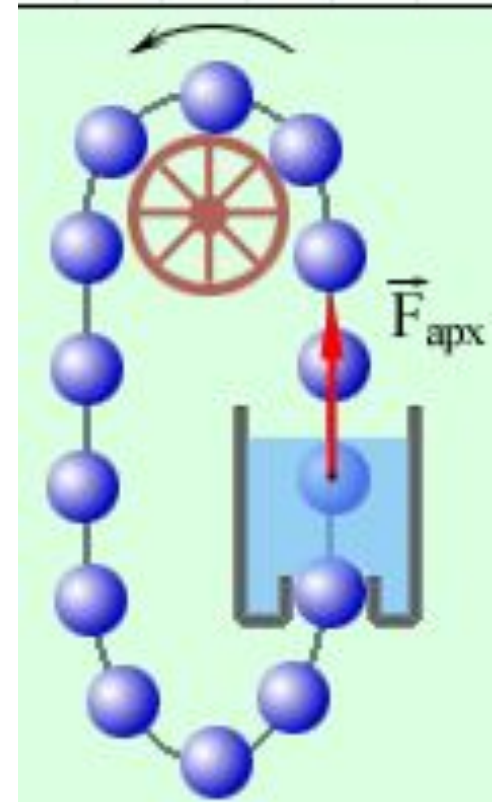
Пример №1



$$E_k + E_p = const$$

Закон сохранения и превращения механической энергии

Одним из следствий закона сохранения и превращения энергии является утверждение о **невозможности создания «вечного двигателя»** (*perpetuum mobile*) – машины, которая могла бы неопределенно долго совершать работу, не расходуя при этом энергии



Энергия – основа жизни на земле

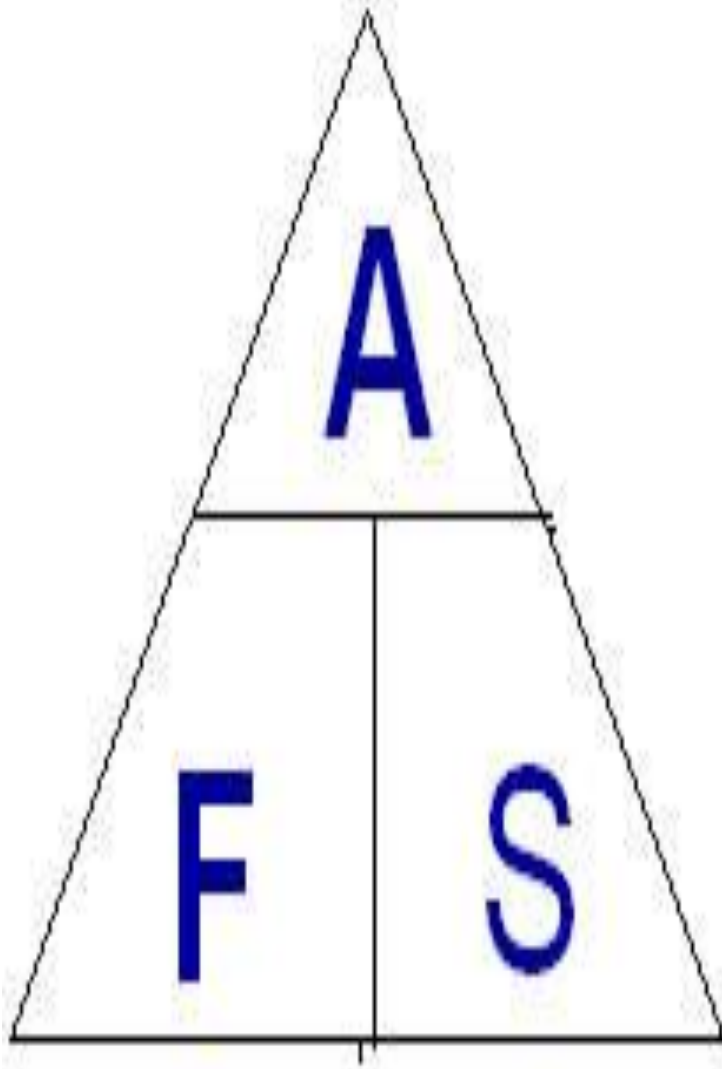
Без энергии нет жизни...
А с такой жизнью никакой
энергии не хватит!



Механическая работа -

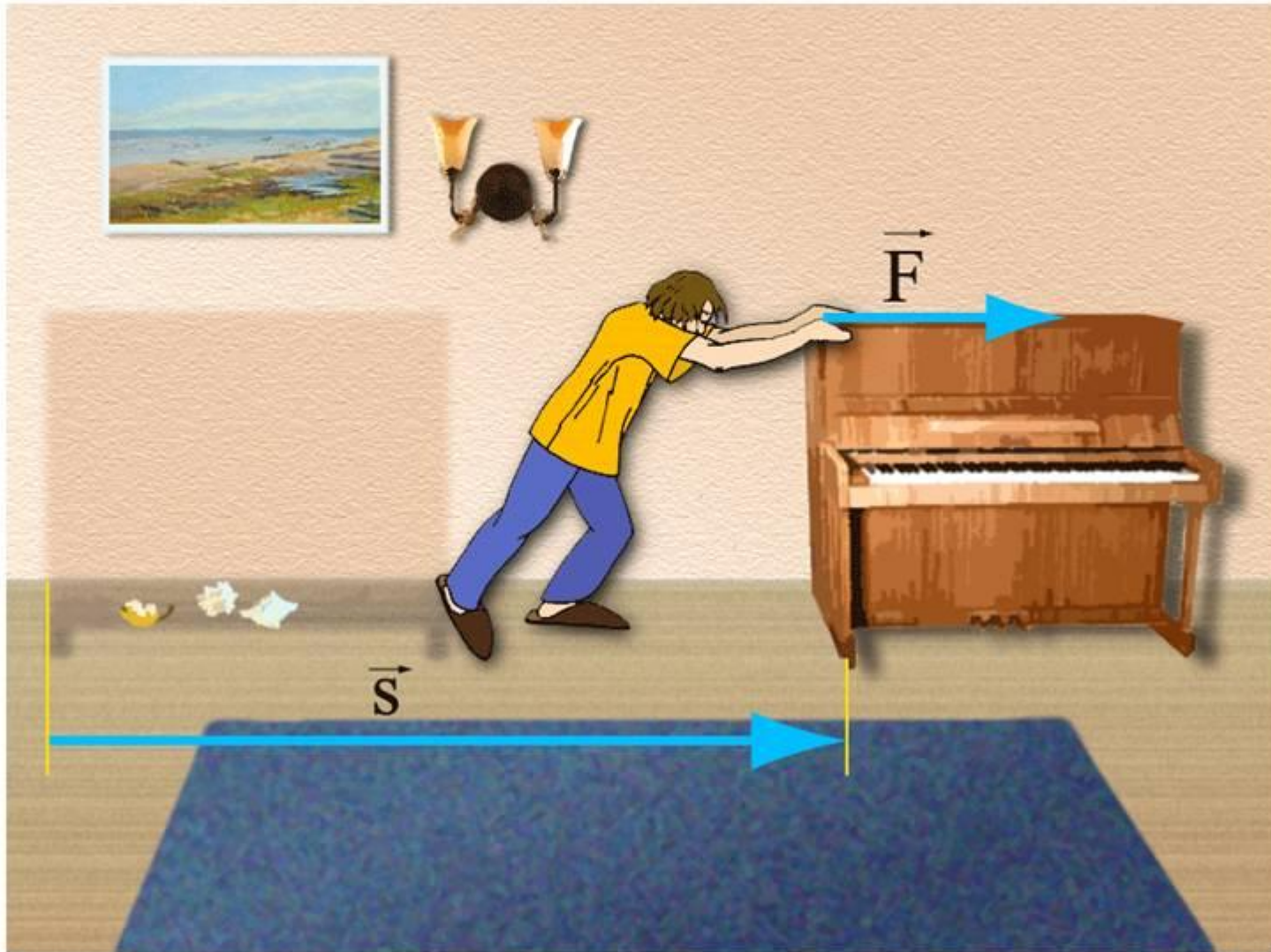
это физическая величина,
численно равная произведению
силы, действующей на тело,
на путь, пройденный телом под
действием этой силы.

$$A = F \cdot S$$



$$\dot{A} = F \cdot S$$

Примеры механической работы



Работа является **скалярной** величиной

Работа может быть

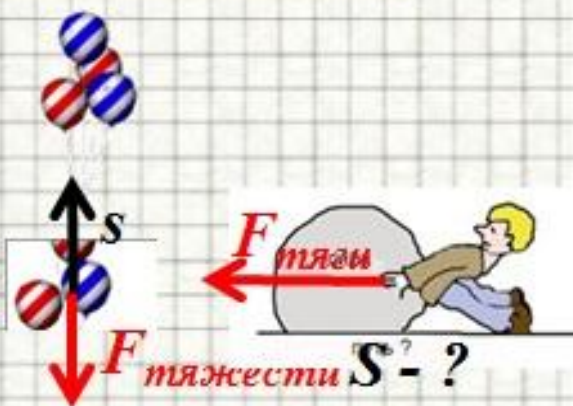
отрицательна

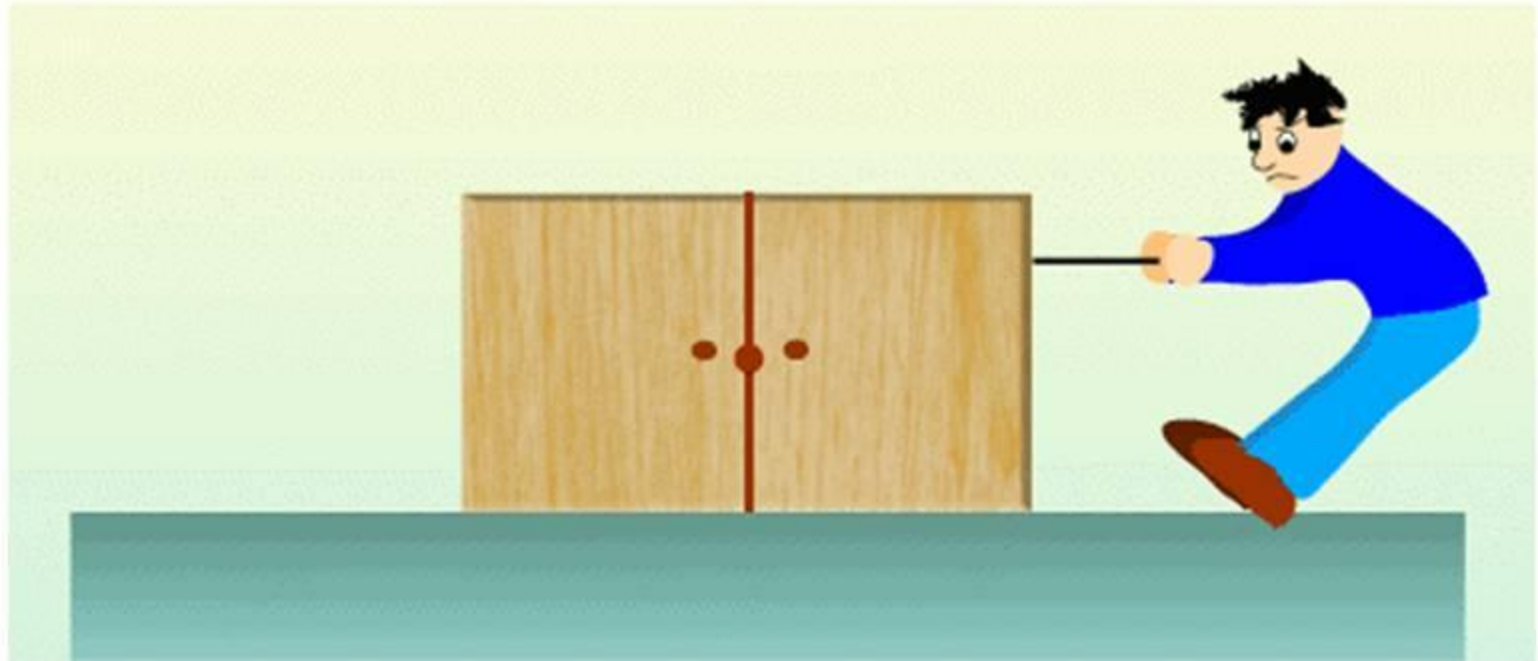
Если **направление**
силы и **направление**
движения тела
противоположны

равна нулю

положительна

Если **направление**
силы и **направление**
движения тела
совпадают





Механическая работа не совершается!

$$A = F \cdot s$$

$$1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} \cdot 1 \text{ м}$$

Определение

- **Механической работой** называется величина, равная произведению модулей векторов силы и перемещения на косинус угла между ними.

$$A = Fscos\alpha$$

Анализ возможных случаев

- $\alpha = 0$, значит $\cos \alpha = 1$; $A = Fs$ (направление силы совпадает с направлением перемещения); A – положительная.
- $\alpha = 180$; значит $\cos \alpha = -1$; $A = -Fs$ (сила противоположно по направлению перемещению);
 A – отрицательная.
- $\alpha = 90$; значит $\cos \alpha = 0$; $A = 0$ (сила перпендикулярна перемещению, она работы не совершает)
- Если $F=0$, то $A = 0$ (тело движется по инерции)
- Если $s = 0$, то $A = 0$ (тело находится в покое)

Кинетическая энергия



Кинетическая энергия – это энергия движения.

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$A = E_{k2} - E_{k1}$$

Теорема о кинетической энергии: работа приложенной к телу равнодействующей силы равна изменению его кинетической энергии:

Кинетическая энергия тела массой m , движущегося со скоростью V , равна работе, которую должна совершить сила, действующая на покоящееся тело, чтобы сообщить ему эту скорость.

$$A = E_{k2} - E_{k1} = \frac{mV^2}{2} - 0 = \frac{mV^2}{2}$$

Мощность

- N – мощность
- Скалярная величина
- Единица измерения
Вт – ватт
- **Мощность** N – это отношение работы A к промежутку времени Δt , в течение которого она совершается.
- **Физический смысл:** мощность показывает какая работа выполняется в единицу времени

Мощность. Единицы мощности.

$$\text{мощность} = \frac{\text{работа}}{\text{время}}$$

$$A = Nt$$

$$N = \frac{A}{t}$$

$$A = Fs$$

$$1 \text{ Вт} = \frac{1 \text{ Дж}}{1 \text{ с}}$$

$$N = \frac{Fs}{t} = Fv$$

Это интересно

- Старинная единица мощности – лошадиная сила .
1 л.с. = 735,5 Вт.
Эту единицу ввел Джеймс Уатт.
- Лошадиная сила - есть средняя работа за одну секунду, которую могла совершить сильная английская ломовая лошадь, равномерно работающая целый день.

Мощность автомобильных двигателей



0-100 л. с. – малолитражные автомобили;

100-200 л. с. – автомобили с двигателем средней мощности;

200-500 л. с. – спортивные автомобили;

500 л. с. и более – гоночные болиды и суперкары.



Музей "Лошадиная сила" расположен в самом центре Санкт-Петербурга:
Конюшенная площадь, дом №1

КПД

- Только в идеальных условиях (при отсутствии трения) **полная работа равна полезной работе.**
- A_n – полезная работа;
- A_z – полная (затраченная) работа.
- На практике же совершаемая с помощью механизма полная работа всегда несколько больше полезной работы.

$$A_z > A_n$$

Определение

- КПД - физическая величина, равная отношению полезной работы к затраченной работе и выраженной в процентах.
 η (эта) - КПД; единица измерения - %
- КПД показывает какая часть затраченной работы пошла на совершение полезной работы.

$$\text{КПД} = \frac{A_{\text{полезн}}}{A_{\text{полн}}} \cdot 100\%$$

$A_{\text{полезн}}$ - работа, производимая механизмом над перемещаемым телом [Дж]

$A_{\text{полн}}$ - работа, производимая над механизмом для приведения его в движение [Дж]

Механический коэффициент полезного действия

η

Физическая величина, характеризующая соотношение между полезной и затраченной частью механической работы, энергии или мощности.

$$\eta = \frac{W_{\text{ПОЛ}}}{W_{\text{ЗАТ}}}$$

$$\eta = \frac{E_{\text{ПОЛ}}}{E_{\text{ЗАТ}}}$$

$$W_{\text{ПОЛ}} < A_{\text{ЗАТ}}$$

$$\eta < 1$$

$$\eta = \frac{P_{\text{ПОЛ}}}{P_{\text{ЗАТ}}}$$

$W_{\text{ПОЛ}}$ — полезная работа,

$P_{\text{ПОЛ}}$ — полезная мощность

$E_{\text{ПОЛ}}$ — полезная энергия

$W_{\text{ЗАТ}}$ — затраченная энергия

$P_{\text{ЗАТ}}$ — затраченная мощность

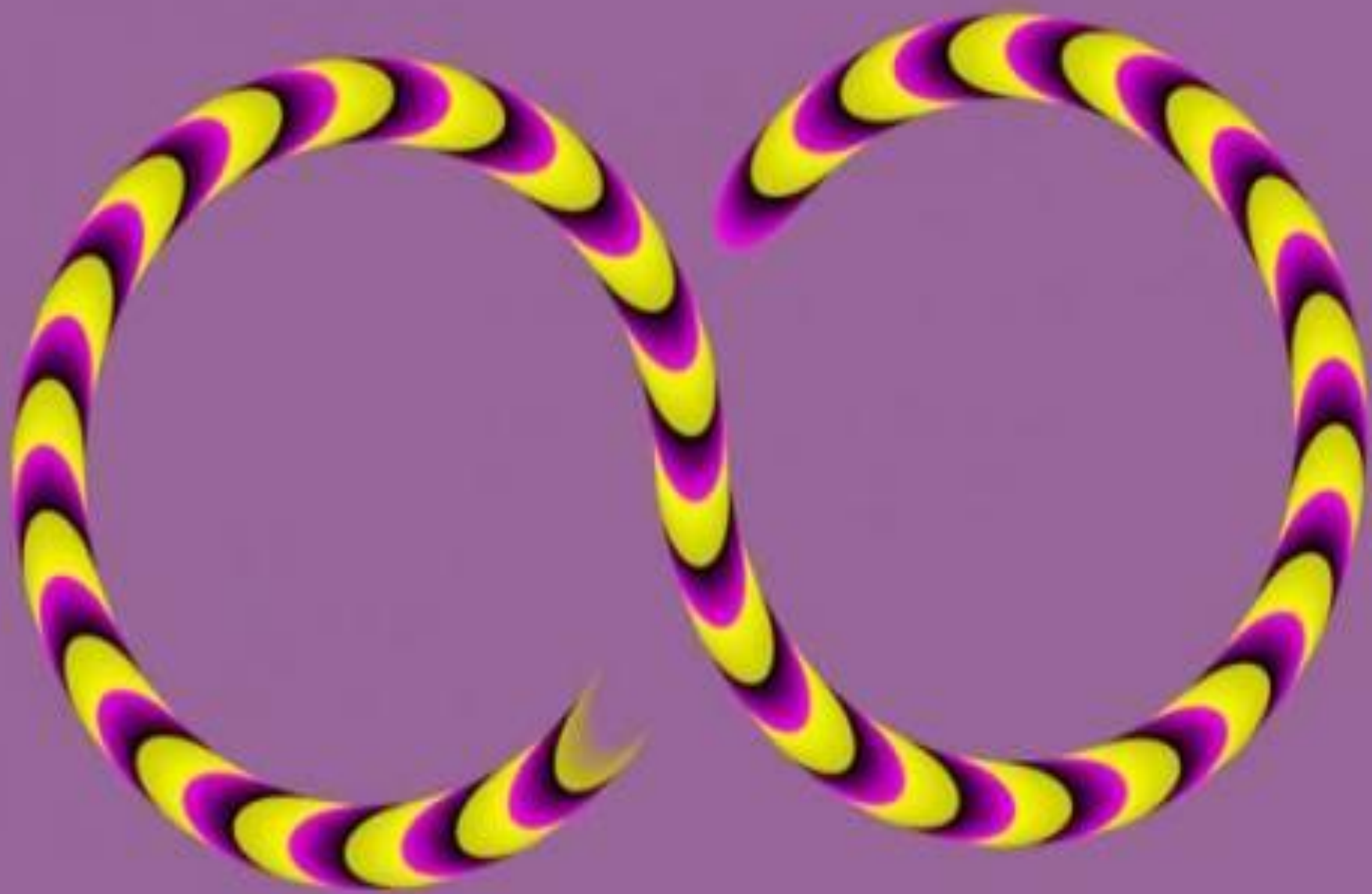
$E_{\text{ЗАТ}}$ — затраченная энергия

$$A = F \cdot S$$

$$N = \frac{A}{t}$$

$$A = m \cdot g \cdot h$$

$$A = N \cdot t$$



Приступим к решению задач

Найти полную механическую энергию тела массой 100г, которое на высоте 4м имело скорость 36 км/ч.

Найти полную механическую энергию тела массой 100г, которое на высоте 4м имело скорость 36 км/ч.

Дано:

СИ

Решение:

$$m=100\text{г}$$

$$0,1\text{кг}$$

$$h=4\text{м}$$

$$4\text{м}$$

$$v=36\text{км/ч}$$

$$\underline{36 \cdot 1000\text{м}}$$

$$g \approx 10\text{м/с}^2$$

$$3600\text{с}$$

$$10\text{ м/с}^2$$

Полная механическая энергия

$$E = E_k + E_n \quad (1)$$

Кинетическая энергия

$$E_k = mv^2/2 \quad (2)$$

Потенциальная энергия

$$E_n = mgh \quad (3)$$

E-?

Формулы (2) и (3) подставим в формулу (1) получим

$$E = mv^2/2 + mgh \quad (4)$$

Вычисление:

$$0,1\text{кг} \cdot (10\text{м/с})^2$$

$$E = \frac{\quad}{2} + 0,1\text{кг} \cdot 10\text{м/с}^2 \cdot 4\text{м} = 9\text{ Дж}$$

Ответ: E = 9 Дж.

Мяч бросают с земли вертикально вверх со скоростью 10 м/с. На какой высоте этот мяч будет иметь скорость, равную 6 м/с?

Дано:

$$h_0 = 0$$

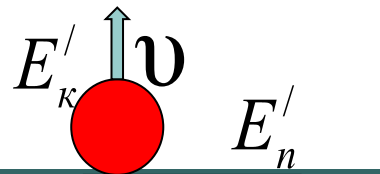
$$v = 6 \text{ м/с}$$

$$v_0 = 10 \text{ м/с}$$

$$h = ?$$

Решение :

Согласно закону сохранения энергии:



$$\frac{mv_0^2}{2} + mgh_0 = \frac{mv^2}{2} + mgh$$

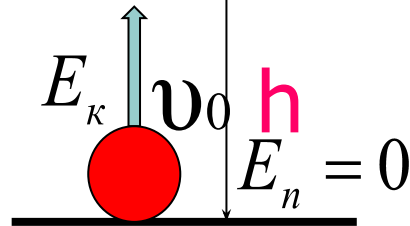
Дано:

$$h_0 = 0$$

$$v = 6 \text{ м/с}$$

$$v_0 = 10 \text{ м/с}$$

h — ?



$$\frac{v_0^2}{2g} = \frac{v^2}{2g} + h$$

Так как $h_0 = 0$, то

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + mgh$$

, отсюда
$$h = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v^2}{2g}$$

$$h = \frac{(10 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} - \frac{(6 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = \frac{100 \cancel{\text{м}^2 / \text{с}^2}}{20 \cancel{\text{м} / \text{с}^2}} - \frac{36 \cancel{\text{м}^2 / \text{с}^2}}{20 \cancel{\text{м} / \text{с}^2}} =$$

$$= 5 \text{ м} - 1,8 \text{ м} = 3,2 \text{ м}$$

Ответ: $h = 3,2 \text{ м}$

Реши самостоятельно:

(любую задачу)

1. Тело, массой 3 кг обладает потенциальной энергией 60 Дж. Определите высоту, на которую поднято тело над землей.

2. Тело, движущееся со скоростью 4 м/с, имеет кинетическую энергию 16 Дж. Найти массу этого тела.
3. Определите полную механическую энергию тела массой 2 кг, которое на высоте 2 м имело скорость 36 км/ч.
4. При стрельбе вверх стрела массой 50 г в момент начала движения имела полную механическую энергию 30 Дж. Какой высоты достигнет стрела?
5. С какой высоты упало яблоко, если оно ударилось о землю со скоростью 6 м/с?
6. Мяч бросают вертикально вниз со скоростью 10 м/с. На какую высоту отскочит этот мяч после удара о пол, если высота, с которой бросили мяч, была равна 1 м? Потерями энергии при ударе мяча о пол пренебречь.

Заполните таблицу

| план о физической величине | кинетическая энергия | потенциальная энергия | Полная механическая энергия |
|--|----------------------|-----------------------|-----------------------------|
| обозначение | | | |
| чем обусловлена энергия | | | |
| формула | | | |
| единица измерения | | | |
| Формулировка Закона сохранения энергии | | | |
| Математическая запись закона | | | |

Проверь себя

| | | | |
|--|---|----------------------------|---|
| план о физической величине | кинетическая энергия | потенциальная энергия | Полная механическая энергия |
| обозначение | E_k | E_n | E |
| чем обусловлена энергия | энергия движения тел | энергия взаимодействия тел | энергия движения и взаимодействия тел |
| формула | $E_k = \frac{mv^2}{2}$ | $E_n = mgh$ | $E = E_k + E_n$ $E = \frac{mv^2}{2} + mgh$ |
| единица измерения | Дж | Дж | Дж |
| Формулировка закона сохранения энергии | Полная механическая энергия тела, на которое не действуют силы трения и сопротивления, в процессе его движения остаётся неизменной. | | |
| Математическая запись закона | $\frac{mv^2}{2} + mgh = \frac{mv_0^2}{2} + mgh_0$ | | |

Тест

Вариант 1

При бросании шара вертикально вверх...

I. его кинетическая энергия...

II. его потенциальная энергия...

1. увеличивается;
2. уменьшается;
3. остаётся неизменной.

В верхней точке пути шара...

III. его кинетическая энергия..

IV. его потенциальная энергия...

1. имеет наибольшее значение;
2. имеет наименьшее значение;
3. равна нулю;
4. остаётся неизменной.

Вариант 2

При падении шара вертикально вниз...

I. его кинетическая энергия...

II. его потенциальная энергия...

1. увеличивается;
2. уменьшается;
3. остаётся неизменной.

При ударе шара о Землю...

III. его кинетическая энергия..

IV. его потенциальная энергия...

1. имеет наибольшее значение;
2. имеет наименьшее значение;
3. равна нулю;
4. остаётся неизменной.

ЕГЭ-2012-№3. Шарик движется вниз по наклонному желобу без трения. Какое из следующих утверждений об энергии шарика верно при таком движении?

1. Кинетическая энергия шарика увеличивается, его полная механическая энергия не изменяется.
 2. Потенциальная энергия шарика увеличивается, его полная механическая энергия не изменяется.
 3. И кинетическая энергия, и полная механическая энергия шарика увеличиваются.
 4. И потенциальная энергия, и полная механическая энергия шарика уменьшаются.
-

ЕГЭ-2011-№3. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 20 м/с. Если принять потенциальную энергию тела в точке бросания равной нулю, то кинетическая энергия тела будет равна его потенциальной энергии при подъеме на высоту?

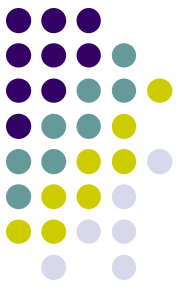
- 1) 5м
- 2) 10 м
- 3) 15м
- 4) 20 м

$$\frac{m \cdot v^2}{2} = m \cdot g \cdot h$$

$$h = \frac{v^2}{2g}$$

ЕГЭ-2010-№ 3. Упавший и отскочивший от земли мячик подпрыгивает на меньшую высоту, чем та, с которой он упал. Чем это объясняется?

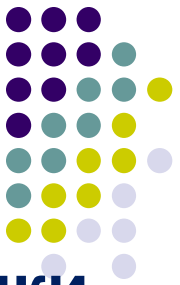
- 1) гравитационным притяжением мяча к земле
 - 2) переходом при ударе кинетической энергии мяча в потенциальную
 - 3) переходом при ударе потенциальной энергии мяча в кинетическую
 - 4) переходом при ударе части механической энергии мяча во внутреннюю
-



(проект ЕГЭ 2013 г., ДЕМО) А5.

Санки массой m тянут в гору с постоянной скоростью. Когда санки поднимутся на высоту h от первоначального положения, их полная механическая энергия

1. не изменится
2. увеличится на mgh
3. будет неизвестна, так как не задан наклон горки
4. будет неизвестна, так как не задан коэффициент трения



Тело, брошенное вертикально вверх с поверхности земли, достигает наивысшей точки и падает на землю. Если сопротивление воздуха не учитывать, то полная механическая энергия тела

- 1.одинакова в любые моменты движения тела
- 2.максимальна в момент начала движения
- 3.максимальна в момент достижения наивысшей точки
- 4.максимальна в момент падения на землю

Домашнее задание

Дифференциальный стиль

- 1) Какое количество теплоты выделится во время торможения автомобиля, если тормозной путь составляет 12,5 м, а сила торможения 2,4 кН ?
- 2) На сколько градусов нагреется кусок меди массой 1 кг, если он упадет с высоты 500 м? Считать, что вся механическая энергия куска меди полностью превращается во внутреннюю.
- 3) Молот массой 3 т падает с высоты 2 м на железную болванку. Определите на сколько увеличилась внутренняя энергия болванки, если вся теплота, выделившаяся при этом, пошла на ее нагревание.
- 4) Сравните температуру воды у основания водопада с ее температурой T его вершины. Высота водопада 60 м. Считать, что вся энергия падающей воды идет на ее нагревание.