

**муниципальное бюджетное вечернее (сменное)
общеобразовательное учреждение
«Центр образования»**

Тема «Основы механики»

(учебное пособие по физике для обучающихся 10 класса
очно – заочной формы обучения вечерних
(сменных) общеобразовательных учреждений)
1 сессия

**Г. Биробиджан
2012г.**

Тема: **Механическое движение.**
Относительность движения.
Система отсчета.

Кинематика рассматривает описание механического движения тел



Механическим движением называют изменение положения тела в пространстве относительно других тел.

Основные понятия:

Материальная точка
Система отсчета
Перемещение
Траектория
Путь
Скорость



Материальная точка – это тело, обладающее массой, размерами которого можно пренебречь, поскольку они не существенны в условиях решаемой задачи.

Система отсчета состоит из тела отсчета, по отношению к которому описывают движения тел, связанной с ним системы координат и часов

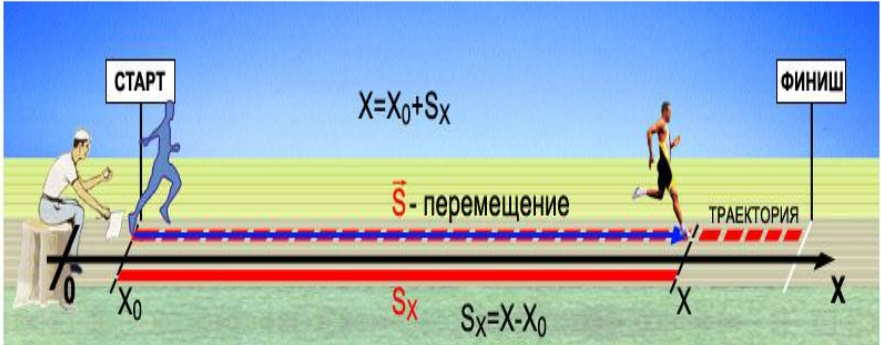
Виды систем координат:

- Одномерная
- Двумерная
- Трёхмерная

Одномерная:

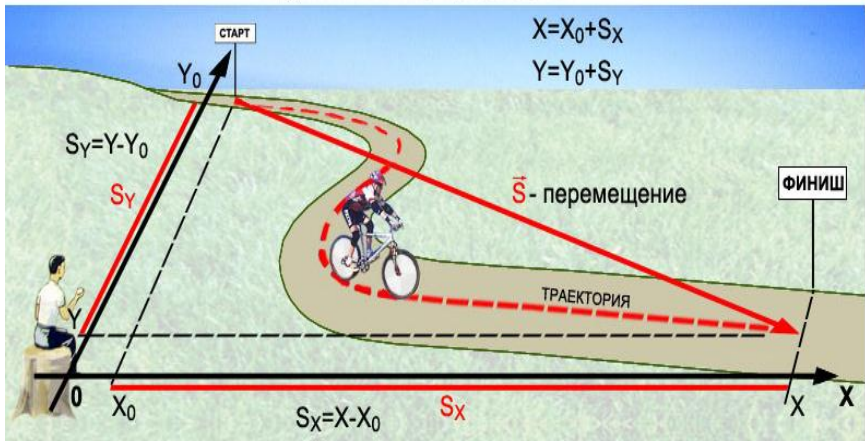
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕЛА (ТОЧКИ)

1. ДВИЖЕНИЕ ПО ПРЯМОЙ

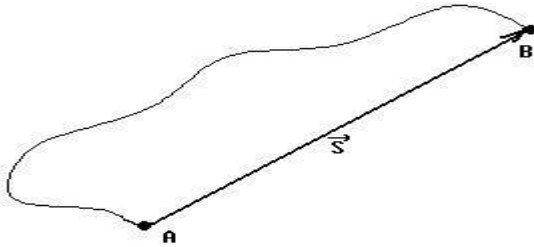


Двумерная:

2. ДВИЖЕНИЕ ПО ПЛОСКОСТИ



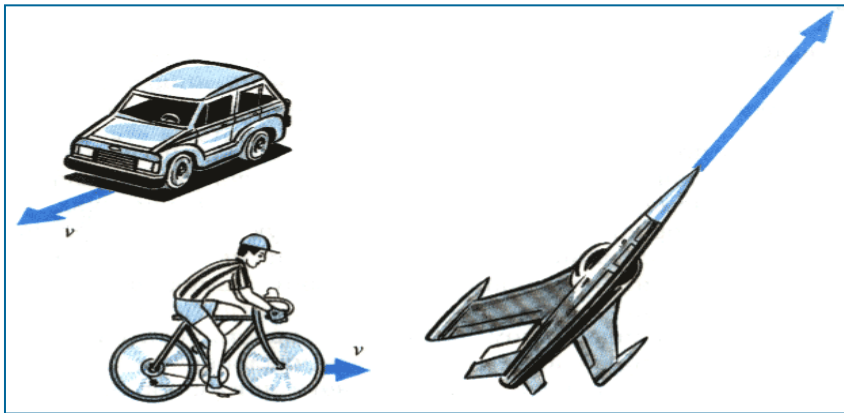
Перемещение - вектор, соединяющий начальное положение материальной точки с его конечным положением.



Траектория - линия, описываемая в пространстве движущейся материальной точкой.

Путь - длина траектории, по которой движется тело в течение некоторого промежутка времени.

Скорость - характеризует быстроту движения. Скорость- векторная величина, имеет направление и численное значение.



$$\text{Скорость} = \frac{\text{Путь}}{\text{Время}}$$

В СИ за единицу измерения скорости принимают 1м/с.

Мгновенная скорость – это скорость в каждой конкретной точке траектории в соответствующий момент времени.

Средняя скорость – величина, характеризующая движение тела за весь промежуток времени.

Виды механического движения:

Равномерное;

Прямолинейное;

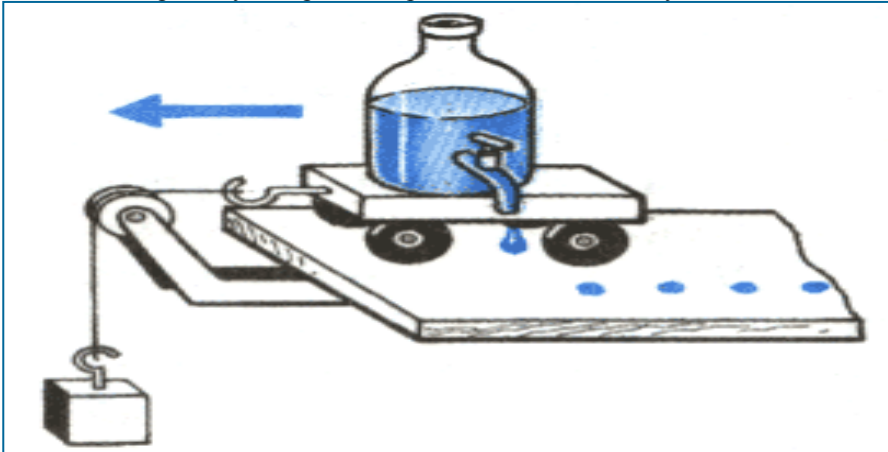
Неравномерное:

Криволинейное.

а)Равноускоренное;

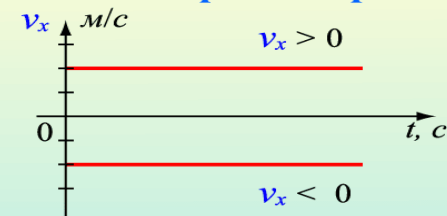
б)Движение с разным ускорением.

Установим на тележку капельницу. Если при движении тележки расстояние между каплями будет одинаково, то это означает что тележка за одинаковые промежутки времени проходит одинаковые пути.



Движение, при котором тело за любые равные промежутки времени совершает одинаковые перемещения называют **равномерным**.

Графическое представление равномерного движения



$$v_x = \text{const}$$

Путь численно равен площади прямоугольника



$$S = v_x \cdot t$$

Движение, при котором тело за любые равные промежутки времени совершает разные по модулю перемещения называют **нравномерным**

Равнопеременное движение

движение, при котором скорость тела за любые равные промежутки времени изменяется на одну и ту же величину

$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$

$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$
 $v_x = v_{0x} + a_x t$

$\vec{s} = \vec{v}t + \frac{\vec{a}t^2}{2}$
 $s_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$

Равнопеременное движение – движение с постоянным ускорением

$\Delta \vec{v}_1 = \Delta \vec{v}_2 = \Delta \vec{v}_3$
 $\Delta t_1 = \Delta t_2 = \Delta t_3$

$\vec{a}_1 = \vec{a}_2 = \vec{a}_3$

$a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} \quad a_2 = \frac{\Delta v_2}{\Delta t_2} \quad a_3 = \frac{\Delta v_3}{\Delta t_3}$

Прямолинейное равноускоренное движение: движение, при котором тело движется прямолинейно и его скорость за любые равные промежутки времени изменяется на одну и ту же величину.

Ускорение – величина, равная отношению изменения скорости к промежутку времени, за которое это изменение произошло.

Сравнительная характеристика равномерного и равноускоренного движений:



Основные обозначения физических величин:

X – конечная координата тела (м)
 X_0 – начальная координата тела (м)
 V – конечная скорость тела (м/с)
 V_0 – начальная скорость тела (м/с)
 S – пройденный путь (м)
 a – ускорение (м/с²)
 t – время (с)

Основные формулы кинематики для равномерного движения:

$$S = X - X_0 \text{ (для определения пути)}$$
$$V = S : t \text{ (для определения скорости)}$$
$$X = X_0 + V t \text{ (для определения координаты)}$$

Основные формулы кинематики для равноускоренного движения:

$$S = X - X_0 \text{ (для определения пути)}$$
$$a = (V - V_0) : t \text{ (для определения ускорения)}$$
$$V = V_0 + a t \text{ (для определения скорости)}$$
$$S = V_0 t + a t^2 / 2 \text{ (для определения пути)}$$
$$X = X_0 + V_0 t + a t^2 / 2 \text{ (для определения координаты)}$$

Тема: Законы динамики.

Динамика – раздел механики, изучающий причины движения тел.

Причиной того, что тело начинает двигаться, является действие на него другого тела.
Некоторые тела действуют на расстоянии.

Если на тело не действуют никакие другие тела или действие других тел скомпенсировано, то тело будет находиться в покое или двигаться равномерно и прямолинейно.

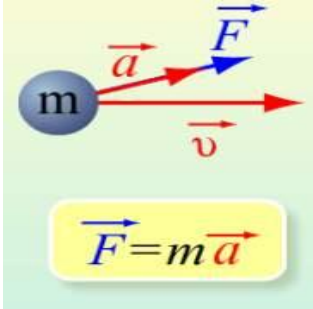
↓
1 закон Ньютона (закон инерции)

↓
Инерция – способность тел сохранять свою скорость

Взаимодействие тел, приводящее к изменению их скоростей в инерциальной системе отсчета, характеризуют **силой**, действующей между ними

\vec{F} – сила – векторная величина, имеет численное значение и направление, измеряется в Ньютонах (Н)

- 2 **закон Ньютона** устанавливает связь между ускорением тела и силой, действующей на него:



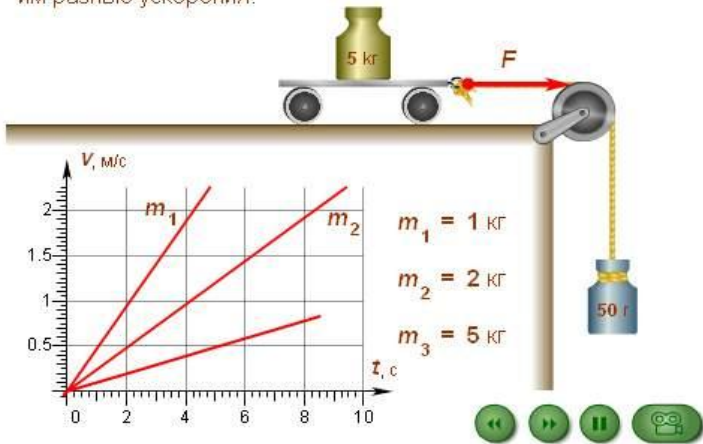
Ускорение (a) тела прямо пропорционально равнодействующей сил (F), приложенных к телу, и обратно пропорционально его массе (m).

m – масса, является мерой инертности – способности тела ускориться под действием силы. Чем больше масса тела, тем более оно инертно, тем тяжелее его разогнать.

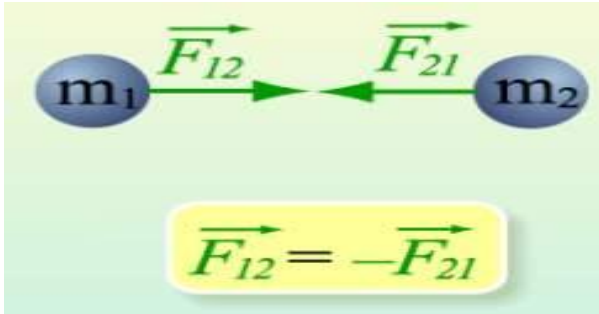
Масса измеряется в килограммах.

Второй закон Ньютона

Одна и та же сила действует на тела разной массы, сообщая им разные ускорения.



3 закон Ньютона: Два тела, взаимодействующие между собой, всегда действуют друг на друга с силами, равными по модулю и направленными в противоположные стороны вдоль одной прямой.



Опыты и наблюдения показывают, что:

- Причиной изменения движения тел, то есть причиной изменения их скорости, являются воздействия на них других тел
- Количественно действие одного тела на другое, вызывающее изменение скорости, выражается величиной, называемой силой
- Тела взаимодействуют
- Ускорение, которое получает тело при данном взаимодействии, зависит от особого свойства всякого тела – его инертности

Тема: **Импульс. Закон сохранения импульса.
Работа. Мощность. Энергия.**

Импульсом тела (или количеством движения) называют векторную величину, равную произведению массы тела m на его скорость V :

$$\vec{p} = m \vec{V}$$

Импульсом силы называют произведение силы F на время ее действия Δt .

Изменение импульса тела равно импульсу силы $\Delta p = F \Delta t$

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

Это второй закон Ньютона в импульсном представлении.

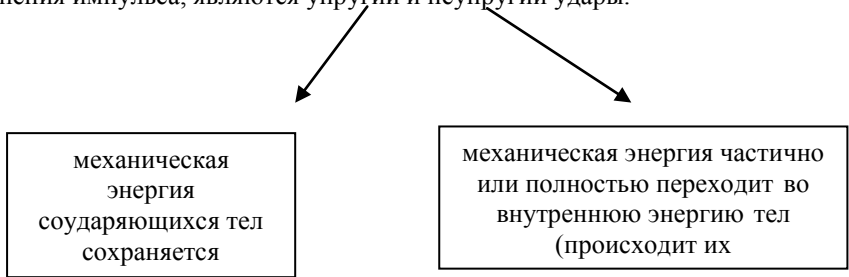
Закон сохранения импульса: При взаимодействии двух тел в отсутствие внешних сил суммарный импульс системы сохраняется.

При движении тел вдоль прямой закон сохранения импульса может быть записан в скалярной форме:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$$

здесь v_1 и v_2 – скорости тел до взаимодействия, u_1 и u_2 – скорости тел после взаимодействия.

Примерами механических процессов, в которых выполняется закон сохранения импульса, являются упругий и неупругий удары.



Работой силы, действующей на тело, называют величину, равную произведению модуля силы, модуля перемещения и косинуса угла между направлениями силы и перемещения.

$A = FS \cos \alpha$, где A – работа (Дж), F – сила (н), S – перемещение (м), α – угол между F и S (в градусах).

Мощность показывает, как быстро совершается работа: $N = A/t$, где t – время (с), N – мощность (Вт).

Энергией называют способность тел или системы тел совершать работу.

Механической энергией называют энергию, связанную с их скоростями и относительным движением.

Энергию, связанную со скоростью тела, называют **кинетической энергией**. Кинетическую энергию определяют по формуле: $E_k = mv^2/2$.

Энергию, связанную с относительным расположением тел или их частей (деформацией), называют **потенциальной энергией** E_p .

Потенциальную энергию определяют по формуле:

$$E_p = mgh \text{ (для тела, поднятого над Землей),}$$

$$E_p = kx^2/2 \text{ (для упруго деформированного тела)}$$

$g = 9,8 \text{ м/с}^2$, h – высота над Землей (м), k – коэффициент жесткости (Н/м), x – удлинение тела(м).

Закон сохранения энергии: в замкнутой системе механическая энергия системы не изменяется, она только переходит из одного вида в другой.

Тема: Силы в природе.

Сила всемирного тяготения:

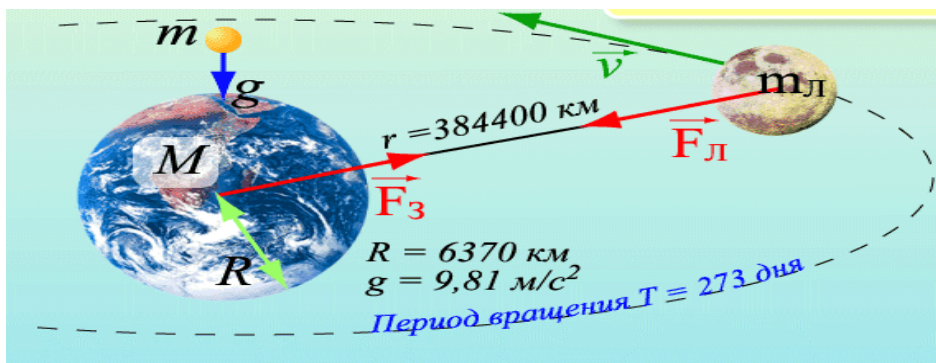
В окончательном виде закон всемирного тяготения сформулирован Ньютоном в 1687 году в работе “Математические начала натуральной философии”:

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

m_1 - масса первого тела
 m_2 - масса второго тела
 r - расстояние между телами
 G - гравитационная постоянная

“Все тела притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной произведению масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними”.

Сила направлена вдоль прямой, соединяющей центры тел.



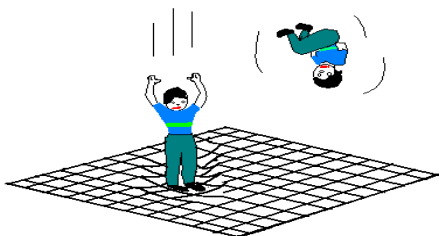
Сила тяжести:

Силу, с которой тело притягивается к Земле под действием поля тяготения Земли, называют силой тяжести. Определяется по формуле:

$$F = mg$$

(m – масса тела, g – ускорение свободного падения, равно $9,8 \text{ м/с}^2$).

Сила упругости: (возникает при деформации)



Деформация-изменение формы или размеров тела (или части тела) под действием внешних сил, вызывающих изменение относительного расположения частиц.

Виды деформаций:

- Упругие (исчезают после прекращения действия внешних сил)
- Пластические (остаются после прекращения действия внешних сил)

Типы деформаций:

- Растяжение ($X > 0$) - испытывают тросы, канаты, лески в подъемных устройствах, стяжки между вагонами и др.
- Сжатие ($X < 0$) - испытывают столбы, колонны, стены, фундаменты, некоторые кости скелета и др.

Разновидности силы упругости:

- Сила натяжения (направлена вдоль нити)
- Сила реакции опоры (действует со стороны опоры на тело)
- Сила нормального давления – **вес тела $P = mg$** (m – масса тела, g – ускорение свободного падения действует со стороны тела на опору, вследствие притяжения к Земле)

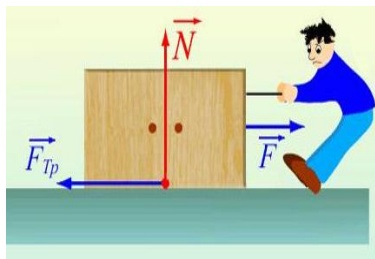
Причины возникновения сил упругости

- Все тела состоят из атомов или молекул
- Частицы взаимодействуют между собой с силами притяжения и отталкивания
- Расстояния между частицами сравнимы с размерами частиц
- Увеличиваем расстояния – возникают силы притяжения
- Уменьшаем – возникают силы отталкивания

Закон Гука: Сила упругости, возникающая при деформации тела, прямо пропорциональна его удлинению и направлена противоположно направлению перемещения частиц тела при деформации.

$F_{упр} = -kX$ (k - коэффициент жесткости, X – удлинение тела)

Сила трения:



Взаимодействие, возникающее в месте соприкосновения тел и препятствующее их относительному движению, называют **трением**, а характеризующую это взаимодействие силу – **силой трения**.

Виды трения:

- Трение покоя
- Трение скольжения
- Трение качения

Действие сил трения всегда сопровождается превращением механической энергии во внутреннюю и вызывает нагревание тел и окружающей их среды.

Причины трения

- Шероховатость поверхностей соприкасающихся тел.
- Молекулярное притяжение, действующее в местах контакта трущихся тел

**Практические исследования
по теме «Механическое движение.
Относительность движения.
Система отсчета»**

Изучение траектории движения.

Цель работы: по карте изучить траекторию движения тела, определить путь и перемещение

Оборудование: карта с известным масштабом, нить, линейка, иголки, копировальная бумага.

Ход работы:

1. Перерисуйте в тетрадь обозначенные на карте объекты (дороги, тропинки, пути сообщения и др.) и запишите масштаб карты.
2. С помощью иголочек расположите нить по данным объектам и измерьте ее длину. Повторите измерения 3-4 раза. Рассчитайте среднее значение.
3. Используя масштаб, рассчитайте реальную длину объекта.
4. Результаты занесите в таблицу.

№ объекта	масштаб	L, см	l_{cp} , см	L, см	L_{cp} , см

5. С помощью линейки рассчитайте перемещение тела по этим траекториям.

Определение скорости движения тел.

Цель работы: определить скорость ветра.

Оборудование: часы с секундной стрелкой, компас, измерительный метр, кусочек ваты.

Ход работы:

1. Определите скорость и направление ветра, используя компас и измерительную ленту. Для этого определите стороны света и установите стрелку компаса в направлении севера.

2. Подбросьте легкий предмет (ватку), определите направление ее движения, и расстояние, которое она пролетела, и время, за которое произошло это движение. Повторите попытку 3-4 раза и рассчитайте среднюю скорость движения ветра.

3. Данные занесите в таблицу.

№ опыта	T,с	S,м	V,м/с	Направление ветра

Примеры решения задач:

Задача 1.

Велосипедист первую половину пути ехал со скоростью 12 км/ч, а вторую – шел пешком (из –за прокола шины) со скоростью 4км/ч. Определите среднюю скорость движения велосипедиста?

Решение

Обозначим через S весь путь, t – общее время движения. Движение велосипедиста в цело является неравномерным. Средняя скорость движения определяется по формуле $V_{cp} = S/t$, где $t = t_1 + t_2$,

t_1, t_2 – время движения на первом и на втором участках соответственно.

Поскольку на каждом участке движение является равномерным, время t_1 и t_2 определяются выражениями:

$$t_1 = S_1/v_1$$

$$t_2 = S_2/v_2, \text{ где } S_1 = S_2 = S/2.$$

После подстановки получаем: $V_{cp} = 2 V_1 V_2 / (V_1 + V_2)$

Подстановка численных значений дает $V_{cp} = 6\text{км/ч}$

Ответ: $V_{cp} = 6\text{км/ч}$

Задача 2.

Ударом клюшки хоккейной шайбе сообщили скорость $V_0 = 20$ м/с. Через время $t = 2$ с скорость шайбы, движущейся прямолинейно, стала равной 16 м/с. Определите ускорение шайбы, считая его постоянным.

Решение

Из определения ускорения следует: $a = (V - V_0) : t$

Подставим данные: $a = (16 \text{ м/с} - 20 \text{ м/с}) : 2\text{с} = - 2 \text{ м/с}^2$.

Знак « - » в конечном результате означает, что вектор ускорения направлен в сторону, противоположную положительному направлению оси OX. Модуль же ускорения равен 2 м/с.

Ответ: $a = 2 \text{ м/с}^2$.

Задача 3.

Тело массой 12 кг находится на высоте равной половине земного радиуса. Определите силу тяжести и ускорение свободного падения на этой высоте.

Решение

Сила тяжести – это сила притяжения к Земле. Найдём ее из закона всемирного тяготения:

$F = GM_3m : R^2$, где $R = R_3 + h = R_3 + 1/3 R_3 = 3/2R_3$ – расстояние между центром Земли и телом. Подставив значение гравитационной постоянной, массы Земли, радиуса Земли получим значение $F = 52 \text{ Н}$.

Согласно второму закону Ньютона для силы тяжести можно написать $F = mg_h$. Приравняем $GM_3m : R^2$ и mg_h . Получим $g_h = 4 GM_3 / 9 R_3$. Так как $R = 3/2R_3$. Вычислим и получим значение $g_h = 4,3 \text{ м/с}^2$.

Ответ: $F = 52 \text{ Н}$, $g_h = 4,3 \text{ м/с}^2$

Задача 4.

Два шара, массы которых $m_1 = 0,5 \text{ кг}$ и $m_2 = 0,2 \text{ кг}$, движутся по гладкой горизонтальной поверхности навстречу друг другу со скоростями $v_1 = 1 \text{ м/с}$ и $v_2 = 4 \text{ м/с}$. Определите их скорость после центрального абсолютно неупругого удара.

Решение

Абсолютно неупругим ударом называется взаимодействие тел, после которого тела движутся с одинаковыми скоростями.

Ось OX направим вдоль линии, проходящей через центры движущихся шаров по направлению скорости v_1 .

После абсолютно неупругого удара шары движутся с одной и той же скоростью v_x . Так как вдоль оси OX внешние силы не действуют (трения нет), то сумма проекций импульсов на эту ось сохраняется (сумма проекций импульсов обоих шаров до удара равна проекции общего импульса системы шаров после удара):

$$m_1 v_{1x} + m_2 v_{2x} = (m_1 + m_2) v_x$$

Так как $v_{1x} = v_1$, а $v_{2x} = - v_2$, то $v_x = (m_1 v_1 - m_2 v_2) : (m_1 + m_2) = 0,4 \text{ м/с}$.

После удара шары будут двигаться в отрицательном направлении оси OX.

Ответ: $v_x = 0,4 \text{ м/с}$.

Зачет по теме:
Законы движения и взаимодействия тел

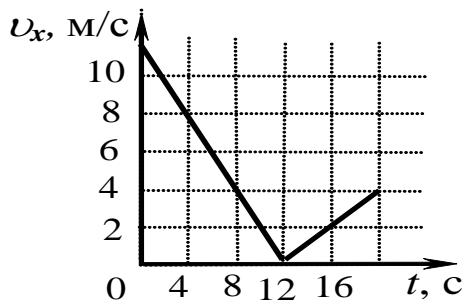
Дайте ответы на следующие вопросы:

- Механическое движение. Относительность движения. Система отсчета.
- Равномерное и равноускоренное движение. Характеристика равномерного и равноускоренного движения.
- Расчет скорости, перемещения и координаты, графики движений.
- Законы Ньютона и их применение при решении задач.
- Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Вес тела. Невесомость.
- Силы в природе.
- Импульс тела, силы, закон сохранения импульса и его применение при решении задач.
- Работа, мощность, энергия. Закон сохранения энергии.

В задании 1-7 выберите один правильный ответ:

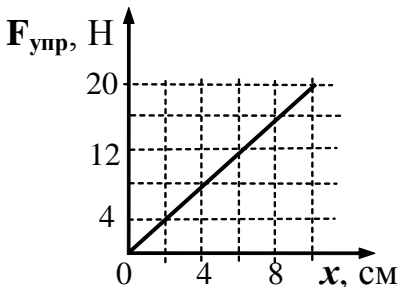
A1

Тело движется вдоль оси Ox , причем проекция скорости v_x меняется с течением времени по закону, приведенному на графике. Какой путь прошло тело за время от 4 до 16 с?



- 1) 16 м 2) 28 м 3) 36 м 4) 32 м

A2



По результатам исследования построен график зависимости модуля силы упругости пружины от ее деформации (см. рисунок). Чему равна жесткость пружины?

- 1) 2 Н/м 2) 200 Н/м 3) 50 Н/м 4) 500 Н/м

A3

Два маленьких шарика находятся на расстоянии r друг от друга. Как нужно изменить это расстояние, чтобы сила гравитационного притяжения шариков уменьшилась в 9 раз?

- 1) увеличить в 3 раза
- 2) увеличить в 9 раз
- 3) увеличить в $\sqrt{3}$ раз
- 4) уменьшить в 3 раза

A4 Четыре тела двигались вдоль оси Ox . В таблице представлена зависимость их координат от времени.

t, c	0	2	4	6	8	10
x_1, m	0	4	8	12	16	20
x_2, m	0	1	4	9	16	25
x_3, m	3	3	3	3	3	3
x_4, m	3	2	0	-2	-3	-2

Какое из тел могло двигаться равноускоренно?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

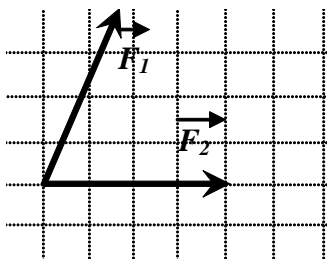
A5 Два маленьких шарика массой m каждый находятся на расстоянии r друг от друга и притягиваются с силой F . Какова сила гравитационного притяжения двух других

шариков, если масса одного $3m$, масса другого $\frac{m}{3}$, а расстояние между их центрами $3r$?

- 1) $\frac{F}{3}$
- 2) $\frac{F}{9}$
- 3) $3F$
- 4) $9F$

A6

На тело в инерциальной системе отсчета действуют две силы F_1 и F_2 и равнодействующая



системе отсчета F_2 . Как направлена сила?

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

A7

При деформации 2 см железная пружина имеет потенциальную энергию упругой деформации 4 Дж. Как изменится

потенциальная энергия этой пружины при увеличении деформации еще на 2 см?

- 1) уменьшится в 2 раза
- 2) уменьшится в 4 раза
- 3) увеличится в 2 раза
- 4) увеличится в 4 раза

Решите следующие задачи:

8. Автомобиль совершает поворот на горизонтальной дороге по дуге окружности. Каков минимальный радиус окружности траектории автомобиля при его скорости 18 м/с и коэффициенте трения автомобильных шин о дорогу 0,4?

9. После удара клюшкой шайба стала скользить вверх по ледяной горке и у ее вершины имела скорость 5 м/с. Высота горки 10 м. Если трение шайбы о лед пренебрежимо мало, то после удара скорость шайбы равнялась

10. Тело движется по прямой. Под действием постоянной силы величиной 6 Н импульс тела увеличился на 18 кг·м/с. Сколько времени потребовалось для этого?

11. Мимо остановки по прямой улице проезжает грузовик со скоростью 10 м/с. Через 5 с от остановки вдогонку грузовику отъезжает мотоциклист, движущийся с ускорением 3 м/с^2 . На каком расстоянии от остановки мотоциклист догонит грузовик?

12*. Искусственный спутник Земли переходит с высокой на более низкую круговую орбиту. Как изменяются при этом центростремительное ускорение спутника, его скорость и период обращения вокруг Земли?

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.

Центростремительное ускорение	Скорость движения по орбите	Период обращения спутника
-------------------------------	-----------------------------	---------------------------

13* Небольшой камень, брошенный с ровной горизонтальной поверхности земли под углом к горизонту, достиг максимальной высоты 5 м и упал обратно на землю в 20 м от места броска. Чему равна минимальная скорость камня за время полёта

14 * Маленький шарик падает сверху на наклонную плоскость и упруго отражается от неё. Угол наклона плоскости к горизонту равен 30° . На какое расстояние по горизонтали перемещается шарик между первым и вторым ударами о плоскость? Скорость шарика в момент первого удара направлена вертикально вниз и равна 1 м/с .