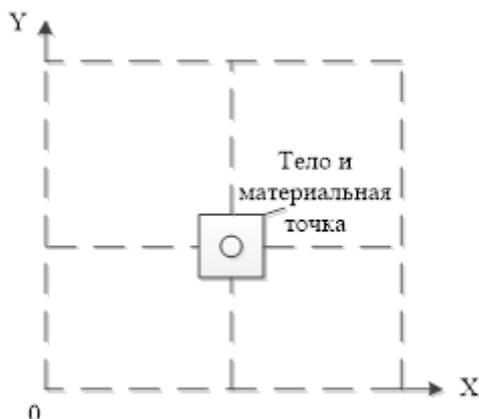


Задачи для 10-11 классов

Вариант 1

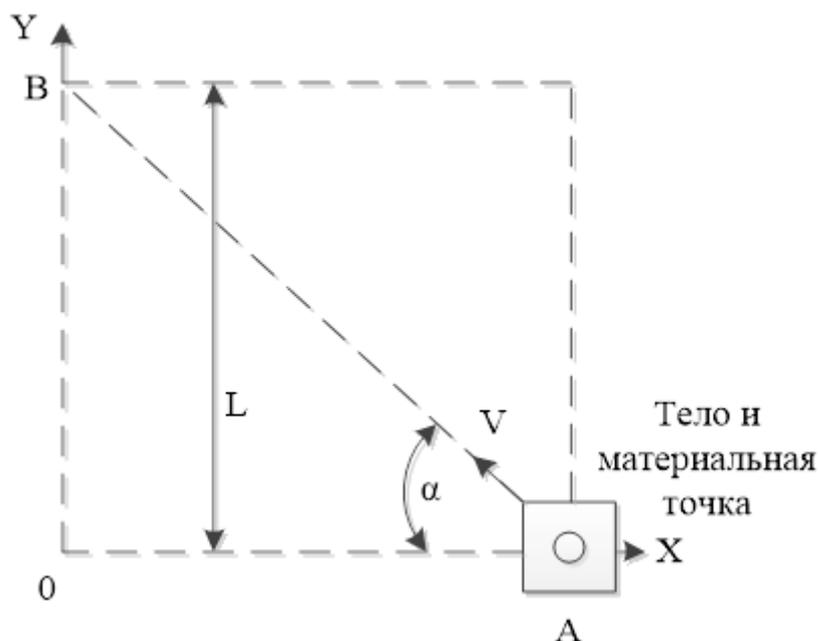
Задача 1

Рассматривается движение материальной точки тела совершающего прямолинейные поступательные движения в направлении двух осей X и Y . Основные характеристики движения материальной точки: траектория движения, перемещение точки, пройденный ею путь, координаты, скорость и ускорение.



Необходимо определить:

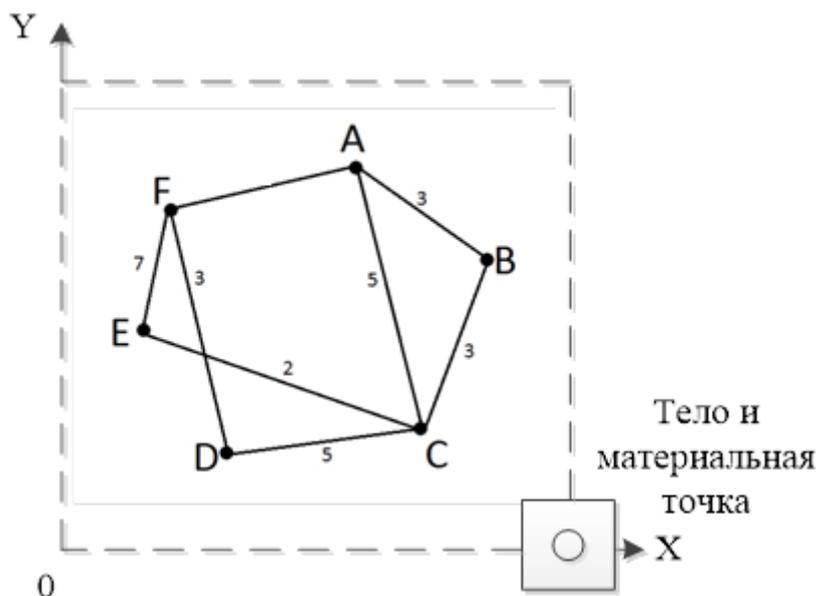
- 1) Начальные и конечные координаты тела, скорости движений перемещения тела на плоскости X - Y за 3 секунды, если даны уравнения движения тела $x=4+3t$, $y=1+2t$.
- 2) Площадь области, на плоскости X - Y , которую может очертить тело при перемещении с ограничениями из пункта 1;
- 3) с какими скоростями V , V_x и V_y и под каким углом α должно двигаться тело при его перемещении от точки A к точке B за 10 секунд при $L=50$ см. При вычислениях использовать данные на рисунке ниже.



4) время за которое тело пройдет по границе внешнего замкнутого контура обозначенного на рисунке пунктиром, со значением скоростей найденных в пункте 3.

5) зависимость скорости v и ускорения a тела от времени t найденного в пункте 4, если пройденный телом путь S от времени t задается уравнением $S = At - Bt^2 + Ct^3$, где $A = 1$ м/с, $B = 2$ м/с², $C = 3$ м/с³.

6) длину кратчайшего пути между позициями А и F, при перемещении материальной точки по указанным на рисунке траекториям в сантиметрах. Расстояние от А до F равно величине S из пункта 4.



Решение

1) Сравним данное уравнение движения тела с уравнением движения в общем виде: $x = x_0 + v_x t$ и $x = 4 + 3t$. Очевидно, что $x_0 = 4$ м, $v_x = 3$ м/с (знак "+" означает, что направление скорости совпадает с направлением оси OX, т.е. они сонаправлены). Конечную координату x можно определить, подставляя в уравнение движения время t_1 : $x = 4 + 3t_1$. В

общем виде формула перемещения: $S = 4 + 3t_1 = 4 + 3t_1 = 4 + 3t_1 = 4 + 3 \cdot 3 = 4 + 9 = 13$ м (Тело движется в положительном направлении оси ОХ). Такие же расчеты проводятся для ОУ.

Ответ: $x_0 = 4$ м; $v_x = 3$ м/с; $S = 13$ м, $y_0 = 1$ м; $v_y = 2$ м/с; $S = 7$ м

2) Тело очерчивает прямоугольник с координатами X (4, 13), Y (1, 7). Его площадь будет вычислена по формуле: $S = (x_{\max} - x_{\min})(y_{\max} - y_{\min}) = (13 - 4)(7 - 1) = 54$ м²

3) Равнодействующая скорость согласно теореме Пифагора: $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$. Скорость по каждой координате определяется $V_x = V_y = 50 / 10 = 5$ см/с. Угол находится из соотношения $\operatorname{tg} \alpha = V_x / V_y = 5 / 5$, $\alpha = \operatorname{arctg}(5/5) = 45^\circ$. Результирующая скорость $V = \sqrt{5^2 + 5^2} = \sqrt{50} = 7.07$ см/с.

4) При $V = S/t$, $t = S / V = (50 + 50 + 50 + 50) / 5 = 40$ сек.

5) Скорость тела: $v = ds / dt$; $v = A - 2Bt + 3Ct^2$; $v = 1 - 4t + 9t^2$ м/с. Ускорение тела: $a = dv / dt$; $a = -4 + 18t$.

6) Переберем все возможные пути из А в F:

$$A-B-C-E-F = 3+3+2+7 = 15 \text{ см}$$

$$A-B-C-D-F = 3+3+5+3 = 14 \text{ см}$$

$$A-C-E-F = 5+2+7 = 14 \text{ см}$$

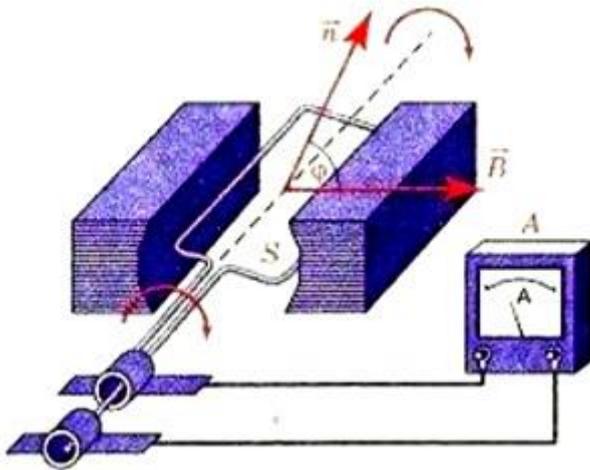
$$A-C-D-F = 5+5+3 = 13 \text{ см}$$

ну и $A-F = 200$ см

Как видно, кратчайший вариант $A-C-D-F = 13$ см.

Задача 2

Базовый вариант электрического двигателя постоянного тока включает электрическую цепь из рамки находящейся в магнитном поле. При пропускании тока через рамку она начинает вращаться. При вращении возникает ЭДС. Иллюстрация такого двигателя приведена ниже.

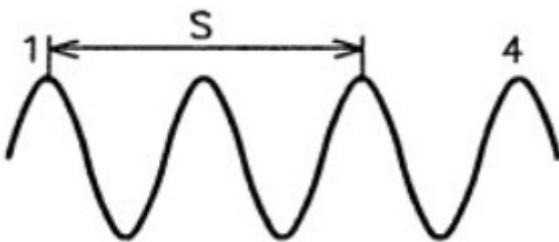


Для данной системы необходимо определить:

- 1) силу тока I проходящего по рамке, если извне к ней приложено 24 Вольт. При этом, что сопротивление рамки 100 Ом. В рамке наводится ЭДС 10 Вольт.
- 2) амплитуду ЭДС, наводимой в рамке, вращающейся в однородном магнитном поле, если частота вращения составляет 50 об/с, площадь рамки 100 см² и магнитная индукция 0,2 Тл.
- 3) передаточное отношение если на вал рамки (пунктирная линия) закрепить шестерню на 36 зубьев (ведущая) и зацепить ее с шестерней на 60 зубьев (ведомая).
- 4) крутящий момент на ведомой шестерне, при длине рычага ведущей шестерни 25 см, ведомой 50 см, крутящий момент на валу двигателя 1,5 Н-м.



- 5) период колебаний частиц электромагнитной волны от наводимого электромагнитного поля между рамкой и магнитами, скорость распространения и длину волны, при $S=12 \cdot 10^{-6}$ см, и времени распространения от первой до 4 волны $6 \cdot 10^{-6}$ сек.



б) логическую сумму сигналов А и В пришедших с энкодера (результат представить в двоичном и десятичном кодах). Энкодер используется при определении параметров вращения двигателя - скорости и оборотов (закрепляется на одном валу с электродвигателем). Сигналы: А=10110 (в двоичной системе счисления), В=24 (в десятичной системе счисления).

Решение

1) По закону Ома для замкнутой цепи $I = \varepsilon / R = (10 + 24) / 100 = 0,34 \text{ А}$.

2) При магнитном потоке $\Phi = BS \cos \omega t$, при $\omega = 2\pi n$, ЭДС самоиндукции $\varepsilon_c = -\dot{\Phi} =$

$= BS 2\pi n \sin(2\pi n t) = 0,2 * 10^{-2} * 2 * 3,14 * 50 \text{ (В)} \approx 0,63 \text{ В}$.

3) Передаточное отношение выражается как (зубья ведущей шестерни) : (зубья ведомой шестерни), поэтому представленная выше пара шестерен может быть описана как 12:60 (или 36 к 60). Передаточное число рассчитывается по формуле (зубья ведомой шестерни) / (зубья ведущей шестерни). Поэтому передаточное число = зубья ведомой шестерни / зубья ведущей шестерни = $60 / 36 = 1,67$.

4) Т2 можно вычислить по формуле: $T_2 = T_1 * (L_2 / L_1) = 1,5 * (50 / 25) = 1,5 \text{ Н-м} * 2 = 3 \text{ Н-м}$.

5) расстояние между первым и третьим гребнями соответствует двум длинам волны $S = 2\lambda$. Длина волны $\lambda = 12 * 10^{-6} / 2 = 6 * 10^{-6} \text{ мкм}$. 4 гребня соответствуют 3λ , т.е. $N = 3$. $T = t / N = 6 * 10^{-6} / 3 = 2 * 10^{-6} \text{ с}$. Скорость распространения волны $V = \lambda / T = 6 * 10^{-6} / 2 * 10^{-6} = 3 * 10^4 \text{ мкм/с}$.

6) А or В = 10110 or 11000 =

or 1 0 1 1 0

1 1 0 0 0

1 1 1 1 0 в двоичной системе счисления = 30 в десятичной системе счисления.