

«КИНЕМАТИКА»

Механическим движением называется изменение положения тела в пространстве относительно других тел с течением времени.

Совокупность тела отсчета, системы координат и прибора для измерения времени называется системой отсчета.

Материальной точкой называется тело, размерами которого можно пренебречь по сравнению с расстоянием, на котором оценивается действие этого тела на другие, в данном конкретном случае.

Траектория – линия, по которой движется тело («след» движения).

Путь – длина траектории.

Перемещение – направленный отрезок (вектор), соединяющий начальную и конечную точки траектории.

Прямолинейным называется движение, траектория которого прямая линия.

При прямолинейном движении модуль перемещения равен величине пройденного пути.

Равномерным называется движение, при котором за одинаковые промежутки времени тело проходит одинаковый путь.

Скоростью равномерного движения называется отношение пути ко времени, за которое этот путь был пройден.

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$$

\vec{v} - скорость [v]=м/с; \vec{s} - перемещение [s]=м; t - время [t]=с.

Средней путевой скоростью называется отношение всего пути к полному времени движения.

$$v_{\text{ср.}} = \frac{s_{\text{весь}}}{t_{\text{полное}}}$$

В случае движения по окружности вычисление пути связано с нахождением длины окружности: $s = 2\pi R$.

R – радиус окружности [R] = м; $\pi = 3,14$ – постоянная.

Равноускоренным называется движение, при котором за одинаковые промежутки времени скорость изменяется на одинаковую величину.

Отношение изменения скорости ко времени, за которое оно произошло, называется ускорением:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$$

a - ускорение, [a] = м/с²; v - конечная скорость, v_0 - начальная скорость, [v] = м/с; t - время, [t] = с.

Перемещение при равноускоренном движении может быть вычислено по формулам:

$$\vec{s} = \vec{v}_0 \cdot t + \frac{\vec{a} \cdot t^2}{2} \quad \text{или} \quad \vec{s} = \frac{v^2 - v_0^2}{2 \cdot \vec{a}}$$

s – перемещение, [s] = м.

Для описания прямолинейного движения достаточно использовать систему координат с одной единственной осью (при движении в горизонтальном направлении ось обычно обозначают X). Для решения основной задачи механики, т.е. определения положения тела в любой момент времени, можно пользоваться алгебраическими методами, записывая уравнения движения. Уравнение РПД выглядит следующим образом:

$$x = x_0 + v_x \cdot t, \text{ где}$$

x – координата тела в момент времени t , отсчитываемая

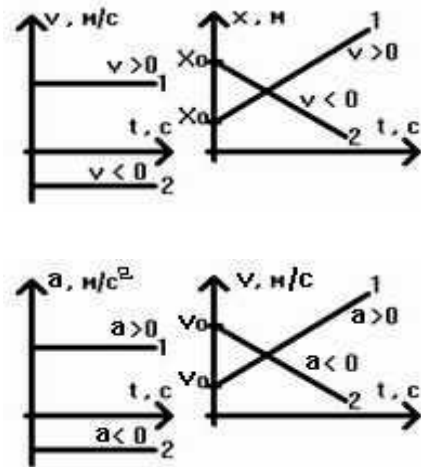
относительно некоторого тела, выбранного в качестве тела отсчета, x_0 — начальная координата (координата тела в начальный момент времени) v_x — проекция вектора скорости на ось X (если вектор скорости сонаправлен с осью, то проекция считается положительной; если вектор скорости направлен в сторону, противоположную оси, то проекция считается отрицательной).

Уравнение РУПД записывается так:

$$x = x_0 + v_{0x} \cdot t + \frac{a_x \cdot t^2}{2}, \text{ где}$$

v_{0x} — проекция вектора начальной скорости на ось X, a_x — проекция вектора ускорения на ось X (при разгоне — положительна, при торможении — отрицательна).

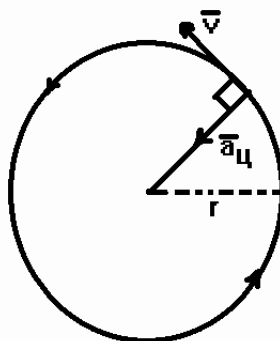
Решать основную задачу механики можно и графически. Графики зависимости проекции скорости от времени при РПД и координаты тела от времени при РПД и графики зависимости проекции ускорения от времени при РУПД и проекции скорости от времени при РУПД представлены на рисунке. Зная уравнение движения можно построить соответствующие графики, и, наоборот, по графику можно вывести уравнение движения.



Вследствие притяжения к Земле движения в вертикальном направлении являются ускоренными. Ускорение, придаваемое телам полем силы тяжести, получило название ускорение свободного падения. Имеет специальное обозначение \vec{g} . Величина ускорения свободного падения незначительно отличается для

разных точек Земли и принимается равной $g = 9,81 \text{ м/с}^2$. Вектор ускорения свободного падения направлен перпендикулярно поверхности Земли и внутрь ее, а если принимать форму Земли шарообразной, точно к центру Земли. Для решения задач на движение в вертикальном направлении в формулах, приведенных в этом разделе, вместо \vec{a} применяют \vec{g} .

При движении по окружности, в любой ее точке вектор скорости направлен по касательной к окружности. Таким образом, направление скорости изменяется, и даже если движение по окружности происходит с постоянной по модулю скоростью, оно является ускоренным. Ускорение, возникающее только из-за изменения направления скорости, направлено к центру окружности и называется центростремительным.



Величина центростремительного ускорения вычисляется по формуле:

$$a_{ц} = \frac{v^2}{r}$$

$a_{ц}$ - центростремительное ускорение $[a_{ц}] = \text{м/с}^2$; v - модуль скорости $[v] = \text{м/с}$; r – радиус окружности $[r] = \text{м}$.

Движение по окружности характеризуется периодом и частотой. Период вращения – время одного полного оборота (T). Частота – количество полных оборотов за единицу времени (n). Период измеряется в секундах $[T] = \text{с}$. Частота измеряется в Герцах $[n] = \text{с}^{-1}$

= Гц. Период и частота связаны между собой формулой:

$$T \cdot n = 1$$

Для вычисления постоянной по модулю скорости при вращении через период или частоту пользуются формулами:

$$v = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi r n$$

Угловой скоростью называется отношение изменение угла ко времени, за которое это изменение произошло.

$$\omega = \frac{\Delta \varphi}{t} = \frac{\varphi - \varphi_0}{t}$$

ω - модуль угловой скорости [ω] = рад/с; φ_0 - начальный угол
 φ - конечный угол [φ] = рад; t – время [t] = с.

Угловая скорость связана с линейной скоростью:

$$v = \omega \cdot r.$$

В связи со свободой выбора наблюдателем тела отсчета любое движение относительно, т.е. в системах отсчета, связанных с разными телами отсчета, одно и то же движение может описываться по-разному. При переходе из одной системы отсчета в другую пользуются определенными правилами пересчета таких величин, как, например: перемещение, скорость, ускорение. Пусть некая подвижная система отсчета имеет скорость \vec{v}_2 относительно некоторой неподвижной системы, и рассматривается тело, которое в подвижной системе отсчета имеет скорость \vec{v}_1 , а в неподвижной системе отсчета тоже самое тело имеет скорость \vec{v} , тогда справедлив закон сложения скоростей: $\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$, а также закон сложения перемещений: $\vec{s} = \vec{s}_1 + \vec{s}_2$, где \vec{s} – перемещение тела относительно неподвижной системы отсчета, \vec{s}_1 – перемещение тела относительно подвижной системы отсчета, \vec{s}_2 – перемещение подвижной системы отсчета относительно неподвижной системы отсчета.

«КИНЕМАТИКА»

Равномерное прямолинейное движение.

Относительность движений.

1. Кто раньше услышит артиста, выступающего перед микрофоном в одном из концертных залов Москвы: зритель, сидящий в этом зале на расстоянии 50 м от артиста, или радиослушатель, сидящий у своего радиоприемника в Санкт-Петербурге на расстоянии 650 км от Москвы? (Считать скорость звука в воздухе равной 340 м/с, скорость распространения радиоволн — 300000 км/с.)

2. Товарный и пассажирский поезда идут навстречу друг другу со скоростями 54 км/час и 72 км/час соответственно. Проводник пассажирского состава заметил, что товарный состав прошел мимо него за 5 сек. Какова длина этого состава?

3. Спидометр автомобиля, кроме значения скорости, показывает километраж, пройденный автомобилем» Что это — перемещение или путь?

4. Какую скорость сообщает двигатель моторной лодке, если она движется перпендикулярно берегу со скоростью 1,6 м/с? Скорость течения реки равна 1,2 м/с. Каково время движения лодки, если ширина реки 50 м?

5. С полки равномерно движущегося автобуса падает яблоко. Какова траектория яблока относительно наблюдателя, связанного с Землей? Изобразите траекторию на рисунке.

Равноускоренное прямолинейное движение

6. Какова величина пути, пройденного телом, если его начальная скорость движения на участке составляет 54 км/час, конечная скорость — 90 км/час, а ускорение движения равно 2 м/с^2 ?

7. Какова взлетная скорость самолета, если он совершает разбег в течение 25 секунд с ускорением 3 м/с^2 ?

8. С каким ускорением движется автомобиль, если за 10 секунд его скорость изменилась от 36 км/час до 54 км/час?

9. Скорость кузнечного молота при ударе по заготовке составляет 8 м/с. Сколько времени длился удар, если ускорение движения молота равно 200 м/с^2 ?

Свободное падение

10. Мяч, брошенный вертикально вверх, упал на землю через 4 секунды. Каковы были скорость его бросания и максимальная высота подъема?

11. Для определения глубины расщелины альпинист кинул в нее камень. Через 6 секунд он услышал звук. Какова глубина шахты? (Скорость звука в воздухе при данных условиях составляет 340 м/с.)

12. Найти высоту подъема сигнальной ракеты, выпущенной со скоростью 40 м/с под углом 60° к горизонту.

13. Камень, брошенный горизонтально с утеса высотой 10 м, упал от подножия утеса на расстоянии 28 м. С какой скоростью он влетел в воду?

Движение по окружности

14. Средний радиус Земли составляет 6370 км. Определите линейную скорость вращения точки, лежащей на экваторе при вращении Земли вокруг своей оси.

15. Центробежное ускорение вращающегося тела $0,5 \text{ м/с}^2$. Определите его угловую скорость, если диаметр окружности 80 см.

16. Чему равна скорость движения велосипедиста, если радиус колеса велосипеда составляет 0,4 м, а угловая скорость —

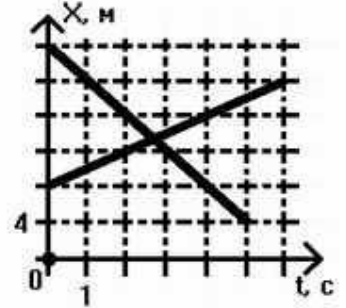
12,5 рад/с?

17. За какое время колесо, имеющее угловую скорость 4π рад/с, сделает 100 оборотов?

Уравнения и графики движения

18. По графику определить проекцию скорости движения тел.

19. Движение тела описывается уравнениями: $x = 5 \cdot t$; $y = 0$. Найти скорость тела и путь, пройденный за 3 с.



20. Движение тела описывается уравнением: $x = t \cdot (t + 1)$. Найти среднюю скорость за первую секунду движения.