

3.3. На рисунке 3 показана траектория движения тела. Покажите перемещения тела за время его движения из точки A в точку B и из точки A в точку C .



Рис. 3



- 3.4.** Объект, охраняемый часовым, обнесён забором $ABCD$ прямоугольной формы (рис. 4). Часовой обходит объект вдоль забора. Определите путь и модуль перемещения часового, если он из точки A перейдет в точку C . Длина забора $l_1 = 80$ м, ширина $l_2 = 60$ м.

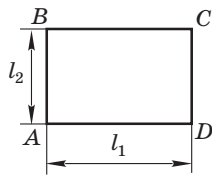


Рис. 4



- 3.5.** Человек прошел по прямолинейному проспекту расстояние $l_1 = 240$ м, затем повернул на перекрестке и прошел в перпендикулярном направлении расстояние $l_2 = 70$ м. На сколько процентов путь, пройденный человеком, больше модуля его перемещения?



3.6. Тело движется из точки A_0 , координаты которой $x_0 = -1$ м, $y_0 = -1$ м, сначала в точку A_1 с координатами $x_1 = 2$ м, $y_1 = 3$ м, а затем в точку A_2 с координатами $x_2 = 5$ м, $y_2 = -1$ м. Определите отношение модуля перемещения тела к его пути. Движение тела между точками прямолинейное.



Занятие

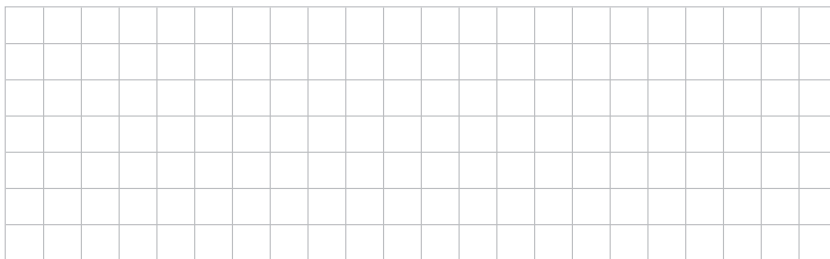


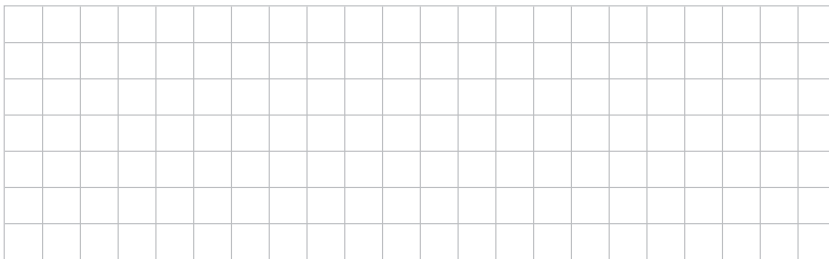
Равномерное движение

4.1. Приведите примеры, опровергающие верность утверждений.

- 1) Равномерным является движение, при котором тело за каждую секунду совершает равные перемещения.
- 2) Равномерным является движение, при котором тело за любые равные промежутки времени проходит равные пути.
- 3) Равномерным является движение, при котором модуль скорости тела не изменяется ($v = \text{const}$).
- 4) При равномерном движении проекция скорости v_x на ось Ox , вдоль которой движется тело, всегда является положительной и неизменной по значению.
- 5) Чтобы найти конечное положение тела, необходимо знать начальное положение тела и модуль его перемещения.

4.2. Автомобиль и мотоцикл, двигаясь равномерно по двум пересекающимся под прямым углом дорогам, одновременно проезжают перекресток. Через промежуток времени $\Delta t = 20$ с после проезда перекрестка расстояние между автомобилем и мотоциклом стало $s = 500$ м. Определите модуль скорости мотоцикла, если модуль скорости автомобиля $v = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.





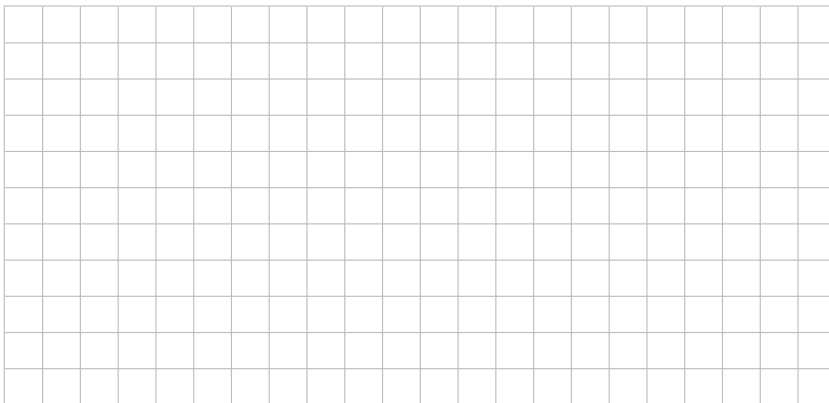
4.3. Два фигуриста одновременно начали двигаться навстречу друг другу по ледовому катку: один от борта A к противоположному борту B , а второй — от B к A . Встретившись на расстоянии $l_1 = 9,0$ м от борта A , они продолжили движение. Каждый из них, доехав до противоположного борта, разворачивался и двигался назад. Вторая встреча произошла на расстоянии $l_2 = 6,0$ м от борта B . Определите длину катка AB и отношение модулей скоростей фигуристов. Изменением скорости фигуристов при поворотах пренебречь.



- 4.4.** Материальная точка движется вдоль оси Ox . Кинематический закон ее движения имеет вид: $x = A + Bt$, где $A = -1,0$ м, $B = 2,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Определите координату и проекцию скорости точки в момент времени $t = 5,0$ с. Найдите проекцию перемещения и путь точки за промежуток времени $\Delta t = 5,0$ с.



- 4.5.** Тело движется равномерно вдоль оси Ox . В момент времени $t_1 = 2$ с его координата $x_1 = 6$ м, а в момент времени $t_2 = 8$ с координата $x_2 = -24$ м. Определите проекцию скорости v_x тела на ось Ox .



Занятие



5 Графики равномерного движения

5.1. Укажите, какие утверждения для тела, равномерно движущегося вдоль оси Ox , являются верными.

- 1) Графиком движения называется зависимость координаты движущегося тела от времени.
- 2) График координаты тела, равномерно движущегося вдоль оси Ox , есть прямая, параллельная оси времени.
- 3) Графиком проекции скорости называется зависимость проекции скорости от времени.
- 4) График проекции скорости тела, равномерно движущегося вдоль оси Ox , есть прямая, параллельная оси времени.
- 5) Площадь фигуры, ограниченной графиком координаты и осью времени численно равна проекции перемещения.
- 6) Площадь фигуры, ограниченной графиком проекции скорости и осью времени численно равна (с учетом знака) проекции перемещения.
- 7) Чем больше модуль скорости тела, тем больший угол между графиком модуля перемещения тела, равномерно движущегося вдоль оси Ox , и осью времени.
- 8) По графику проекции перемещения тела, равномерно движущегося вдоль оси Ox , можно определить начальную координату тела.
- 9) По графику движения тела, равномерно движущегося вдоль оси Ox , можно определить проекцию скорости.

5.2. На рисунке 5 изображены графики прямолинейного равномерного движения трех тел вдоль оси Ox .

- а) Определите проекцию скорости каждого тела.
- б) Запишите кинематические законы движения каждого тела.

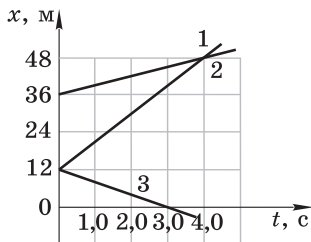


Рис. 5

- в) Какие расстояния прошли тела 1 и 2 до встречи?
 г) Постройте график проекции скорости каждого тела.



5.3. На рисунке 6 изображен график зависимости координаты x материальной точки, движущейся вдоль оси Ox , от времени t . Постройте графики зависимости проекции скорости, пройденного пути и проекции перемещения от времени.

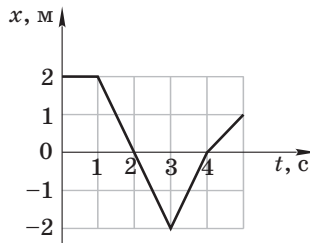
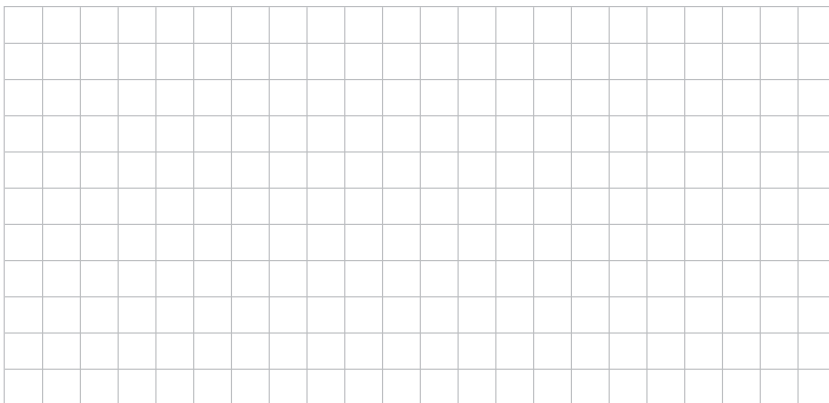
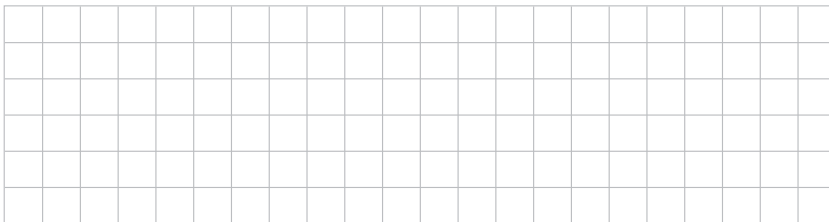


Рис. 6





5.4. На рисунке 7 изображен график проекции скорости тела, движущегося вдоль оси Ox . Постройте графики координаты и проекции перемещения тела. Начальная координата тела $x_0 = -1$ м.

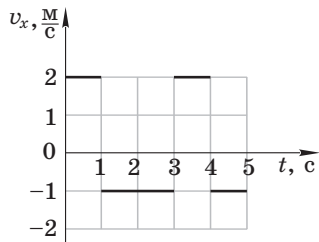


Рис. 7



Занятие



Относительность движения

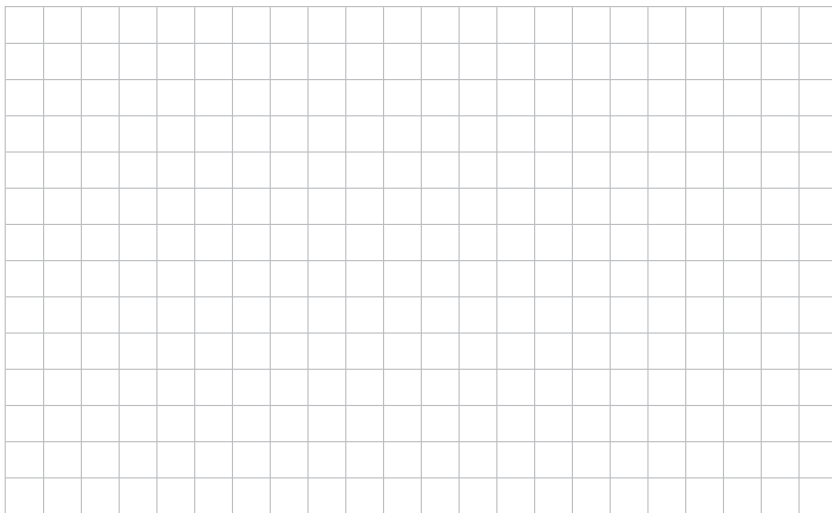
6.1. Отметьте, какие характеристики движения в классической физике являются относительными:

- 1) вид траектории;
- 2) перемещение;
- 3) путь;
- 4) время;
- 5) скорость.

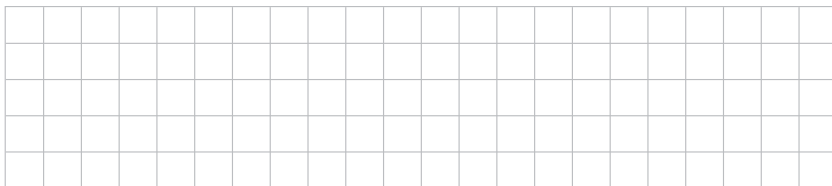
6.2. Мимо пассажира поезда, движущегося равномерно со скоростью, модуль которой $v_1 = 54 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, проходит в течение промежутка времени $\Delta t = 60$ с другой поезд длиной $l = 300$ м, который движется по соседнему пути в том же направлении с большей скоростью. Найдите модуль скорости второго поезда.

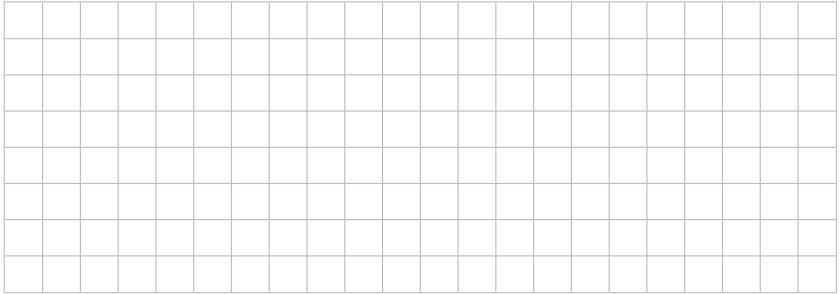


- 6.3.** Автоколонна длиной $l = 2,1$ км движется равномерно со скоростью, модуль которой $v_1 = 54 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Автоинспектор выезжает для осмотра колонны из ее начала в конец и возвращается обратно, двигаясь с постоянной скоростью, модуль которой $v_2 = 72 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Определите промежуток времени, затраченного автоинспектором на осмотр колонны.

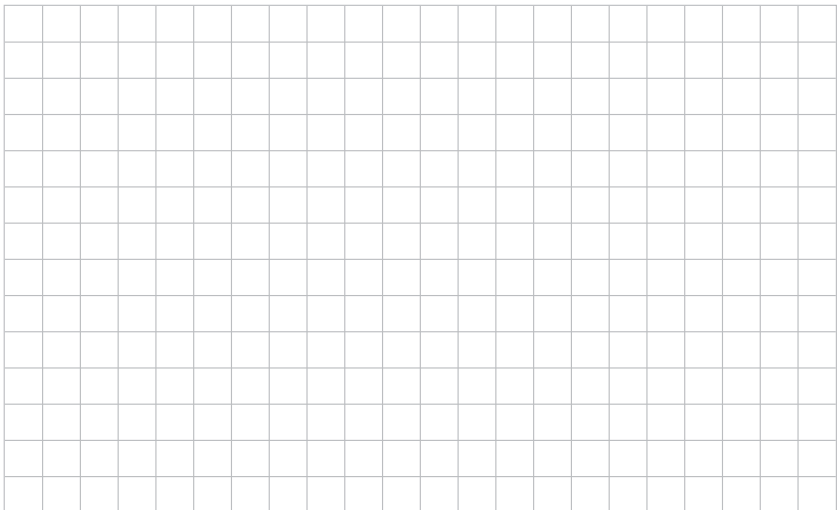


- 6.4.** Эскалатор метро спускает идущего вниз по нему человека за промежуток времени $\Delta t_1 = 60$ с. Если человек будет идти вдвое быстрее, то спустится за промежуток времени $\Delta t_2 = 45$ с. В течение какого промежутка времени спускается человек, стоящий на эскалаторе?





- 6.5.** По шоссе движется длинная колонна автомобилей. Расстояния между соседними автомобилями одинаковы. Движущийся в том же направлении мотоциклист обнаружил, что если его модуль скорости $v_1 = 36 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, то через каждый промежуток времени $\Delta t_1 = 10$ с его обгоняет автомобиль из колонны, а если модуль скорости $v_2 = 90 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, то через каждые $\Delta t_2 = 20$ с он обгоняет автомобиль из колонны. Через какой промежуток времени будут проезжать автомобили из колонны мимо мотоциклиста, если он остановится?



Занятие



Закон сложения скоростей

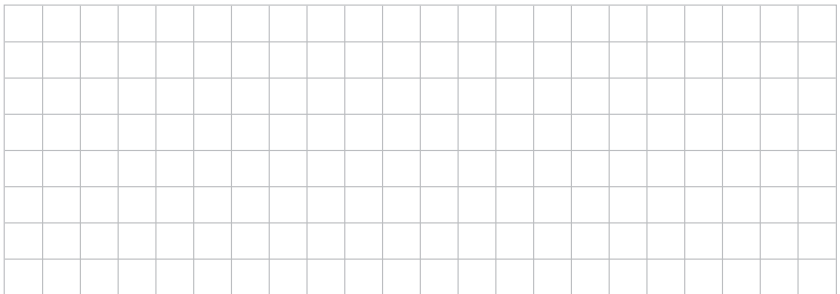
- 7.1.** Со станции отправился электропоезд со скоростью, модуль которой $v_1 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Через промежуток времени $\Delta t_1 = 10$ мин в том же направлении вышел экспресс, модуль скорости которого $v_2 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Через какой промежуток времени экспресс догонит электропоезд? На каком расстоянии от станции это произойдет?

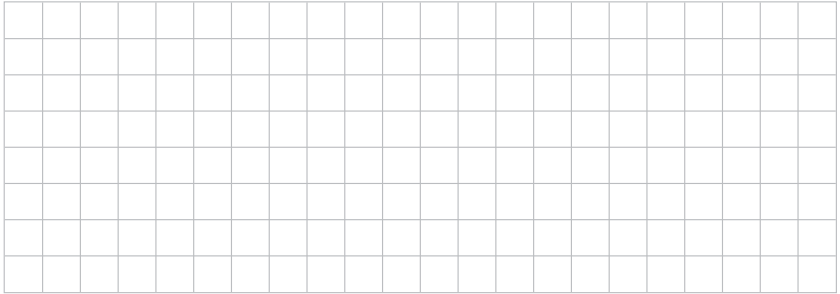


- 7.2.** При скорости ветра, модуль которой $v_1 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, капли дождя падают под углом $\alpha_1 = 30^\circ$ к вертикали. При какой по модулю скорости ветра капли будут падать под углом $\alpha_2 = 60^\circ$ к вертикали? Скорость капель относительно неподвижного воздуха считать постоянной.



7.3. Рыбак переплывает на лодке реку шириной $h = 32$ м, выдерживая курс перпендикулярно течению. Модуль скорости течения реки $v_1 = 1,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, модуль скорости лодки относительно воды $v_2 = 1,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Определите модуль скорости лодки относительно берега. За какое время лодка пересечет реку? На какое расстояние снесет лодку по течению? Какой путь пройдет лодка относительно берега?





7.4. Лодочник должен перевозить пассажиров с одного берега реки на другой, выдерживая курс перпендикулярно берегу. Модуль скорости течения реки $v_1 = 0,300 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, ширина реки $h = 32,0$ м. Определите модуль скорости относительно воды и угол, под которым должна двигаться к берегу лодка, чтобы достичь другого берега за время $\Delta t = 80,0$ с.



7.5. В безветренную погоду самолет затрачивает на перелет между городами время $\Delta t_1 = 6$ ч. При этом модуль скорости самолета относительно воздуха $v_0 = 328 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. На сколько увеличится время перелета, если будет дуть боковой ветер, модуль скорости которого $v_1 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, перпендикулярно линии полета?



Занятие



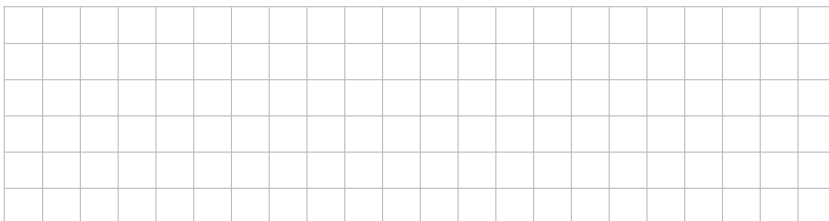
Средняя скорость

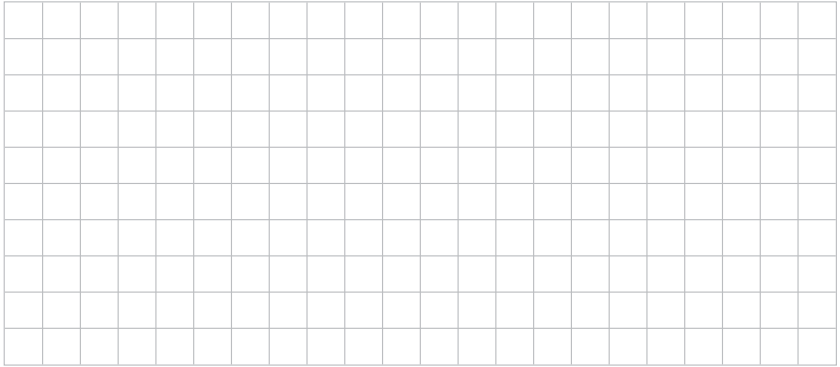
8.1. Отметьте верные утверждения.

- 1) При неравномерном движении за один и тот же промежуток времени модуль средней скорости перемещения всегда меньше средней скорости пути.
- 2) Средняя скорость тела на первой половине пути всегда в два раза меньше его средней скорости на всем пути.
- 3) Если модуль средней скорости перемещения равен нулю, то средняя скорость пути равна нулю.
- 4) Модуль скорости равномерного движения равен модулю средней скорости перемещения.
- 5) График зависимости средней скорости пути от времени есть прямая, параллельная оси времени.

8.2. Определите среднюю скорость поезда на всем пути, если он:

- а) первую половину времени шел со скоростью, модуль которой $v_1 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, а вторую — со скоростью, модуль которой $v_2 = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$;
- б) первую половину пути шел со скоростью, модуль которой $v_1 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, а вторую — со скоростью, модуль которой $v_2 = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.





8.3. На рисунке 8 изображен график зависимости проекции скорости v_x тела от времени t . Определите среднюю путевую скорость и модуль средней скорости перемещения тела за промежуток времени $\Delta t = 5,0$ с.

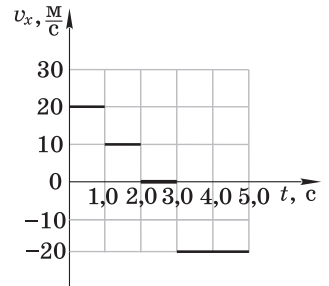
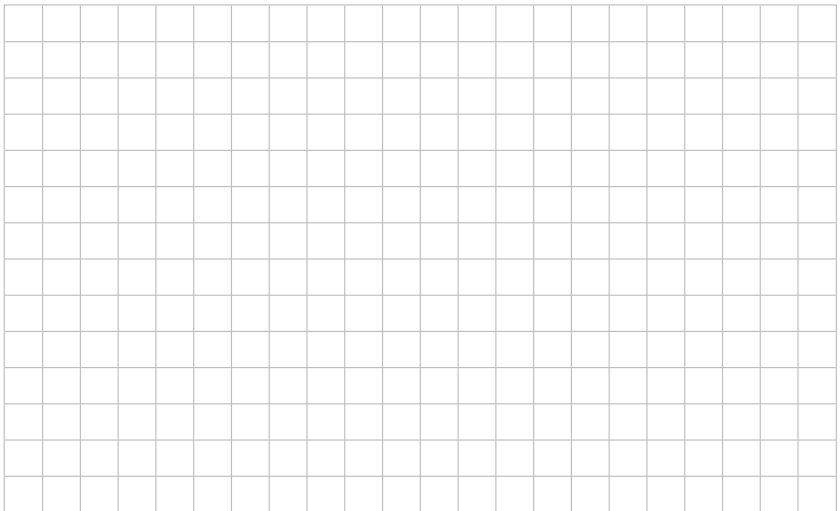
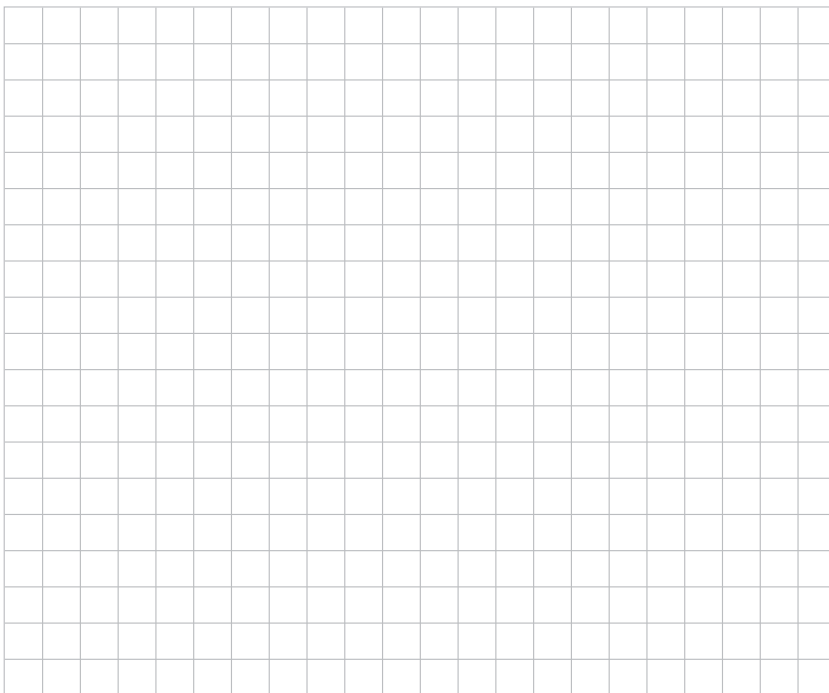


Рис. 8



- 8.4.** Междугородный автобус, проехав расстояние $l_1 = 140$ км со средней скоростью, модуль которой $\langle v_1 \rangle = 60 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, остановился на время $\Delta t = 20$ мин. Оставшуюся часть маршрута $l_2 = 96$ км он проехал со средней скоростью, модуль которой $\langle v_2 \rangle = 72 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Определите среднюю скорость автобуса на всем пути.



- 8.5.** Школьники побывали на экскурсии в Минске и возвращались в Брест на автобусах, которые двигались со скоростью, модуль которой $v_1 = 70 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Пошел дождь, и водители снизили скорость до $v_2 = 60 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Когда дождь закончился, до Бреста оставалось проехать расстояние

$s = 40$ км. Автобусы увеличили скорость до $v_3 = 75 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ и въехали в Брест в точно запланированное время. В течение какого времени шел дождь? Считайте, что автобусы в пути не останавливались.



Занятие



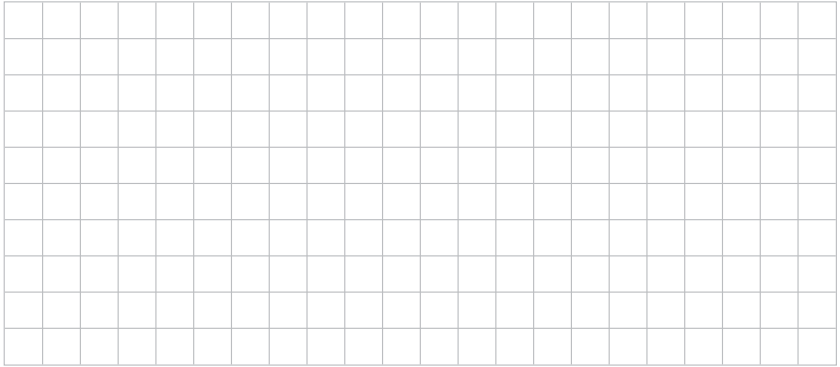
Равноускоренное прямолинейное движение

9.1. Отметьте верные утверждения.

- 1) При равноускоренном прямолинейном движении вектор ускорения в любой момент времени сонаправлен с вектором скорости.
- 2) Ускорение равноускоренного движения равно изменению скорости, которое произошло в единицу времени.
- 3) Равноускоренным называется движение, при котором ускорение \vec{a} не изменяется с течением времени ($\vec{a} = \text{const}$).
- 4) Уравнение проекции скорости равноускоренного движения есть линейная функция: $v_x = v_{0x} + a_x t$.
- 5) Графиком проекции ускорения равноускоренного движения является прямая, параллельная оси времени.
- 6) Площадь фигуры, ограниченной графиком модуля ускорения равноускоренного прямолинейного движения и осью времени, численно равна модулю средней скорости перемещения.

9.2. Модуль скорости самолета при взлете должен быть $v = 100 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Определите время разбега и модуль ускорения, если длина разбега $l = 500$ м. Движение самолета считать равноускоренным.

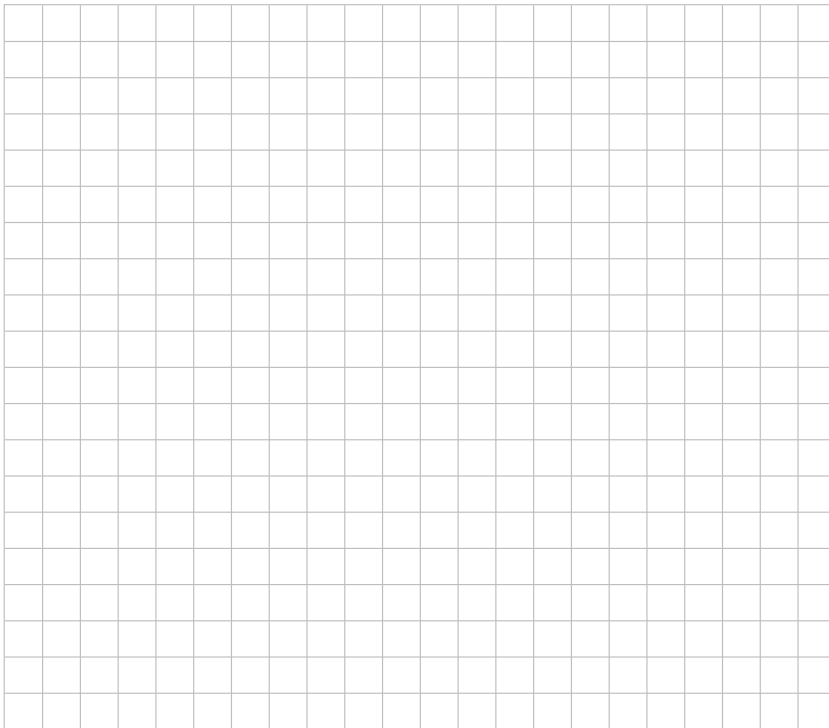




- 9.5.** Тело, модуль начальной скорости которого $v_0 = 1 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, двигалось равноускоренно и приобрело, пройдя некоторое расстояние, скорость, модуль которой $v = 7 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Определите модуль скорости тела на половине этого расстояния.

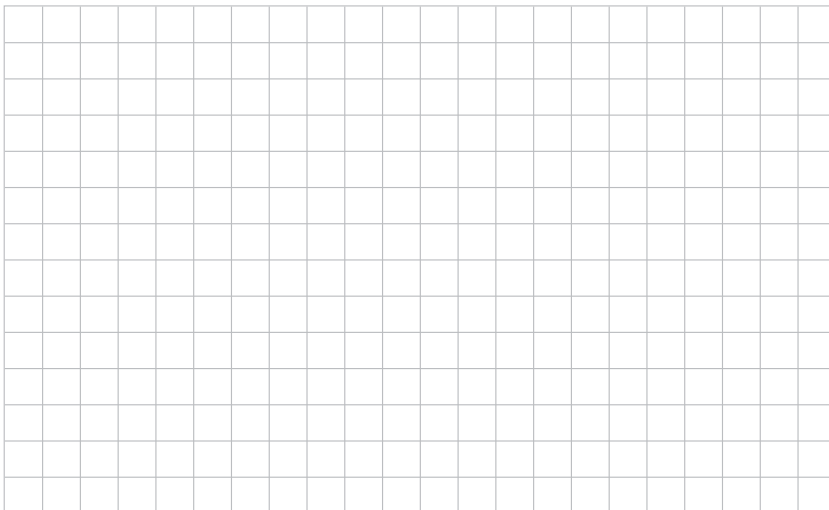


- 9.6.** Реактивный самолет летит с постоянной скоростью, модуль которой $v_0 = 720 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. С некоторого момента он разгоняется в течение промежутка времени $\Delta t = 10$ с с постоянным ускорением и в последнюю секунду разгона проходит путь $l = 295$ м. Определите модуль ускорения и модуль конечной скорости самолета.





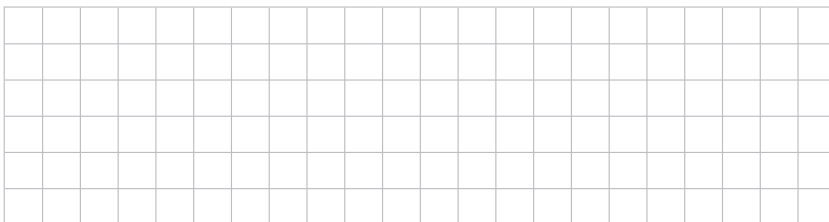
10.3. Тело из состояния покоя начало двигаться с постоянным ускорением, модуль которого $a = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, и за некоторый промежуток времени прошло путь $l = 2,7$ м. Разделите это расстояние на три такие части, каждую из которых тело проходило за одно и то же время.

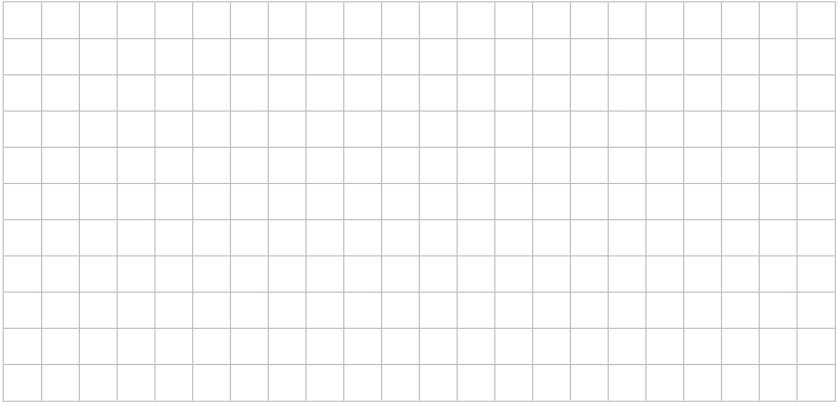


10.4. Двигаясь равноускоренно и прямолинейно, трактор за первые два равных последовательных промежутка времени $\Delta t = 4,0$ с каждый проходит расстояния $l_1 = 20$ м и $l_2 = 52$ м. Определите модуль ускорения трактора.



10.5. Поезд, двигаясь равноускоренно и прямолинейно, проходит два одинаковых последовательных отрезка пути длиной $l = 15$ м каждый соответственно за промежутки времени $\Delta t_1 = 2,0$ с и $\Delta t_2 = 1,0$ с. Определите модуль ускорения поезда и модуль скорости в начале первого отрезка пути.





10.6. По наклонной доске пустили шарик катиться снизу вверх с постоянным ускорением. На расстоянии $l = 30$ см от начала движения шарик побывал дважды: через промежутки времени $\Delta t_1 = 1,0$ с и $\Delta t_2 = 2,0$ с после начала движения. Определите модули начальной скорости и ускорения шарика.



Занятие



Графики равноускоренного прямолинейного движения

11.1. Отметьте верные утверждения.

- 1) Точка A пересечения графиков, изображенных на рисунке 9, обозначает место встречи тел.
- 2) Графиком проекции перемещения при равноускоренном прямолинейном движении является парабола.
- 3) Площадь фигуры, ограниченной графиком проекции скорости и осью времени при равноускоренном прямолинейном движении (с учетом знака) численно равна проекции перемещения.
- 4) По графику движения, построенному для равноускоренного прямолинейного движения, без дополнительных указаний невозможно однозначно определить путь тела.
- 5) По графику проекции ускорения, построенному для равноускоренного прямолинейного движения, без дополнительных указаний невозможно определить скорость в любой момент времени.
- 6) По углу наклона графиков зависимости модуля скорости от времени можно сравнивать модули ускорений тел.

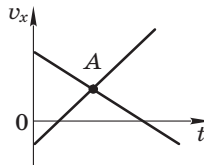


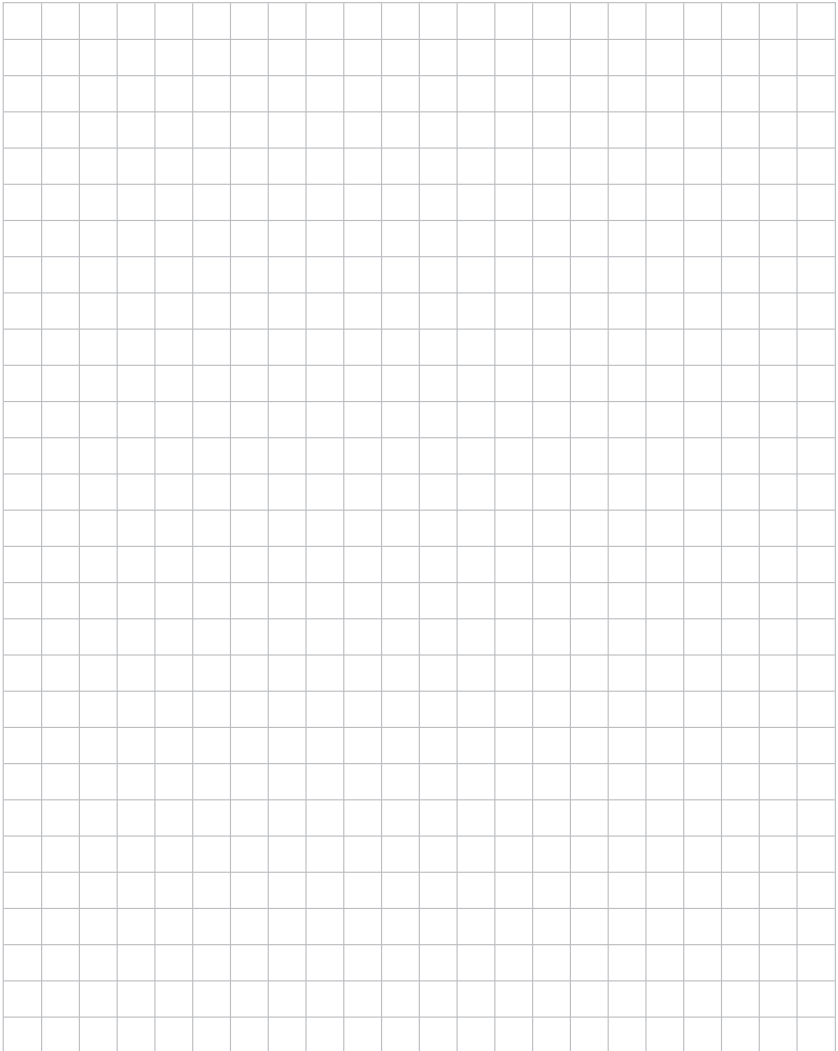
Рис. 9

11.2. Зависимость проекции скорости тела, движущегося вдоль оси Ox , задана уравнением $v_x = A + Bt$, где

$$A = 8,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}, B = -4,0 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

- а) Чему равны проекция начальной скорости и проекция ускорения тела?
- б) Постройте графики проекции скорости $v_x(t)$ и проекции ускорения $a_x(t)$.
- в) Запишите уравнение движения $x(t)$ и уравнение проекции перемещения $\Delta r_x(t)$. Начальная координата тела $x_0 = 10$ м.

- г) Определите координату тела в момент времени $t = 5,0$ с.
- д) Определите проекцию перемещения и путь, пройденные телом за промежуток времени $\Delta t = 6,0$ с.
- е) Постройте графики координаты $x(t)$, проекции перемещения $\Delta r_x(t)$ и пути $l(t)$.



11.3. Материальная точка движется вдоль оси Ox так, что ее проекция скорости v_x изменяется со временем t , как показано на рисунке 10. Постройте график проекции ускорения $a_x(t)$.

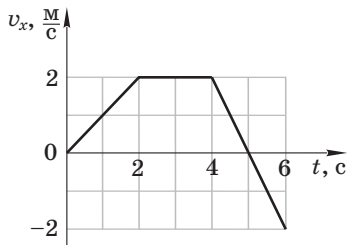
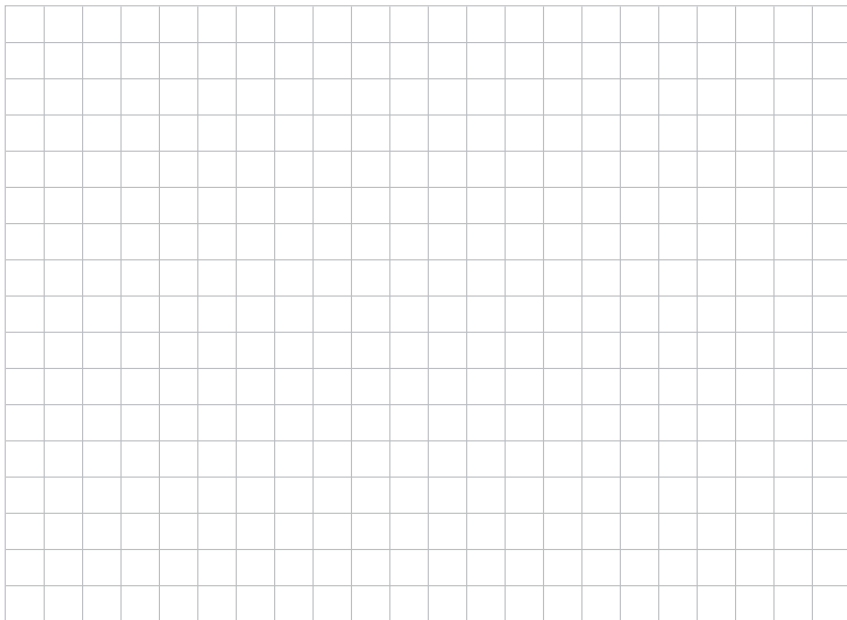


Рис. 10



11.4. Материальная точка движется вдоль оси Ox так, что проекция ускорения a_x точки изменяется со временем t , как показано на рисунке 11. Постройте график проекции скорости $v_x(t)$. В начальный момент времени скорость точки равна нулю.

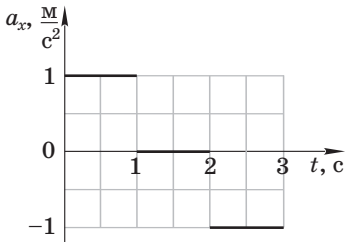
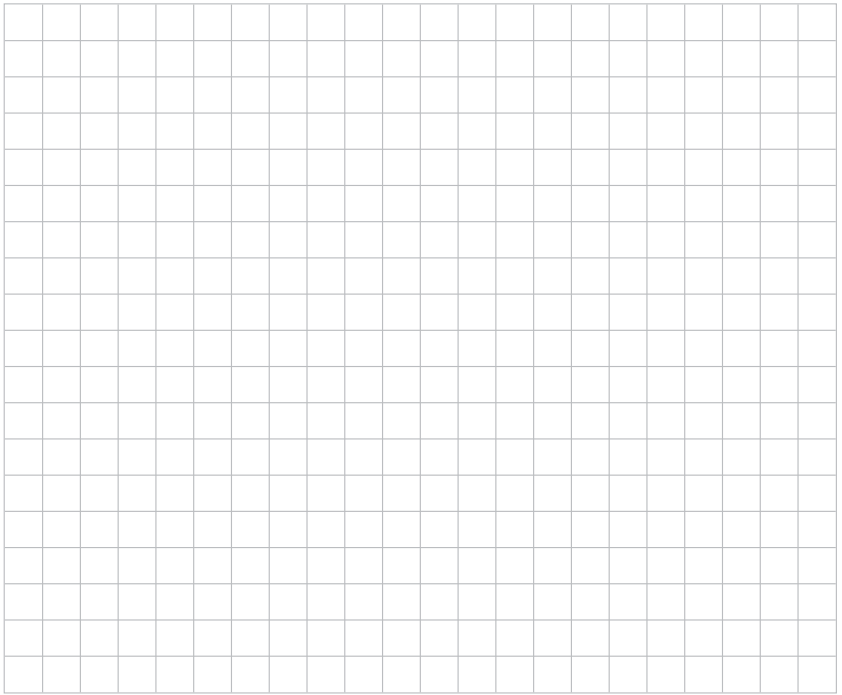


Рис. 11



Занятие

12

Вращательное движение

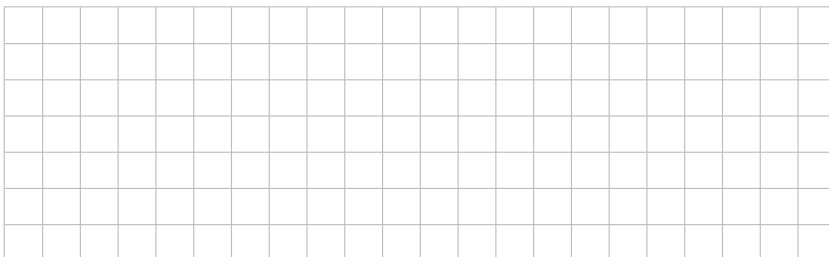
12.1. Отметьте верные утверждения.

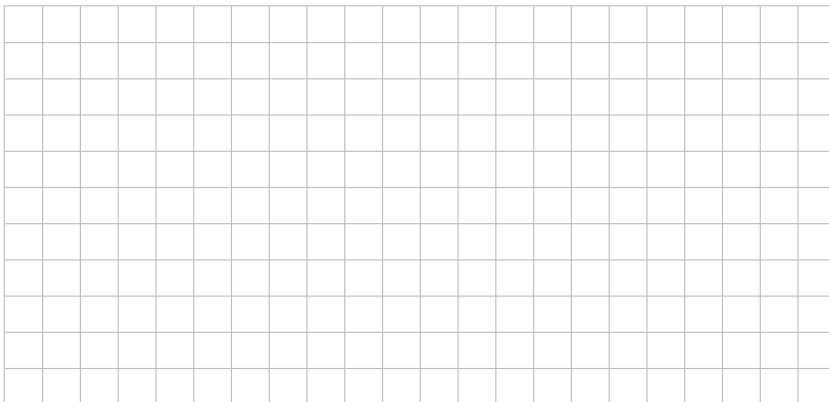
- 1) При движении тела по окружности линейная скорость направлена по касательной к этой окружности.
- 2) Угловая скорость секундной стрелки равна $\frac{\pi}{30} \left(\frac{\text{рад}}{\text{с}} \right)$.
- 3) Периодом называется время, за которое Луна совершает один оборот вокруг Земли.
- 4) Частотой вращения называется физическая величина, численно равная числу оборотов, совершенных телом за единицу времени.
- 5) Чем больше радиус окружности, по которой вращается тело, тем больше его период вращения.
- 6) Если первая материальная точка движется по окружности радиусом R , а вторая — $3R$, то при одинаковой линейной скорости угловая скорость первой точки в 3 раза больше угловой скорости второй точки.
- 7) Частота вращения часовой стрелки в 60 раз больше частоты вращения минутной стрелки.
- 8) При равномерном вращении центростремительное ускорение тела в любой момент времени направлено по радиусу к центру окружности.
- 9) Если первая материальная точка движется по окружности радиусом R , а вторая — $2R$, то при одинаковой линейной скорости центростремительное ускорение второй точки в 2 раза больше центростремительного ускорения первой точки.
- 10) Если велосипедист равномерно движется по дороге со скоростью, модуль которой равен v , то все точки на ободе колеса относительно дороги также движутся со скоростью, по модулю равной v .

12.2. Модуль линейной скорости крайних точек равномерно вращающегося диска в $n = 2,5$ раза больше модуля линейной скорости точек, расположенных на расстоянии $l = 15$ см ближе к оси диска. Определите радиус диска. Ось диска проходит через его центр.



12.3. Радиус равномерно вращающегося колеса трактора в 2 раза больше, а частота вращения — в 8 раз меньше, чем колеса автомобиля. Сравните модули линейных скоростей и модули центростремительных ускорений крайних точек колес относительно осей этих колес.





12.4. Два велосипедиста движутся в противоположных направлениях по кольцевой дороге. При этом модули линейных скоростей движения велосипедистов не изменяются. Через какой минимальный промежуток времени велосипедисты встретятся, если период движения одного из них $T_1 = 6,0$ мин, другого — $T_2 = 9,0$ мин?



- 12.5.** Стержень длиной $l = 2,5$ м равномерно вращается вокруг перпендикулярной ему оси. Модуль угловой скорости вращения стержня $\omega = 4,0 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$. Определите модуль центростремительного ускорения одного конца стержня, если модуль центростремительного ускорения другого его конца $a_1 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

