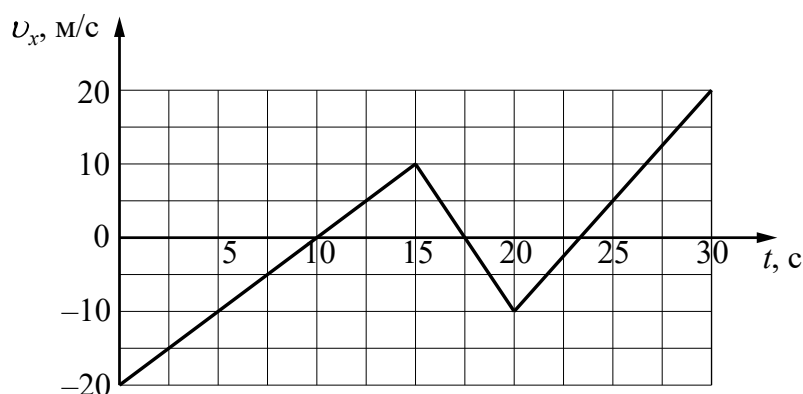


Задание №1. Первое задание ЕГЭ по физике проверяет знания по разделу «Кинематика». Это задание относится к заданию базового уровня. В нём отсутствует возможность выбора ответа. Для его решения необходимо проанализировать условие задачи, внимательно рассмотреть график зависимости кинематической величины от времени (при наличии такого графика), правильно подобрать формулу, провести расчет и записать ответ в предлагаемых единицах измерения.

Определение кинематических величин по графику

1. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени t .



Определите проекцию ускорения тела a_x в промежутке времени от 15 до 20 с.

Ответ: _____ м/с².

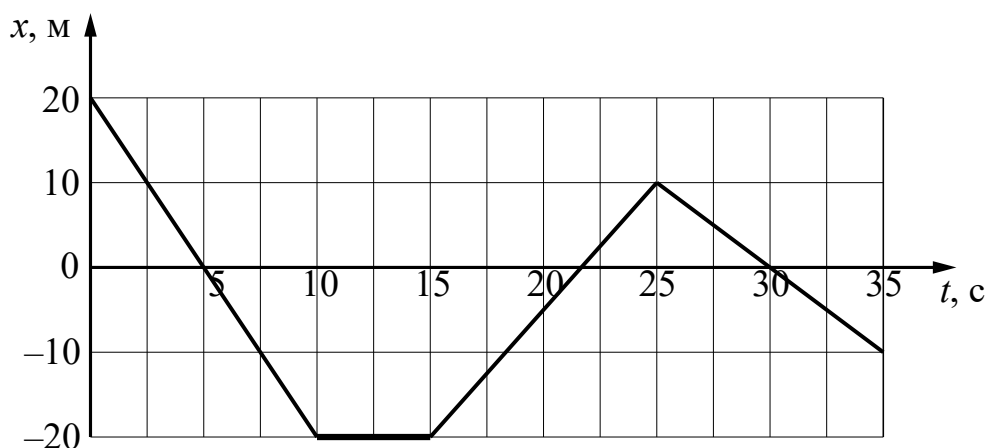
На графике представлена зависимость проекции скорости от времени. На участке от 15 до 20 с скорость тела изменяется от 10 м/с до -10 м/с. Это говорит о равноускоренном движении, при котором проекция ускорения тела должна быть отрицательной. Для решения задачи необходимо воспользоваться формулой для определения проекции ускорения:

$a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t}$. Проведем расчет: $a_x = \frac{-10 - 10}{5} = -4$ (м/с²). Полученный результат подтверждает, что движение равноускоренное, причем проекция ускорения отрицательная.

Ответ: -4 м/с².

Пояснение. Долгое время движение с переменной скоростью делилось на равноускоренное ($a_x > 0$) и равнозамедленное ($a_x < 0$). Но в последнее время говорят, в основном, только о равноускоренном движении, подразумевая постоянство ускорения. И только лишь знак проекции ускорения определяет возрастание или убывание скорости движения тела.

2. На рисунке приведён график зависимости координаты тела x от времени t при его прямолинейном движении по оси x .



Определите проекцию скорости тела v_x в промежутке времени от 25 до 30 с.

Ответ: _____ м/с.

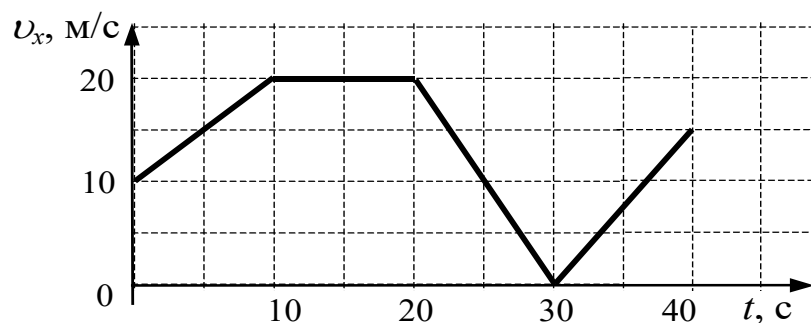
Согласно представленному графику зависимость координаты тела от времени является линейной. Это указывает на равномерный характер движения тела. Для решения задачи необходимо воспользоваться формулой для определения скорости при равномерном движении:

$$v_x = \frac{x - x_0}{t}. \text{ Проведем расчет: } v_x = \frac{0 - 10}{5} = -2 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right).$$

Ответ: -2 м/с.

Пояснение. Проекция скорости получилась отрицательной, это означает, что в указанный временной интервал тело двигалось в направлении, противоположном выбранной оси Ox .

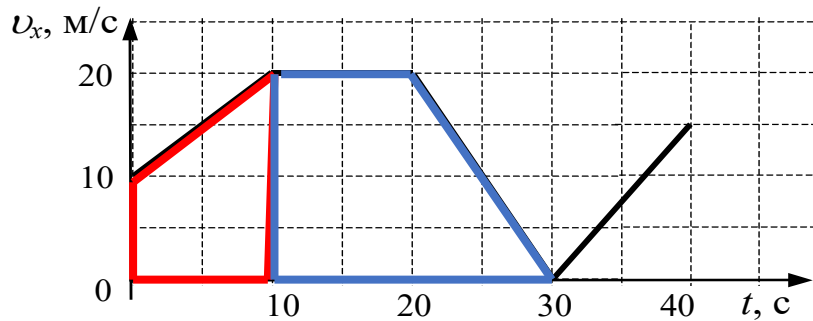
3. Автомобиль движется по прямой улице вдоль оси Ox . На графике представлена зависимость проекции его скорости от времени.



Определите путь, пройденный автомобилем за 30 с от момента начала наблюдения.

Ответ: _____ м.

Так как по условию задачи нам дается график зависимости проекции скорости от времени, то пройденный путь будет определяться площадью геометрической фигуры под графиком. Для вычисления площади получившегося пятиугольника его можно разбить на несколько фигур, например, на две трапеции (см. рис.)



Используя известные формулы для нахождения площади трапеции, можно рассчитать путь за первые 10 с и последующие 20 с (от 10 с до 30 с).

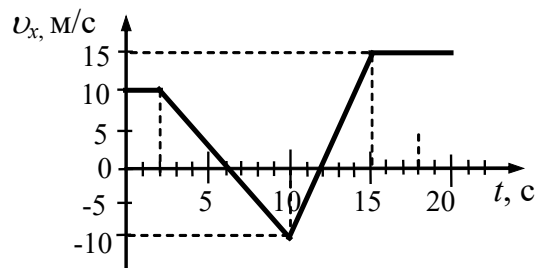
$$S_1 = \frac{10+20}{2} \cdot 10 = 150 \text{ (м)}; \quad S_2 = \frac{10+20}{2} \cdot 20 = 300 \text{ (м)};$$

$$S = 150 + 300 = 450 \text{ (м)}.$$

Ответ: 450 м.

Пояснение. Полученный пятиугольник можно разбить не только на две трапеции, здесь можно выделить трапецию, прямоугольник, треугольник. Тогда необходимо рассчитывать площади трех фигур и также их суммировать.

4. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела, движущегося вдоль оси Ox от времени.



Определите проекцию перемещения пройденного телом, за 10 с от начала наблюдения.

Ответ: _____ м.

Так же как в задаче №3 модуль перемещения будет определяться площадью геометрической фигуры под графиком. Но проекция перемещения за время от 0 до 6 с будет положительной, а от 6 до 10 с отрицательной. Общая проекция перемещения будет определяться их суммой.

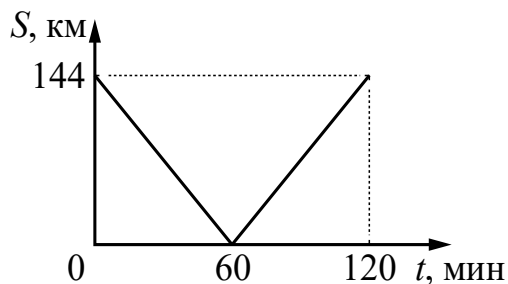
$$S_{1x} = \frac{6+2}{2} \cdot 10 = 40 \text{ (м)}; S_{2x} = \frac{4 \cdot (-10)}{2} = -20 \text{ (м)}; S_x = 40 + (-20) = 20 \text{ (м)}$$

Ответ: 20 м.

Пояснение. При расчете S_{2x} можно получить положительное число, но надо помнить, что в интервале от 6 до 10 с, тело движется в направлении противоположном оси Ox . Это означает, что проекция перемещения будет отрицательной. Пройденный путь за указанное время от 0 до 10 с определяется суммой модулей проекций перемещений и будет равным 60 м.

Относительность движения

5. Из двух городов навстречу друг другу с постоянной скоростью движутся два автомобиля. На графике показана зависимость расстояния между автомобилями от времени. Скорость второго автомобиля 25 м/с. С какой скоростью движется первый автомобиль?



Ответ: _____ м/с.

Формула для нахождения относительной скорости в векторной форме имеет вид:

$$\vec{v}_{\text{отн}} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$$

Если два тела движутся навстречу друг другу, то в проекциях на ось Ox это уравнение преобразуется в следующий вид:

$$v_{\text{отн}} = v_2 - (-v_1) = v_2 + v_1$$



С учетом данных графика можно рассчитать относительную скорость этих автомобилей при движении навстречу друг другу. Это происходит на интервале от 0 до 60 мин.

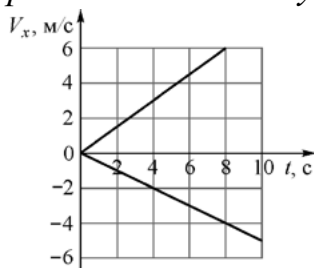
$$v_{\text{отн}} = \frac{144000}{3600} = 40 (\text{м/с}), \text{ отсюда скорость первого автомобиля}$$

$$v_1 = 40 - 25 = 15 (\text{м/с}).$$

Ответ: 15 м/с.

Пояснение. В курсе математики при изучении движения двух тел вводятся понятия скорость сближения и скорость удаления. В первом случае скорости тел суммируются, во втором вычитаются. Эти действия основаны на знаках проекций скоростей движущихся тел. Действия с векторами и их проекциями на оси координат используются как в физике, так и в математике.

6. Два точечных тела начинают двигаться из одной точки вдоль оси Ox в противоположных направлениях. На рисунке показаны графики зависимостей проекций их скоростей V_x на ось Ox от времени t . Чему будет равно расстояние между этими телами через 8 секунд после начала движения?



Ответ: _____ м.

Эта задача является комбинированной. Для её решения необходимо воспользоваться материалом двух тем: «Определение кинематических величин по графику» и «Относительность движения». Для определения проекций перемещений тел за 8 с необходимо рассчитать площади фигур под графиком.

$$S_{1x} = \frac{8 \cdot 6}{2} = 24 (\text{м}); S_{2x} = \frac{8 \cdot (-4)}{2} = -16 (\text{м}).$$

Знак «минус» для S_{2x} показывает, что тела движутся в противоположных направлениях. Поэтому расстояние между ними через 8 с равно сумме модулей перемещений.

$$S_{1x} + S_{2x} = 24 + 16 = 40 (\text{м}).$$

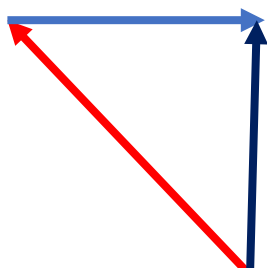
Ответ: 40 м.

Пояснение. Самое главное в этой задаче - выяснить в каких направлениях двигаются тела. Для этого надо уметь извлекать информацию из графических зависимостей, другими словами, надо уметь «читать» графики. Это умения необходимы почти во всех разделах физики.

7. Катер плывёт по прямой реке, двигаясь относительно берега перпендикулярно береговой линии. Модуль скорости катера относительно берега равен 6 км/ч. Река течёт со скоростью 4,5 км/ч. Чему равен модуль скорости катера относительно воды?

Ответ: _____ км/ч

Решение задачи удобно сопровождать чертежом или рисунком. Выберем направление скорости реки вправо, тогда для движения перпендикулярно береговой линии, катеру необходимо держать курс немного левее.



Скорость катера, скорость реки и скорость катера относительно береговой линии можно связать по теореме Пифагора:

$$V_{\text{к}}^2 = V_{\text{р}}^2 + V_{\text{отн}}^2; \text{отсюда } V_{\text{к}} = \sqrt{V_{\text{р}}^2 + V_{\text{отн}}^2}; V_{\text{к}} = \sqrt{6^2 + 4,5^2} = 7,5 \text{ (км/ч)}.$$

Ответ: 7,5 км/ч.

Пояснение. Подобные задачи необходимо для себя представлять в виде чертежа или рисунка. Тогда указанные в условии параметры будут наглядно изображены и это поможет геометрически решить задачу.

Равномерное движение тел по окружности

8. Установленная на станке фреза равномерно вращается с частотой 600 оборотов в минуту. Чему равен модуль ускорения точек, находящихся на расстоянии 3 см от оси фрезы? Ответ округлите до целого числа.

Ответ: _____ м/с²

Так как тело движется равномерно по окружности, то в этой задаче требуется найти центростремительное ускорение. Его можно рассчитать по формуле: $a_{\text{ц}} = \frac{v^2}{R}$. Линейная скорость v связана с угловой ω соотношением $v = \omega R = 2\pi \nu R$. Подставляя это выражение в первое уравнение и проводя сокращения, получим $a_{\text{ц}} = 4\pi^2 \nu^2 R$. При частоте вращения 600 оборотов в минуту тело будет совершать 10 оборотов за секунду.

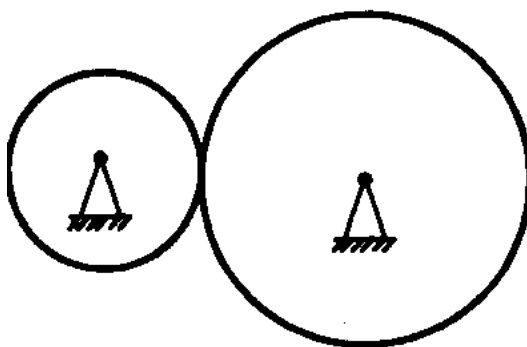
Проведем расчет: $a_{\text{ц}} = 4 \cdot 3,14^2 \cdot 10^2 \cdot 0,03 \approx 118 \text{ (м/с}^2\text{)}.$

Ответ: 118 м/с²

Пояснение. В теме «Равномерное движение тел по окружности» достаточно много формул, которые трудно запоминаются. Из них надо знать базовые, которые относятся к периоду, частоте, линейной скорости, угловой скорости и центростремительному ускорению. Все остальные можно получить через достаточно простые рассуждения и выводы.

9. Две шестерни, сцепленные друг с другом, вращаются вокруг неподвижных осей. Большая шестерня радиусом 20 см делает 20 оборотов за 10 секунд. Сколько оборотов в секунду делает меньшая шестерня радиусом 10 см?

Ответ: _____ Гц.



Так шестерни касаются друг друга, то это условие говорит о равенстве линейных скоростей этих тел. Выразим скорости вращения через радиусы и периоды обращения.

$$v_1 = \frac{2\pi R_1}{T_1}; v_2 = \frac{2\pi R_2}{T_2}$$

Приравняем скорости и проведем сокращения.

$$\frac{2\pi R_1}{T_1} = \frac{2\pi R_2}{T_2}; \frac{R_1}{T_1} = \frac{R_2}{T_2}; \text{ с учетом того, что период и частота величины}$$

обратные, запишем следующее равенство:

$$R_1 \vartheta_1 = R_2 \vartheta_2$$

$$\vartheta_2 = \frac{R_1 \vartheta_1}{R_2}$$

$$\text{Проведем расчет: } \vartheta_2 = \frac{0,2}{0,1} \cdot 2 = 4 \text{ (Гц).}$$

Ответ: 4 Гц.

Пояснение. В задачах подобного типа всегда надо искать физическую величину, которая является общей для нескольких тел. В этой задаче – это скорость вращения обеих шестерней. Но надо иметь ввиду, что частоты их вращения и угловые скорости различны.

10. Волчок, вращаясь с частотой 20 с^{-1} , свободно падает с высоты 5 м. Сколько оборотов сделает волчок за время падения?

Ответ: _____ оборотов

Определим вначале время падения волчка с высоты 5 м. Так как он падает свободно, то начальную скорость надо принять равной 0. Тогда высота и время падения будут связаны формулой $h = \frac{gt^2}{2}$; отсюда $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$. Проведем расчет времени падения $t = \sqrt{\frac{2 \cdot 5}{10}} = 1$ (с). Так как волчок вращается с частотой 20 с^{-1} , то это означает, что за 1 секунду он делает 20 оборотов. Так как время падения составляет 1 с, то количество оборотов также равно 20.

Ответ: 20.

Пояснение. Эта задача является комбинированной. В ней связаны два раздела кинематики: «Равноускоренное движение» и «Равномерное движение тел по окружности». Надо знать, что суть формул при движении тел с ускорением по горизонтали или по вертикали под действием силы тяжести не меняется. Главное – не ошибиться со знаками проекций для скорости и ускорения.