

Занятие 4. Кинематика относительного движения. Движение со связями

Закон сложения скоростей

$$\vec{v}_a = \vec{v}_r + \vec{v}_0,$$

где $\vec{v}_a$ – скорость тела относительно неподвижной системы отсчета,

$\vec{v}_r$ – скорость тела относительно движущейся системы отсчета (относительная скорость),

$\vec{v}_0$ – скорость движущейся системы отсчета.

Примеры решения задач

1. Скорость движения теплохода вниз по реке 21 км/час, а вверх – 17 км/час. Скорость течения воды в реке и собственная скорость теплохода равны . . .

численное значение

Решение.

Применим закон сложения скоростей: $\vec{u} = \vec{u}' + \vec{v}$, где $\vec{u}$ – скорость движения теплохода относительно Земли (или берега), $\vec{u}'$ – скорость теплохода относительно воды и $\vec{v}$ – скорость течения воды. Так как скорости теплохода и реки направлены вдоль по одной оси, то векторную сумму можно заменить алгебраической. Тогда для движения вниз по реке: $u_1 = u' + v$; вверх по реке: $u_2 = u' - v$. Вычитая из первого равенства второе получаем $u_1 - u_2 = 2v$, т.е. $v = \frac{21-17}{2} = 2$ км/час. Далее из первого равенства получим, что $u' = u_1 - v = 19$ км/час.

Ответ: $v = 2$ км/час; $u' = 19$ км/час.

2. Два поезда идут навстречу друг другу со скоростями $v_1 = 12$ м/с и $v_2 = 18$ м/с. Скорость второго поезда по отношению к первому . . .

численное значение

Решение.

Пусть подвижная система отсчета связана с первым поездом, неподвижная система – с Землей. Согласно закону сложения скоростей $\vec{v}_2 = \vec{v}'_2 + \vec{v}_1$, где $\vec{v}'_2$ – скорость второго поезда относительно первого. Отсюда $\vec{v}'_2 = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$. Движение происходит вдоль одной оси. Выберем в качестве оси – ось x . Пусть второй поезд идет в положительном направлении оси, а первый – в отрицательном направлении. Найдем проекции векторов скорости на ось x : $v'_2 = v_2 - (-v_1) = v_2 + v_1$; $v'_2 = 12 + 18 = 30$ м/с

Ответ: 30 м/с

3. Капля дождя падает отвесно и оставляет на стекле вагона след под углом $\alpha = 45^\circ$ к вертикали. Скорость вагона $v=10$ м/с. Скорость капли относительно вагона равна . . .

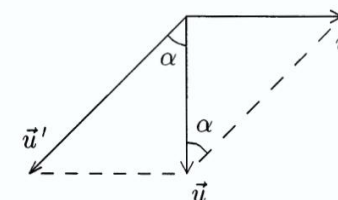
численное значение

Решение.

Применим теорему сложения скоростей: $\vec{u} = \vec{u}' + \vec{v}$, где $\vec{v}$ – скорость вагона, $\vec{u}'$ – скорость капли относительно вагона.

Построим векторы скоростей. Из прямоугольного треугольника найдем

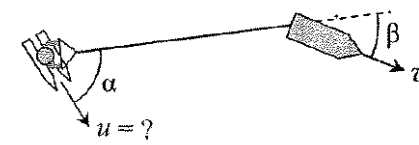
$$u' = \frac{v}{\sin \alpha} = \frac{10}{\sin 45^\circ} = \frac{10}{0,7} = 14,3 \text{ м/с}$$



Ответ: 14,3 м/с

Самостоятельная аудиторная работа.

1. Спортсмен направляет водные лыжи под углом α к фалу (буксировочному тросу), а буксирующий его катер движется со скоростью v под углом β к фалу. Фал не провисает. Найти скорость спортсмена u . Может ли скорость спортсмена превышать скорость катера?



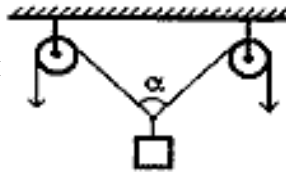
2. Найти скорость v относительно берега реки: а) лодки, идущей по течению; б) лодки, идущей против течения; в) лодки, идущей под углом $\alpha=90^\circ$ к течению. Скорость течения реки равна 1 м/с, скорость лодки относительно воды $u_0=2$ м/с.

3. С самолета, летящего горизонтально с постоянной скоростью $u_0 = 125$ м/с на высоте $h = 1960$ м, сброшен небольшой предмет. На каком расстоянии от самолета будет находиться предмет: через $t_1 = 10$ с после выбрасывания; через $t_1 = 25$ с? Сопротивление воздуха не учитывать.

4. Определить форму траектории каплей дождя на боковом стекле трамвая, движущегося горизонтально со скоростью v_1 , во время его торможения с ускорением a . Капли дождя падают на землю вертикально вниз, и скорость их относительно земли постоянна и равна $2v$.?

5. Концы твердого стержня MN могут свободно скользить по сторонам прямого угла MON. Найти уравнение траектории точки P стержня, которая делит его на части длиной a и b .

6. Груз поднимается при помощи двух неподвижных блоков. Определить скорость груза в момент, когда угол между нитями равен α , если нити вытягиваются с одинаковыми и постоянными скоростями v (рисунок слева).



Задание на дом

1. Самолет летит относительно воздуха со скоростью $u_0 = 800$ км/ч. Ветер дует с запада на восток со скоростью $u_1 = 15$ м/с. С какой скоростью v самолет будет двигаться относительно земли и под каким углом α к меридиану надо держать курс, чтобы перемещение было: а) на юг; б) на север; в) на запад; г) на восток?.
2. Лодка движется перпендикулярно к берегу со скоростью $v = 7,2$ км/ч. Течение относит ее на расстояние $L = 150$ м вниз по реке. Найти скорость и течения реки и время L , затраченное на переправу через реку. Ширина реки $L = 0,5$ км.

Приложение

Размерности физических величин

$$[x] = L \quad [t] = T \quad [v] = LT^{-1} \quad [a] = LT^{-2} \quad [\varphi] = 1 \quad [\omega] = T^{-1} \quad [\varepsilon] = T^{-2}$$

Литература

- [1]. Баранов А. В. Физика. Теория, задачи, тесты: учеб. пособие / Б. Б. Горлов, А. В. Баранов, Г. Е. Невская Г.Е. – : Издательство НГТУ, 2006. – 280 с.
- [2]. Трофимова Т. И. Курс физики: учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова. – 11-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 560 с.
- [3]. Трофимова Т. И. Физика в таблицах и формулах Учеб. пособие для студентов вузов / Т. И. Трофимова. – М.: Дрофа, 2002. – 432 с.