



§ 6.

Равномерное прямолинейное движение. Скорость

В 7-м классе вы изучали равномерное прямолинейное движение, познакомились с понятием «скорость». Скалярной или векторной величиной является скорость? Каковы закономерности равномерного прямолинейного движения?

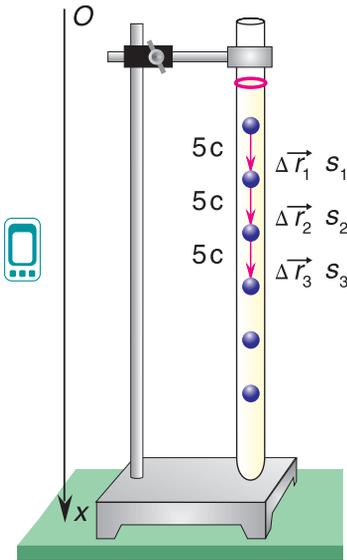


Рис. 43

Вы знаете, что движение, при котором за любые равные промежутки времени тело проходит одинаковые пути, называется **равномерным**. В каком случае одинаковыми будут не только пути, но и перемещения?

Продедаем опыт. Проследим за падением металлического шарика в вертикальной трубке, заполненной вязкой жидкостью (например, густым сахарным сиропом) (рис. 43). Будем отмечать положение шарика через равные промежутки времени. Опыт показывает, что за равные промежутки времени, например за $\Delta t_1 = \Delta t_2 = \Delta t_3 = \dots = 5 \text{ с}$, шарик проходит равные пути $s_1 = s_2 = s_3 = \dots$ и совершает одинаковые перемещения $\Delta \vec{r}_1 = \Delta \vec{r}_2 = \Delta \vec{r}_3 = \dots$. Уменьшим промежутки времени. Во столько же раз уменьшатся перемещения шарика и пройденные пути, но по-прежнему за равные промежутки времени они будут равны.

Сделаем вывод. При равномерном прямолинейном движении тело за любые равные промежутки времени совершает одинаковые перемещения и проходит одинаковые пути.

В 7-м классе вы находили скорость равномерного движения тела как отношение пути к промежутку времени, за который путь пройден: $v = \frac{s}{\Delta t}$. Это отношение показывает, как быстро движется тело, но ничего не говорит о направлении движения. Чтобы скорость характеризовала и быстроту движения, и его направление, ее определяют через перемещение.

Скорость равномерного прямолинейного движения — это величина, равная отношению перемещения к промежутку времени, за который оно совершено:

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}. \quad (1)$$

Из равенства (1) следует, что скорость \vec{v} — **векторная физическая величина**. Ее модуль численно равен модулю перемещения за единицу времени, а направление совпадает с направлением перемещения (т. к. $\Delta t > 0$).

Отношение $\frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$ для всех участков движения на рисунке 43 одинаково: $\frac{\Delta \vec{r}_1}{\Delta t_1} = \frac{\Delta \vec{r}_2}{\Delta t_2} = \frac{\Delta \vec{r}_3}{\Delta t_3} = \dots$. Значит, скорость \vec{v} равномерного прямолинейного движения постоянна: с течением времени не изменяется ни ее модуль, ни ее направление.

Из формулы (1) легко найти перемещение:

$$\Delta \vec{r} = \vec{v} \Delta t \tag{2}$$

и путь s (равный модулю перемещения Δr):

$$s = v \Delta t. \tag{3}$$

А как определить положение равномерно и прямолинейно движущегося тела в любой момент времени t ? Рассмотрим пример. Автомобиль движется с постоянной скоростью по прямолинейному участку шоссе (рис. 44).

Автомобиль рассматриваем как материальную точку. Из формулы (2) находим проекцию перемещения автомобиля на ось Ox :

$$\Delta r_x = v_x \Delta t. \tag{4}$$

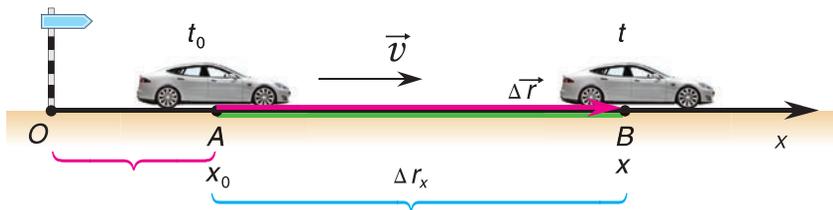


Рис. 44

Согласно рисунку 44 за время $\Delta t = t - t_0$ автомобиль совершил перемещение $\Delta r_x = x - x_0$. Подставляя Δr_x и Δt в равенство (4), получим: $x - x_0 = v_x(t - t_0)$.

Приняв $t_0 = 0$, запишем формулу для координаты автомобиля:

$$x = x_0 + v_x t. \tag{5}$$

Координата равномерно и прямолинейно движущегося тела линейно зависит от времени.

Зависимость координаты движущегося тела от времени называется *кинематическим законом движения*. Формула (5) выражает кинематический закон *равномерного прямолинейного движения*.

Для измерения скорости используются специальные приборы. В автомобилях имеется спидометр (рис. 45), на самолетах — указатель скорости. Эхолоты измеряют

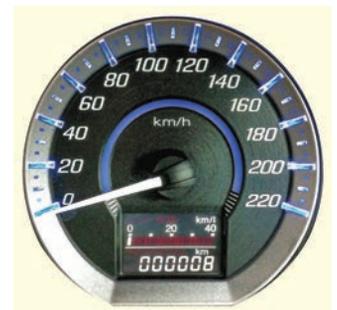


Рис. 45



скорость тел, движущихся под водой, а радиолокаторы (радары) — в воздухе и по земле. Сотрудники службы дорожного движения с помощью портативного радара с видеокамерой (рис. 46) регистрируют скорость транспортных средств.

Рис. 46

▼ Для любознательных



Рис. 47



Рис. 48

Скорости движения могут сильно отличаться. За одну секунду черепаха может преодолеть несколько сантиметров, человек — до 10 м, гепард — до 30 м, гоночный автомобиль — около 100 м.

Около 8 км за секунду пролетает по орбите спутник Земли (рис. 47). Но даже скорости космических кораблей «черепахи» по сравнению со скоростью микрочастиц в ускорителях. В современном ускорителе (рис. 48) электрон за одну секунду пролетает почти 300 000 км!

□ Главные выводы

1. При равномерном прямолинейном движении за любые равные промежутки времени тело совершает одинаковые перемещения.
2. Скорость равномерного прямолинейного движения постоянна: с течением времени не изменяется ни ее модуль, ни ее направление.
3. При равномерном прямолинейном движении тела модуль перемещения равен пути, пройденному за тот же промежуток времени.
4. Координата равномерно и прямолинейно движущегося тела линейно зависит от времени.

? Контрольные вопросы

1. Что выражает скорость равномерного прямолинейного движения?
2. Как направлена скорость при равномерном прямолинейном движении?
3. В каком случае проекция скорости движения будет отрицательной?
4. Как зависит координата тела от времени при равномерном прямолинейном движении? Какой будет эта зависимость, если начальное положение тела совпадает с началом координат?
5. Какие из характеристик движения — путь, скорость, перемещение, координата — являются векторными?



Пример решения задачи

Кинематический закон прямолинейного движения лодки по озеру вдоль оси Ox задан уравнением $x = A + Bt$, где $A = 100$ м, $B = 7,2 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Определите: 1) проекцию скорости лодки v_x ; 2) координату лодки x_1 в момент времени $t_1 = 1,5$ мин; 3) проекцию перемещения Δr_x лодки на ось Ox и путь, пройденный лодкой за время от момента t_1 до момента $t_2 = 3,5$ мин.

Дано:

$$x = A + Bt$$

$$A = 100 \text{ м}$$

$$B = 7,2 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 2,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$t_1 = 1,5 \text{ мин} = 90 \text{ с}$$

$$t_2 = 3,5 \text{ мин} = 210 \text{ с}$$

$$v_x \text{ — ?}$$

$$x_1 \text{ — ?}$$

$$\Delta r_x \text{ — ?}$$

$$s \text{ — ?}$$

Решение

Сделаем рисунок к задаче.



Рис. 49

По условию задачи координата лодки линейно зависит от времени. Значит, лодка движется равномерно. Сравнив $x = A + Bt$ и $x = x_0 + v_x t$, получим $x_0 = A = 100$ м, $v_x = B = 2,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

$$\text{Найдем } x_1 = x_0 + v_x t_1 = 100 \text{ м} + 2,0 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 90 \text{ с} = 280 \text{ м}.$$

Из рисунка 49: проекция перемещения $\Delta r_x = x_2 - x_1 = v_x(t_2 - t_1) = 2,0 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot (210 \text{ с} - 90 \text{ с}) = 240 \text{ м}$; путь $s = \Delta r_x = 240 \text{ м}$.

Ответ: $v_x = 2,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $x_1 = 280 \text{ м}$; $\Delta r_x = s = 240 \text{ м}$.

Упражнение 4

1. Равномерно движущийся электропоезд за время $t = 5,0$ мин прошел путь $s = 6,0$ км. Найдите скорость движения электропоезда.

2. По прямолинейному участку дороги навстречу друг другу двигались легковой автомобиль со скоростью \vec{v}_1 и мотоцикл со скоростью \vec{v}_2 . На переезде они встретились и продолжили равномерное движение. На каком расстоянии от переезда и друг от друга находились автомобиль и мотоцикл через время $t = 0,50$ ч после встречи, если $v_1 = 90 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, $v_2 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$?

3. В течение одного часа самолет летел прямолинейно. Кинематический закон его движения имеет вид: $x = A + Bt$, где $A = 5,0$ км, $B = 720 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Определите скорость самолета, его начальную и конечную координаты. Найдите путь и перемещение самолета за время $t = 20,0$ мин полета. Решение подтвердите рисунком.