

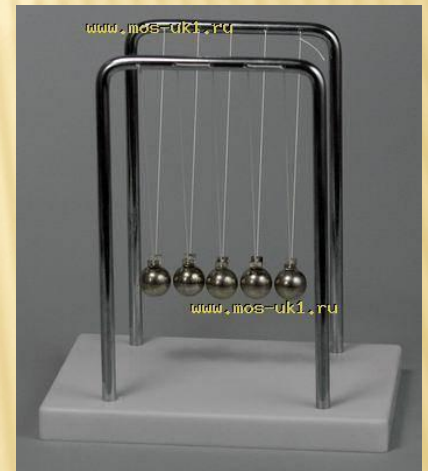
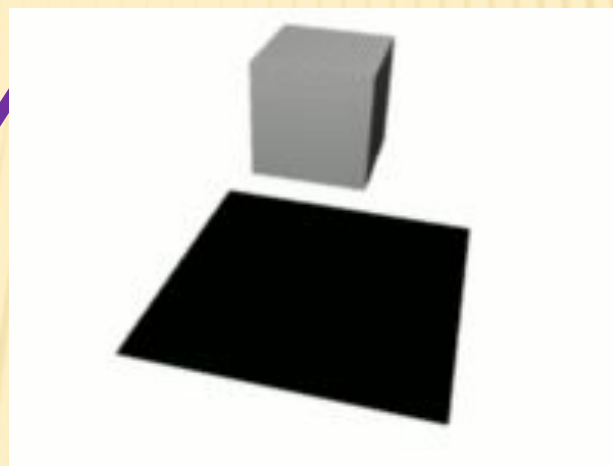
Законы Сохранения в Механике

Содержание:

1. Закон Сохранения Импульса
2. Закон Сохранения Механической Энергии
3. Работа и Энергия



Импульс тела. Закон



СИЛА И СКОРОСТЬ

- Задача механики – описание движения тел, решается с помощью II з. Ньютона. Существуют случаи, когда силу невозможно измерить, например, **СТОЛКНОВЕНИЯ ТЕЛ.**
- Тогда удобнее рассчитывать изменение скорости тел, т.к. сила вызывает изменение скорости. Движение тел до удара и после удара будем считать **равномерными.**

СИЛА И ИМПУЛЬС

- Запишем второй закон Ньютона

- $F = ma$ $a = \frac{v - v_0}{t} \Rightarrow F = \frac{mv - mv_0}{t}$

$$Ft = mv - mv_0$$

$p = mv$ – импульс тела после взаимодействия

$p_0 = mv_0$ – импульс тела до взаимодействия

$$Ft = p - p_0$$

ИМПУЛЬС ТЕЛА

– произведение массы тела на его скорость.

Импульс – *векторная* величина, направление импульса *совпадает* с направлением скорости.

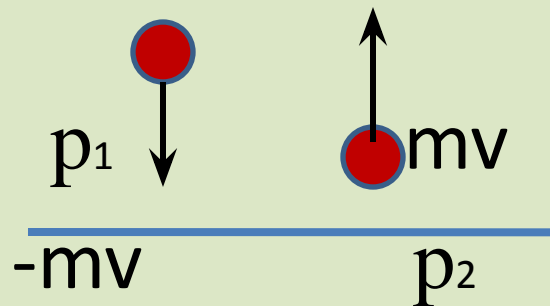
Единица измерения импульса *кг·м/с*

Если тело покоится, то импульс *равен нулю*

ЗАДАЧА

- Шарик массой 100г, летящий со скоростью 20м/с, упруго ударяется о стенку и отскакивает от нее с такой же скоростью.

Найти *изменение* импульса шарика



Решение

$$\begin{aligned}\Delta p &= p_2 - p_1 = mv - (-mv) = \\ &= 2mv\end{aligned}$$

$$\Delta p = 2 \cdot 0,1 \cdot 20 = \mathbf{4 \text{ кг} \cdot \text{м/с}}$$

ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА

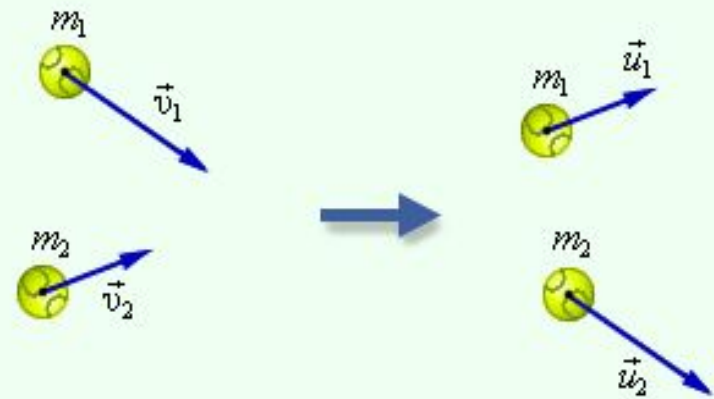
- Сумма импульсов тел до взаимодействия равна сумме импульсов тел после взаимодействия → →

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1u_1 + m_2u_2$$

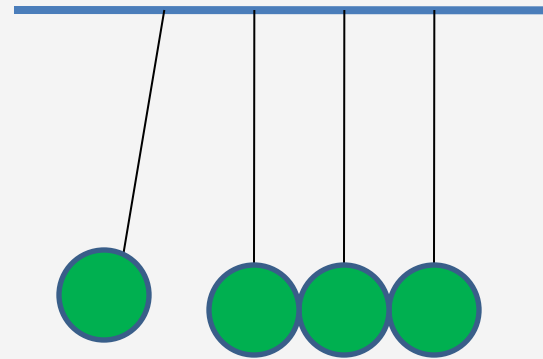
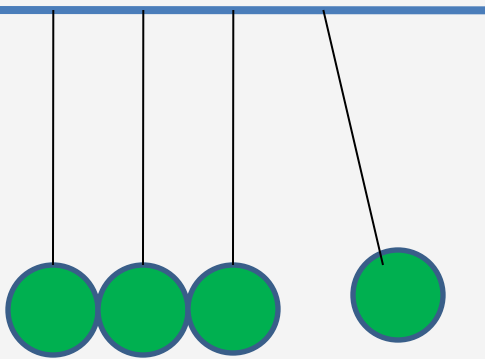
В задачах рассматривается система из двух тел, внешние силы отсутствуют (*замкнутая система*)

УПРУГИЙ УДАР

1. При упругом столкновении двух тел оба тела приобретают новые скорости



• 2.



НЕУПРУГИЙ УДАР

- При неупругом ударе тела соединяются и после удара движутся вместе.
- Уравнение закона сохранения импульса имеет вид
- $m_1v_1 \pm m_2v_2 = (m_1 + m_2)u$
- (если тела движутся навстречу друг другу, то ставится «-», если одно тело догоняет другое, то ставится «+»)

РЕАКТИВНОЕ ДВИЖЕНИЕ

– движение тела при отделении от него некоторой массы

$$0 = m_1 v_1 - m_2 v_2 \quad \text{ИЛИ} \quad m_1 v_1 = m_2 v_2$$

Например: а) выстрел из ружья

б) полет ракеты

? Зачем нужно прижимать приклад ружья к плечу в момент выстрела?

ЗАДАЧА

- Летящая пуля **массой 10г** ударяется в брусок **массой 390г** и застревает в нем. Найти скорость бруска, если **скорость пули 200м/с**.

ЗАДАЧА

• Дано:

$$m_1 = 10\text{г}$$

$$m_2 = 390\text{г}$$

$$v_1 = 200\text{м/с}$$

$$v_2 = 0$$

u - ?

СИ

$$0,01\text{кг}$$

$$0,39\text{кг}$$

Решение

ЗСИ для неупругого удара

$$m_1v_1 \pm m_2v_2 = (m_1 + m_2)u$$

$$m_1v_1 = (m_1 + m_2)u$$

$$u = \frac{m_1v_1}{m_1 + m_2}$$

$$u = \frac{0,01 \cdot 200}{0,39 + 0,01} = \frac{2}{0,4} = \underline{5\text{м/с}}$$

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

- 1. На листке написать фамилию и имя
- 2. Указать номер варианта (1 или 2)
- 3. Тестовые задания с выбором ответа
- 4. Слайды чередуются автоматически
через
1,5 минуты
- 5. Работаем самостоятельно
- 6. Желаю удачи

ТЕСТ

1. Импульсом тела называют величину равную

- А) произведению массы тела на силу;
- Б) отношению массы тела к его скорости
- В) произведению массы тела на его скорость.
- Г) произведение массы на ускорение

1. Импульс тела всегда направлен

- А) перпендикулярно скорости
- Б) сонаправлен скорости
- В) противоположен скорости
- Г) совпадает с ускорением

2. Если на тело не действует сила, то импульс тела

- А) не изменяется
- Б) увеличивается
- В) уменьшается
- Г) равен нулю

2. Если на тело действует сила, то импульс тела:

- А) не изменяется
- Б) только увеличивается
- В) только уменьшается
- Г) может и увеличиваться и уменьшаться

ТЕСТ

3. Когда ступень ракеты отделяется от космического корабля, она получает некоторый импульс p_0 . Какой импульс p получает при этом космический корабль?

А) $p = p_0$ Б) $p < p_0$

В) $p > p_0$ Г) $p = 0$

4. Мяч массой m брошен вверх с начальной скоростью v . Каково изменение импульса мяча за время движения от начала до возвращения в исходную точку?

А) mv Б) $-mv$ В) $2mv$ Г) 0

3. При выстреле из ружья пуля получает импульс p_1 , а ружьё за счет отдачи приобретает импульс p_2 . Сравните импульсы обоих тел

А) $p_1 > p_2$ Б) $p_1 < p_2$

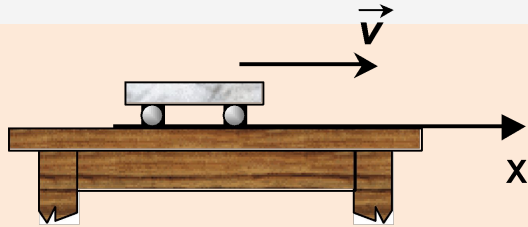
В) $p_1 = p_2$ Г) $p_1 = p_2 = 0$

4. Два автомобиля с одинаковой массой m движутся со скоростями v и $2v$ относительно Земли. Чему равен модуль импульса второго автомобиля относительно первого?

А) $3mv$ Б) $2mv$ В) mv Г) 0

Вопрос №5

1 вариант



Тележка массой **0,1 кг** движется равномерно по столу со скоростью **5 м/с**, так как изображено на рисунке. Чему равен её импульс и как направлен вектор импульса?

- 1) 0,5 кг·м/с, вправо
- 2) 0,5 кг·м/с, влево
- 3) 5,0 кг·м/с, вправо
- 4) 50 кг·м/с, влево
- 5) 50 кг·м/с, вправо

2 вариант

Автомобиль массой **1 тонна**, движется прямолинейно со скоростью **20 м/с**. Импульс автомобиля равен...

- 1) $0,5 \cdot 10^3$ кг·м/с
- 2) $1 \cdot 10^4$ кг·м/с
- 3) $2 \cdot 10^4$ кг·м/с
- 4) 20 кг·м/с
- 5) 50 кг·м/с

Вопрос №6

1 вариант

Материальная точка массой **1 кг** двигалась по прямой и под действием силы в **20 Н** изменила свою скорость на **40 м/с**. За какое время это произошло?

- 1) 0,5 с
- 2) 5 с
- 3) 2 с
- 4) 0,2 с
- 5) 20 с

2 вариант

Автомобиль, первоначально двигавшийся со скоростью **20 м/с**, после выключения двигателя остановился через **3 секунды**. Сила сопротивления, действовавшая на автомобиль при торможении равна **6000 Н**. Масса автомобиля...

- 1) 600 кг
- 2) 700 кг
- 3) 800 кг
- 4) 900 кг
- 5) 1000 кг

Вопрос №7

1 вариант

Теннисный мяч массой m , двигаясь вправо по оси Ox , упруго ударяется о бетонную стенку, имея перед ударом скорость v . Определите направление и модуль изменения импульса мяча.

- 1) влево, mv
- 2) влево, $2mv$
- 3) вправо, mv
- 4) вправо, $2mv$
- 5) остановится, 0

2 вариант

Шар из пластилина массой m , двигаясь влево по оси Ox , ударяется о бетонную стенку, имея перед ударом скорость v . Определите направление и модуль изменения импульса мяча.

- 1) влево, mv
- 2) влево, $2mv$
- 3) остановится, mv
- 4) вправо, $2mv$
- 5) импульс не изменится

УСТАНОВИТЬ СООТВЕТСТВИЕ

Тело брошено вертикально
вверх.

Как будут изменяться
импульс, скорость и
ускорение?

Физические величины	Их изменение
А) импульс	1) не изменится
Б) скорость	2) увеличится
В) ускорение	3) уменьшится

Тело брошено вертикально
вниз.

Как будут изменяться
импульс, скорость и
ускорение?

Физические величины	Их изменение
А) импульс	1) не изменится
Б) скорость	2) увеличится
В) ускорение	3) уменьшится

Закон сохранения энергии.

1. Полная энергия падающего тела.

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

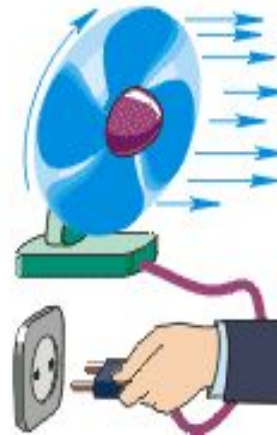


Потенциальная энергия

– это энергия которой
обладают предметы в
состоянии покоя.

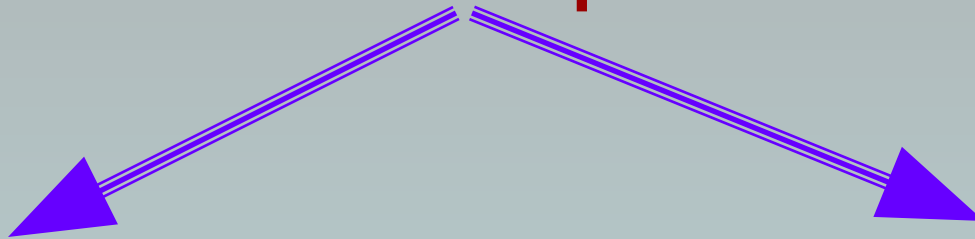
Кинетическая энергия

– это энергия тела
приобретенная при
движении.



Энергия тела изменяется, когда тело совершает работу.

механическая энергия



Потенциальная

(взаимодействия)

Кинетическая

(движения)

$$E_n = mgh$$

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

Если совершается положительная работа – уменьшается потенциальная и увеличивается кинетическая энергия, если работа отрицательная - увеличивается потенциальная энергия и уменьшается кинетическая энергия тела.

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

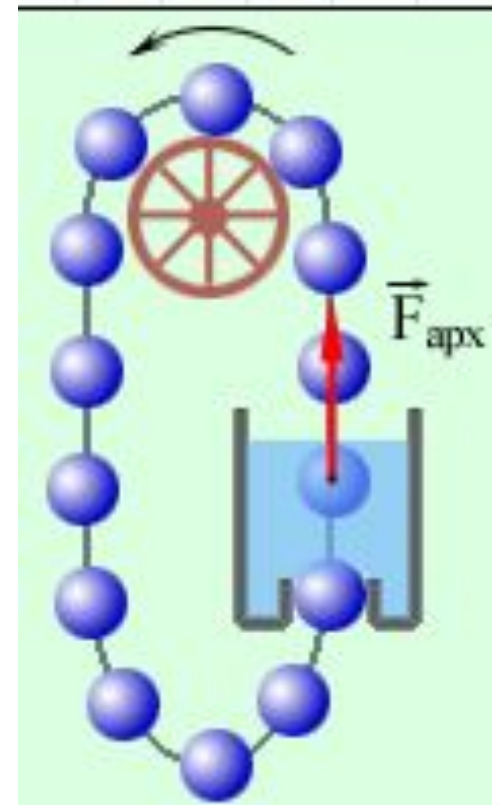
Сумма кинетической и потенциальной энергии тел, составляющих замкнутую систему и взаимодействующих между собой силами тяготения и силами упругости, остается неизменной.

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

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

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



Свободно падающее тело обладает и кинетической, и потенциальной энергией.

$$E = E_k + E_p$$

их сумма называется **ПОЛНОЙ механической энергией.**

Это понятие было введено в 1847 г. немецким ученым Г. Гельмгольцем.

Кинетическая и потенциальная энергии тела могут изменяться, но в замкнутой системе их сумма остается постоянной.

Тело массой m находящееся на высоте h над поверхностью земли. Его потенциальная энергия, обусловленная гравитационным взаимодействием с Землей, равна

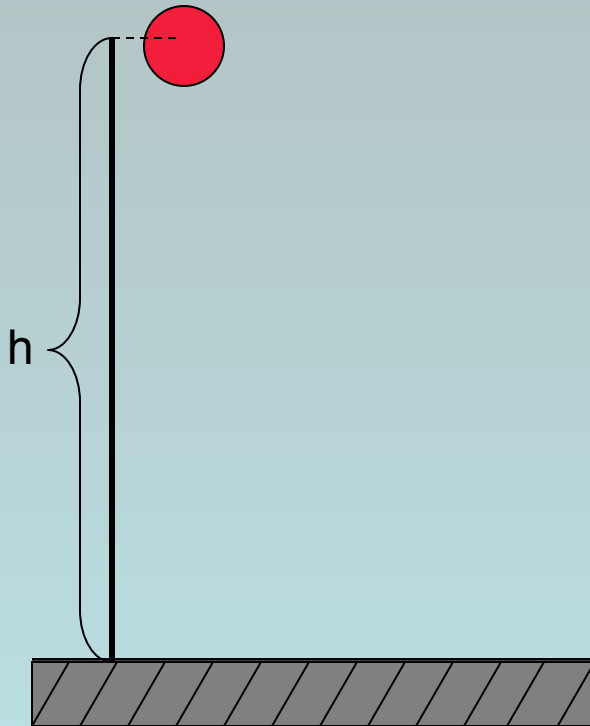
$$E_n = mgh$$

тело неподвижно значит

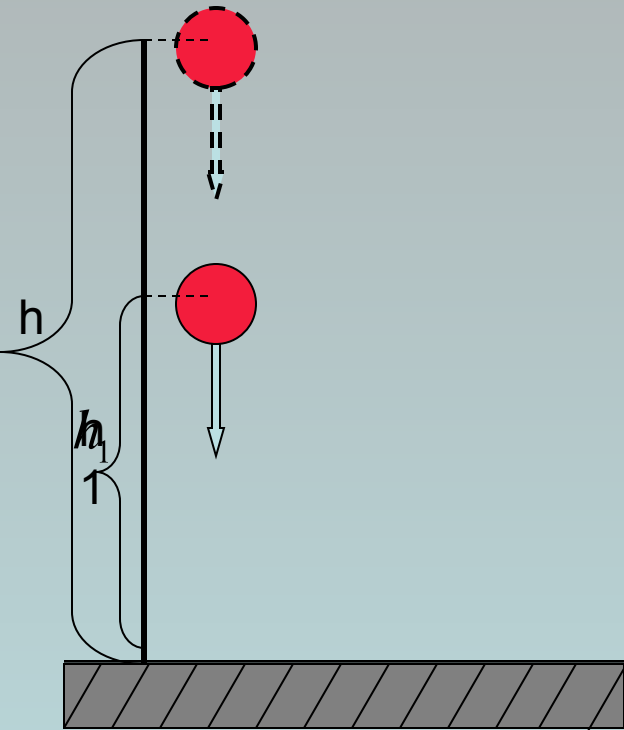
$$E_k = 0$$

следовательно полная энергия

$$E = mgh$$



Если тело освободить от связей, то оно начнет равноускоренно двигаться вниз.



Расстояние между телом и поверхностью земли уменьшается, уменьшается и

$$E_n$$

При этом увеличивается скорость и увеличивается

$$E_k$$

Установим количественную связь между двумя видами механической энергии

В определенный момент времени, тело находится
на высоте h_1 ($h_1 < h$)

при этом оно будет иметь скорость $v = \sqrt{2gs}$

где $s = h - h_1$

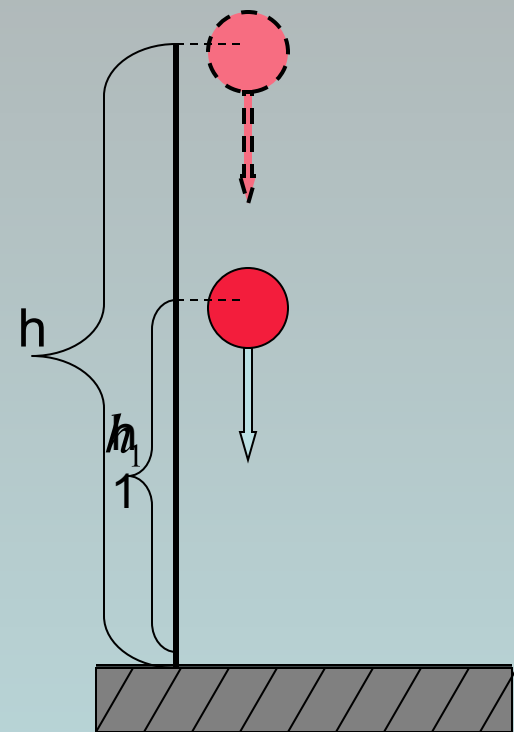
Поэтому $v = \sqrt{2g(h - h_1)}$

Кинетическая энергия при этом будет равна

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{m\cancel{2}g(h - h_1)}{\cancel{2}} = mg(h - h_1)$$

Потенциальная в этот момент

$$E_n = mgh_1$$

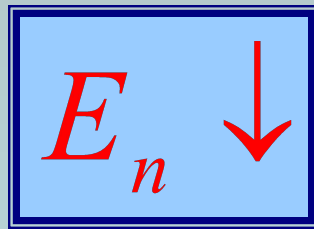


Полная энергия тела будет равна

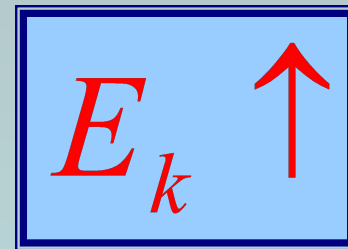
$$E = E_k + E_n = mg(h - h_1) + mgh_1 = mgh$$

таким образом, **в произвольный момент движения** полная механическая энергия движущегося тела, на которое действует сила тяготения, остается **неизменной**.

Очевидно,



в равной степени



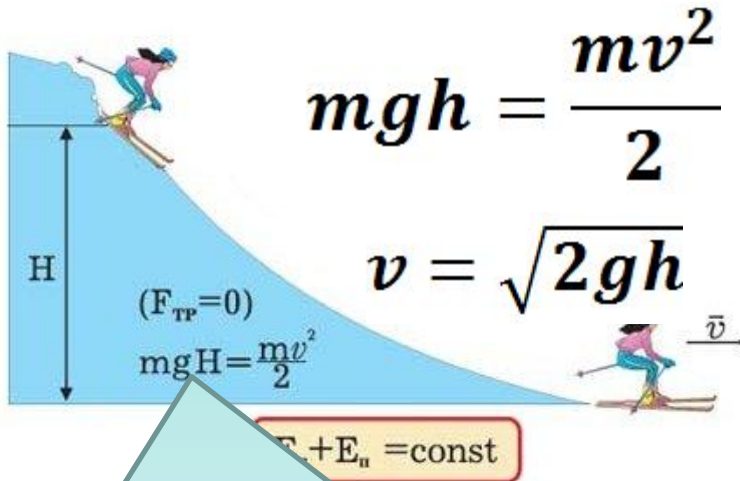
В момент падения на землю

$$E_n = 0$$

а кинетическая энергия - будет

$$E_{k \max}$$

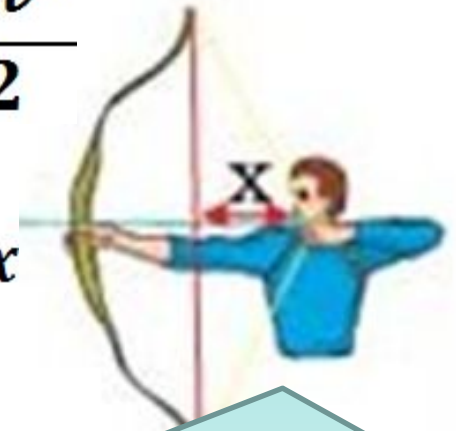
Примеры применения закона сохранения энергии



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

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

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



*Потенциальная энергия
деформированного тела
переходит в
кинетическую*

Закон сохранения механической энергии **справедлив**,
если в замкнутой системе действуют только силы
упругости и тяжести

Если в системе действует и
сила трения, то полная
механическая энергия не
остаётся постоянной