**ОК – 1**

**Механика**

**кинематика статика динамика**

**ОЗМ** Где? Когда?

**Механическое движение -** изменение положения тела в пространстве относительно других тел с течением времени.

**Движение**

*поступательное вращательное*

все точки одинаково!

**Материальная точка** расстояние >> размеров

можно пренебречь размерами

**Система отсчета:**

1. *Тело отсчета*
2. *Система координат* (СК)

одномерная двухмерная трехмерная

x

трамвай x¸ y

лодка x¸ y, z

муха, клад

1. *Часы*

**Траектория . . .** след

**Пройденный путь . . .**  расстояние ℓ

**Перемещение . . .** вектор   М2

**Модуль перемещения . . .** скаляр s 

М1 ℓ

**Пояснения к ОК – 1**

**Механика –** раздел физики, в котором изучают механическое движение. Механику принято подразделять на кинематику, статику, динамику. **Кинематика -** раздел механики, изучающий способы описания движений без рассмотрения причин этих движений. **Динамика -** раздел механики, изучающий закономерности движения тел под действием приложенных к ним сил. **Статика -** раздел механики, в котором изучаются условия равновесия тел под действием сил. Основная задача механики – определение положения тела в любой момент времени (где? когда?).

**Механическое движение -** изменение положения тела в пространстве относительно других тел с течением времени. Механическое движение делят на поступательное и вращательное. *Поступательное движение –* движение тела, при котором все его точки движутся одинаково. При этом прямая, соединяющая две его любые точки, перемещается, оставаясь все время параллельной самой себе. *Вращательное движение –* движение тела, при котором все его точки движутся по окружностям, центры которых лежат на оси вращения.

Во многих случаях движения тел размеры тела можно не учитывать. Тогда реальные тела можно заменить на абстрактные. Таким абстрактным телом является материальная точка. **Материальная точка –** это тело, размерами которого в данных условиях можно пренебречь. Например, для наблюдателя на старте ракета представляет собой протяженное тело, поскольку ее размеры сравнимы с расстоянием до него. Но по мере удаления ракеты с места старта ее размеры становятся все меньше по сравнению с расстоянием до наблюдателя. Когда размеры ракеты станут намного меньше этого расстояния, ракету можно считать материальной точкой.

Прежде чем изучать движение, необходимо построить **систему отсчета,** то есть выбрать тело отсчета, связать с ним систему координат и часы, покоящиеся в этой системе отсчета. Тело, относительно которого рассматривают движение других тел, называют *телом отсчета.* Когда тело отсчета выбрано, через какую-нибудь его точку проводят оси координат, и положение любой точки в пространстве описывают ее координатами. Рассматривают одномерную, двухмерную и трехмерную *систему координат*. Положение тела на прямой определяется одной координатой x (например, трамвай). Это одномерная система координат. В двухмерной системе координат положение тела на плоскости определяется двумя координатами x, y (например, лодка). В трехмерной системе координат положение тела в пространстве определяется тремя координатами x¸ y, z (например, муха). Положение тела меняется с течением времени, поэтому необходимы *часы.* У часов обязательно выбирают начало отсчета времени.

**Траектория –** это линия, которую описывает движущееся тело (то есть след, который оставляет тело). Если траектория - прямая линия, то движение называется прямолинейным, а если кривая, то - криволинейным. **Пройденный путь** – длина траектории (расстояние). Пройденный путь обозначается буквой ℓ. **Перемещение –** это вектор, соединяющий начальную и конечную точки траектории. Обозначается следующим образом . Вектор – направленный отрезок прямой. М**одуль перемещения-** это численное значение перемещения (скаляр). Траектория движения тела может и не совпадать с перемещением. При криволинейном движении путь численно больше модуля перемещения.

**ОК – 2**

**Элементы векторной алгебры**

**Скалярные величины -** … (t¸ m)

**Векторные величины -** … ()

**Сложение векторов.** Вектора складываются по правилам:

1) параллелограмма; 2) треугольника.



















Если вектора параллельны, то:













Математические действия с векторами производятся геометрически.

**Проекция вектора на ось.**





x

0







x

0





0

x



Проекция вектора на ось – скаляр, поэтому математические действия – алгебраически.

координаты









y











x

y

**Модуль вектора перемещения: **

a2= b2 + c2 – 2bс cos α (теорема косинусов)

**Пояснения к ОК – 2**

**Элементы векторной алгебры**

Различают скалярные и векторные величины.

**Скалярные величины –** величины, характеризующиеся числовым значением (t¸ m). **Векторные величины –** величины, характеризующиеся числовым значением и направлением ().

**Сложение векторов.** Вектора складываются по правилам:

1) параллелограмма – расположить вектора  и так, чтобы они выходили из одной точки, достроить до параллелограмма; диагональ, исходящая из начальной точки и является суммой этих векторов;

2) треугольника – из конца вектора  отложить вектор ; вектор, соединяющий начало вектора  и конец вектора , является суммой этих векторов. 

Математические действия с векторами производятся геометрически.

Если вектора параллельны, то они складываются аналогично. По модулю результирующий вектор равен арифметической сумме (если в одну сторону), либо арифметической разности (если в разные стороны). Направлен результирующий вектор либо в ту же сторону, что и складываемые векторы, либо в сторону большего по модулю вектора.

**Проекцией** вектора  на ось Х называется отрезок  между проекциями на эту ось начала и конца вектора. Если проекция вектора на ось совпадает с положительным направлением оси, то она положительна. В противном случае проекция вектора отрицательна. Если вектор перпендикулярен оси, то его проекция на ось равна нулю.

Проекция вектора на ось – скаляр, поэтому математические действия с проекциями производятся алгебраически.

Если известен вектор перемещения, то известна и его проекция на координатную ось (или оси). Рассмотрим это на примере. Пусть тело совершило перемещение , где (,) – начало перемещения, (x,y) – конец перемещения.

Тогда:



- проекция вектора  на ось Х



- проекция вектора  на ось Y

*Проекция вектора перемещения на оси координат X и Y равны изменениям координат тела x и y.*

Зная вектор перемещения, можно узнать и координаты тела x и y:



Модуль вектора перемещения равен ****

Если треугольник не прямоугольный, то одну из сторон можно найти по теореме косинусов: a2= b2 + c2 – 2bс cos α

**ОК – 3**

**Равномерное прямолинейное движение**

… любые t

равные … s

Всплывает пузырек, тонут тела, опускается парашют.

Время – t – с  ℓ=s (?!)

Путь - ℓ - м

Модуль перемещения – s –м 

Модуль скорости – υ – м/с

36  =  = 10  *спидометр*

x =

*физич. смысл скорости:*

уравнение координаты x = x0 + υxt

*Проекция скорости*





х

0

х

0

vx >0

vx <0

*График скорости График координаты*

0

v

α

2

s

t2

t1

x

t

t

1

2

3

1

3

0

υx=tq α

****v2 > v1

v3 < 0

s = v1· (t2 – t1)

**Пояснения к ОК – 3**

**Равномерное прямолинейное движение –** движение, при котором тело за *любые* одинако-вые промежутки времени совершает *равные* перемещения. Например, всплывает пузырек газа в стакане газированной воды, тонут тела, опускается парашютист с раскрытым парашютом.

Для количественной характеристики процесса движения тела вводится понятие скорости движения. **Скоростью** равномерного прямолинейного движения называют величину, равную отношению перемещения тела к промежутку времени, в течение которого это перемещение произошло. Для нахождения скорости тела (υ) надо знать пройденный им путь (s) и разделить его на время движения (t):  . Скорость – векторная величина, то есть имеет направление. При равномерном движении скорость тела остается постоянной.

Зная скорость равномерного движения, можно найти путь, пройденный за любой промежуток времени, по формуле . Направлен вектор скорости так же, как вектор перемещения. Направление вектора скорости – это и есть направление движения тела. Так как движение прямолинейное, то пройденный путь и модуль перемещения равны.

В Международной системе (СИ) единицей расстояния является метр, единицей времени – секунда; поэтому скорость выражается в *метрах в секунду*: . Скорость тела можно измерять также в *километрах в час* ( ); *километрах в секунду* () и др. Рассмотрим, как переводят  в  : 36  =  = 10 . Скорость движения транспортных машин измеряется прибором – *спидометром*, где числа шкалы показывают скорость, выраженную в  .

*Физический смысл скорости:* скорость характеризует

x =

быстроту изменения координаты в единицу времени. При

этом необходимо помнить, что проекция скорости υx может

быть как положительной, так и отрицательной.

Уравнение координат имеет следующий вид: x = x0 + υxt . Данное уравнение показывает, как координата **х** тела зависит от времени **t**. А это и есть решение основной задачи механики.

*График скорости* показывает, как изменяется скорость с течением времени. Его получают, откладывая по оси абсцисс время, а по оси ординат – проекции скорости тела. График скорости представляет собой прямую, параллельную оси времени. Чем выше график, тем больше скорость тела. Графики 1 и 2 относятся к случаю, когда проекция скорости >0, график 3 – когда проекция <0. Перемещение тела за данный промежуток времени численно равно площади закрашенного прямоугольника.

*График координаты* показывает, как изменяется координата с течением времени. Его получают, откладывая по оси абсцисс время, а по оси ординат – координаты тела. Координата линейно зависит от времени. Чем круче график движения, тем больше скорость (υx=tq α). Графики 1 и 3 соответствуют движению тела сонаправленно с осью Х, график 2 – в противоположном направлении. Начальная координата графика 1 равна нулю. У графика 2 координата в начальный момент времени х0>0, у графика 3 х0<0.

**ОК – 4**

**Относительность движения**

|  |  |
| --- | --- |
| Положение тела различно относи-тельно разных систем координат.  Движение тела различно относи-тельно разных систем координат.  **Всякое движение, а также покой тела относительны.** | **4** |











x

- скорость тела относительно подвижной системы отсчета,

- скорость подвижной системы отсчета относительно неподвижной системы отсчета,

- скорость тела относительно неподвижной системы отсчета.

=+ (*классический закон сложения скоростей*)

- перемещение тела относительно подвижной системы отсчета,

- перемещение подвижной системы отсчета относительно неподвижной системы отсчета,

- перемещение тела относительно неподвижной системы отсчета.

=+

|  |  |
| --- | --- |
| 4 |  |

**Принцип относительности Галилея:** Все ИСО равноправны: ход времени, масса, ускорение и сила в них записываются одинаково.

Скорости и перемещения связаны правилами сложения этих величин.

**Пояснения к ОК – 4**

Положение тела различно относительно разных систем координат: в системе хоу А(4, 2), а в системе х1оу1 А(2,4).

Абсолютного покоя в природе не существует. Если тело находится в покое относительно другого, то всегда можно найти такие тела, относительно которых оно движется. Например, человек сидит в движущемся автобусе. Относительно автобуса человек находится в состоянии покоя, а относительно домов, деревьев – движется. Движение тела различно относительно разных систем координат. То, что характер данного движения тела оказывается различным относительно разных тел, называют *относительностью движения.*

**Всякое движение, а также покой тела относительны.**

При изучении движений на поверхности Земли обычно принимают за систему отсчета Землю. Рассмотрим, как связаны между собой скорости движения тела в различных системах отсчета. Рассмотрим такой пример. Тележка движется по прямолинейному участку пути равномерно со скоростью  относительно Земли. Мяч движется относительно тележки со скоростью. Скорость мяча относительно Земли равна =+. Закон, выражаемый данной формулой, называется *классическим законом сложения скоростей*.

Перемещение мяча относительно Земли находиться по формуле: =+, где - перемещение мяча относительно движущейся тележки, - перемещение тележки относительно Земли.

Рассмотрим другой пример. Система хоу является неподвижной, система х1оу1 движется относительно системы хоу со скоростью v2, перпендикулярно оси ох1 движется кубик со скоростью v1. Кубик переместился на , система х1оу1 на . Перемещение и скорость кубика относительно системы хоу находятся по формулам: =+ и =+. Если кубик будет двигаться не перпендикулярно оси ох, а под некоторым углом, то формулы будут такие же.

**Перемещение тела и перемещение системы складываются векторно; скорость тела и скорость системы отсчета складываются векторно.**

Если мы будем производить разные механические опыты в вагоне поезда, идущего равномерно по прямолинейному участку пути, а затем повторим те же опыты на земной поверхности, то убедимся, что они будут совершено одинаковые. В ИСО невозможно отличить покой от равномерного прямолинейного движения. Для любых механических явлений все ИСО оказываются равноправными. Это впервые установил Г.Галилей и называется по его имени.

**Принцип относительности Галилея:** Все ИСО равноправны: ход времени, масса, ускорение и сила в них записываются одинаково.

Скорости и перемещения связаны правилами сложения этих величин.

**Неравномерное прямолинейное движение (переменное)**

… любые t неравные … s

*Средняя скорость –* весь путь ко всему времени. =

|  |  |
| --- | --- |
| *Мгновенная скорость* – средняя скорость за столь малый промежуток времени, что движение кажется равномерным. | 5 |

**Пояснения к ОК – 5**

**Неравномерное прямолинейное движение –** движение, при котором тело за равные промежутки времени совершает неодинаковые перемещения. При неравномерном движении нельзя говорить о какой – то определенной скорости, так как отношение пройденного пути к соответственному промежутку времени не одинаково для разных участков. Если, однако, нас интересует движение только на каком-либо определенном участке пути, то это движение в целом можно охарактеризовать, введя понятие средней скорости движения. *Средняя скорость –* отношение длины данного участка к промежутку времени, за который этот участок пройден.

В общем случае средняя скорость не равна среднему значению от средних скоростей на отдельных участках пути.

Для описания неравномерного движения можно определить среднюю скорость движения на нескольких участках пути. Однако это даст лишь грубое, приближенное понятие о характере движения. Для более точного описания движения необходимо измерять средние скорости за малые промежутки времени. Среднюю скорость, измеренную за столь малый промежуток времени, что движение можно считать равномерным, называют *мгновенной скоростью.* Мгновенная скорость равномерного движения постоянна. Мгновенная скорость неравномерного движения – переменная величина, принимающая различные значения в разные моменты времени.

**ОК – 6**

**Равнопеременное прямолинейное движение (ускоренное)**

… любые t … скорость υ изменяется одинаково

Ускорение – изменение скорости за единицу времени (векторная)

**=**  =

ах >0; υх>0 или ах <0; υх<0 - равноускоренное движение (РУ)

ах <0; υх>0 или ах >0; υх<0 – равнозамедленное движение (РЗ)

**υ=υ0+at** - скорость равноускоренного прямолинейного движения

при υ0=0: υ = at

Уравнение равноускоренного прямолинейного движения

x = x0 + υ0хt +; sx= υ0хt +; при υ0х=0: sx=

Связь перемещения тела с его скоростью: sx=

*График скорости*

vx=v0x - axt

0

v0x

v

t

vx=v0x + axt

vx=axt

x

t

α

t

V0

v



S

v=tg α

*Графическое представление движения*

|  |  |
| --- | --- |
| ax>0  vx<0  ax>0  vx<0  ax<0  vx<0  РУ  РЗ  ax<0  vx>0  aх>0  vx>0 | *Графики движения* показывают, как изменяется координата тела с течением времени. Они представляют собой ветви парабол, которые направлены вверх, если а>0, или вниз, если а<0. Вершина параболы находится в точках:  x= - ; y=c - , где a=, b=, с=. |

**Пояснения к ОК – 6**

**Равнопеременное прямолинейное движение (ускоренное) –** движение тела, при котором его скорость за *любые* одинаковые промежутки времени изменяется одинаково. Например, шарик, падающий на Землю или скатывающийся по наклонной плоскости.

Чтобы количественно охарактеризовать изменение скорости с течением времени, вводят новую физическую величину – ускорение. **Ускорением** называют векторную величину, численно равную изменению скорости за единицу времени. Ускорение равно отношению изменения скорости к промежутку времени, за которое это изменение произошло.

В Международной системе (СИ) единица ускорения есть 1м в секунду за секунду, или 1м/с2.

Если скорость увеличивается, то такое движение называют равноускоренным (ах>0), если скорость уменьшается, то такое движение называют равнозамедленным (ах<0). Иногда оба эти вида движения называют равноускоренным, имея в виду, что ускорение может быть как положительным, так и отрицательным. Когда ах >0; υх>0 или ах <0; υх<0, то это равноускоренное движение, при ах <0; υх>0 или ах >0; υх<0 – равнозамедленное движение.

Скорость равноускоренного прямолинейного движения находится по формуле: υ=υ0+at .

Если начальная скорость равна нулю υ0=0, то υ = at.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Уравнение равноускоренного прямолинейного движения имеет вид: | | x = x0 + υ0хt + sx= υ0хt + | |
| Если начальная скорость равна нулю υ0=0, то sx=. | Связь перемещения тела с его скоростью: sx= | |

*График скорости* представляет собой прямую линию, пересекающую ось скоростей в точке υ0. Чем круче график, тем больше ускорение тела. При положительном ускорении график скорости направлен вверх, если ускорение отрицательное, то прямая линия наклонена вниз. Если начальная скорость равна нулю, то график скорости выходит из начала координат. По графику можно определить перемещение тела 

*Графики движения* показывают, как изменяется координата тела с течением времени. Они представляют собой ветви парабол, которые направлены вверх, если а>0, или вниз, если а<0. Вершина параболы находится в точках:

x= - ; y=c - , где a=, b=, с=.

По графику движения можно определить скорость движения тела: v=tg α

**ОК – 7**

**Свободное падение**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Аристотель:**  чем >m, тем <α лист и книга  гири 100 г и 1 кг | **Галилей** | **los5** | **los5** | **Ньютон**  Истинно свободное |

… в вакууме без начальной скорости (от массы не зависит)

Равноускоренное движение: g=9,8  - ускорение свободного падения

g - положительно – вниз ↓ g – отрицательно – вверх ↑

1. Скорость тела в произвольный момент времени t:

v=v0 + gt , при v0=0: v=gt

0

2. Путь, пройденный телом к моменту времени t:



h=v0t + , при v0=0: h=



h

3. Скорость тела после прохождения пути h:

v=, при v0=0: v=

4. Продолжительность свободного падения с высоты h:

Y

t=

t

Y

t

v

**Пояснения к ОК – 7**

Если книга и лист бумаги начали падать с одинаковой высоты одновременно, то книга достигнет земли раньше, чем лист. Из подобных повседневных наблюдений, казалось бы, следует, что под действием силы тяжести тяжелые тела падают быстрее легких. Такое неверное заключение было сделано Аристотелем, и это воззрение продержалось в науке почти две тысячи лет. Только в 1583 г. Галилей на основании более глубокого опытного изучения законов падения опроверг мнение Аристотеля. Галилей установил, что в отсутствие сопротивления воздуха все тела падают одинаково.

**Свободное падение –** падение тел в вакууме без начальной скорости. В свободном падении все тела, независимо от массы, движутся одинаково (перышко и дробинка). Свободное падение тел является равноускоренным движением. **Ускорение свободного падения** – это ускорение, с которым падают на землю тела в пустоте: g=9,8 

Когда тело движется вниз, g - положительно. При движении тела вверх: g - отрицательно.

1. Скорость тела в произвольный момент времени t: v=v0 + gt , при v0=0: v=gt

2. Путь, пройденный телом к моменту времени t: h=v0t + , при v0=0: h=

3. Скорость тела после прохождения пути h: v=, при v0=0: v=

4. Продолжительность свободного падения с высоты h: t=

**ОК – 8**

**Движение тела, брошенного вертикально вверх**

v=0

Y

1. Начальная скорость тела: v0=gt, (так как v=0)

2. Время подъема: 

h



3. Скорость тела в момент времени t: v= v0-gt



4. Высота подъема (max): 

5. Высота подъема в момент времени t: h=v0t - 

0

t

Y

t

v

**Пояснения к ОК – 8**

Рассмотрим движение тела, которому сообщена некоторая начальная скорость v0, направленная вертикально вверх. В этой задаче удобно считать положительным направление кверху. Так как ускорение направлено вниз, то движение будет равнозамедленным. Скорость тела в момент времени t : v=v0 – gt. Когда скорость тела уменьшится до нуля, тело достигнет высшей точки подъема.

Начальная скорость тела v0=gt, так как в высшей точке подъема v=0

Время подъема . Время падения тела с высшей точки равно времени поднятия тела в эту точку.

Высота наивысшей точки подъема тема . Высота подъема в момент времени t находится по формуле: h=v0t - .