

## ОБУЧАЮЩИЕ УПРАЖНЕНИЯ ПО КИНЕМАТИКЕ

Решение всех задач по физике на равномерное (равнопеременное) движение материальной точки на плоскости основано на применении закона движения

$$X = X_0 + v_{0x} \cdot t + \frac{a_x \cdot t^2}{2}, \quad Y = Y_0 + v_{0y} \cdot t + \frac{a_y \cdot t^2}{2}$$

к тому или иному конкретному условию. Эти уравнения содержат полную информацию о движении точки и позволяют определить ее положение и скорость в любой момент времени.

Для учащихся базовой школы весьма сложно за короткий промежуток времени освоить элементы векторной алгебры и научиться пользоваться кинематическими уравнениями движения при решении задач. В значительной степени ситуацию успеха в обучении учащихся умению решать задачи позволяют осуществлять обучающие упражнения (ОУ).

Обучающее упражнение – это обучение каким-то этапам деятельности (в основном физического содержания), которые обеспечивают отработку необходимых навыков для решения задач по данной теме. При этом условие задачи часто предполагает вариативность ситуации, а расчет какой-либо физической величины при этом отсутствует. Акцент в ОУ делается на отработку наглядной

интерпретации задач при помощи схем, графиков или чертежей и составление уравнений с применением тех или иных физических законов, отражающих физический процесс, что представляет основную трудность для учащихся при решении задач по физике. ОУ упражнения выполняют роль подготовительного этапа в обучении учащихся применять знания на практике.

По каждому разделу физики ОУ имеют свою специфику. Так по кинематике учащиеся должны свободно читать кинематические уравнения, уметь их записывать для частных случаев, изображать движение материальной точки схематически и графически, по графикам движения записывать кинематические уравнения. Необходимо через ОУ отработать понимание векторного характера некоторых кинематических величин ( $\vec{a}$ ,  $\Delta \vec{r}$ ,  $\vec{v}$ ), значение и необходимость выбора системы отсчета при решении кинематических задач.

В статье представлены в сокращенном варианте обучающие упражнения, позволяющие отработать у учащихся базовой школы понимание кинематических уравнений движения материальной точки на плоскости.

### 1. Равномерное движение

*Определение пути, перемещения, времени движения, скорости, начальной и конечной координаты тела. Запись и чтение кинематического уравнения прямолинейного равномерного движения. Система отсчета.*

**У 1.** Траектория движения тела **ABC** показана на рис.1. Определить:

- начальную ( $X_0, Y_0$ ) и конечную ( $X_1, Y_1$ ) координату тела на координатной плоскости  $XOY$ ;
- время движения тела параллельно оси  $OY$  ( $t_1$ ), если проекция его скорости  $v_y = -3$  м/с и проекцию скорости вдоль оси  $OX$  ( $v_x$ ), если время движения из точки **B** в точку **C** равно  $t_2 = 1$  с;
- пройденный путь ( $S$ ), проекции перемещения на оси  $OX, OY$  ( $\Delta r_x, \Delta r_y$ ), модуль перемещения ( $\Delta r$ );
- записать кинематические уравнения движения вдоль осей  $OX, OY$ :  
 $X = X_0 + v_x \cdot t, Y = Y_0 + v_y \cdot t.$

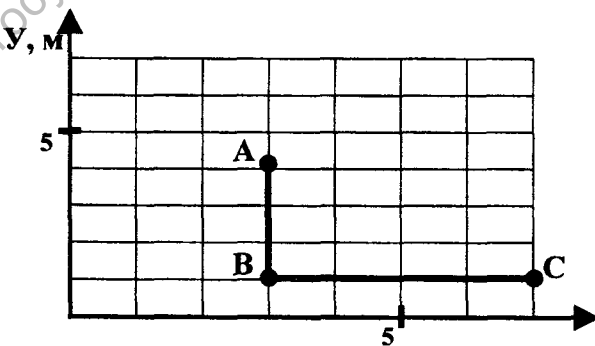


Рис. 1

**У 2.** На рис.2 изображены возможные траектории движения тела, модуль скорости которого равен  $v = 2$  м/с. Для указанных траекторий определите:

- модуль и проекции перемещения тела на оси  $OX$  и  $OY$ ;
- время движения;
- проекции скорости на оси  $OX$  и  $OY$ .

Запишите кинематические уравнения движения  $X(t)$  и  $Y(t)$ .

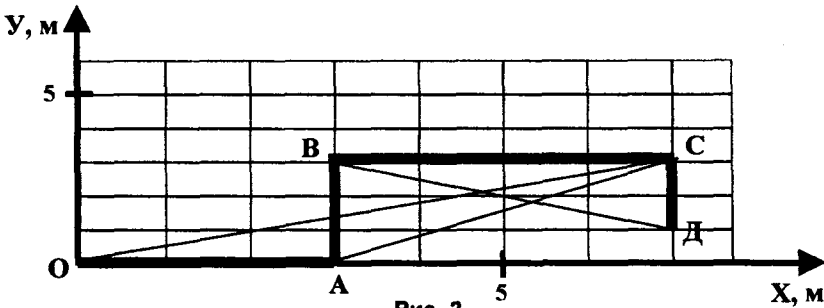


Рис. 2

Решение У 2 приведены в таблице 1.

Таблица 1

Траектория	Перемещение $\Delta r_x = X - X_0$ $\Delta r_y = Y - Y_0$ $\Delta r = \sqrt{\Delta r_x^2 + \Delta r_y^2}$	Время движения $t_1 = \frac{\Delta r_x}{v_x}$ $t_2 = \frac{\Delta r_y}{v_y}$ $t = \frac{\Delta r}{v}$	Проекция скорости $v_x = \frac{\Delta r_x}{t}$ $v_y = \frac{\Delta r_y}{t}$	Кинематические уравнения $X = X_0 + v_x \cdot t$ $Y = Y_0 + v_y \cdot t$
АО	$\Delta r_x = 0 - 3 = -3\text{м}$ $\Delta r_y = 0 - 0 = 0\text{м}$	$t_1 = \frac{-3}{-2} = \frac{3}{2}\text{с}$	$v_x = -2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ $v_y = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	$X = 3 - 2t$ $Y = 0 + 0t = 0$
СВА	$\Delta r_x = 3 - 7 = -4\text{м}$ $\Delta r_y = 0 - 3 = -3\text{м}$ $\Delta r = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5\text{м}$	$t_1 = \frac{-4}{-2} = 2\text{с}$ $t_2 = \frac{-3}{-2} = \frac{3}{2}\text{с}$	$v_{CBx} = -2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ $v_{CBY} = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ $v_{BAx} = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ $v_{BAy} = -2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	(CB) $X = 7 - 2t$ $Y = 3 + 0t = 3$  (BA) $X = 3 + 0t = 3$ $Y = 3 - 2t$
ВД	$\Delta r_x = 7 - 3 = 4\text{м}$ $\Delta r_y = 1 - 3 = -2\text{м}$ $\Delta r = \sqrt{4^2 + 2^2} = 2\sqrt{5}\text{м}$	$t = \frac{2\sqrt{5}}{2} = \sqrt{5}\text{с}$	$v_x = \frac{4}{\sqrt{5}} \frac{\text{м}}{\text{с}}$ $v_y = \frac{-2}{\sqrt{5}} \frac{\text{м}}{\text{с}}$	$X = 3 + \frac{4}{\sqrt{5}} \cdot t$ $Y = 3 - \frac{2}{\sqrt{5}} \cdot t$

Самостоятельно для траекторий ОА(BC), DCB(ABC), СА(CO) выполните упражнение У 2.

У 3. Движение материальных точек в данной системе отсчета задано уравнениями, помещенными в таблицу 2. Изучив решения заданий по образцу, определите:

начальную координату точки ( $X_0$ ), скорость ее движения ( $v_x$ ), координату ( $X_1$ ) и перемещение ( $\Delta r_x$ ) точки через  $t_1 = 3$  с.

Таблица 2

Кинематические уравнения $X = X_0 + v_x \cdot t$	$X_0$ м	$v_x$ м/с	$X_1 = X_0 + v_x \cdot t_1$ м	$\Delta r_x = X_1 - X_0$ м
$X = 10 - \frac{5 \cdot t}{3} = 10 - \frac{5}{3} \cdot t$	10	$-\frac{5}{3}$	$X_1 = 10 - \frac{5}{3} \cdot 3 = 5$	$\Delta r_x = 5 - 10 = -5$
$X = 2 = 2 + 0 \cdot t$	2	0	$X_1 = 2$	$\Delta r_x = 2 - 2 = 0$
$X = t = 0 + 1 \cdot t$	0	1	$X_1 = 3$	$\Delta r_x = 3 - 0 = 3$
$X = \frac{3-t}{2} = \frac{3}{2} - \frac{1}{2} \cdot t$	$\frac{3}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$X_1 = \frac{3}{2} - \frac{1}{2} \cdot 3 = 0$	$\Delta r_x = 0 - \frac{3}{2} = -\frac{3}{2}$
$X = \frac{t+3}{3}$				
$X = -t$				
$X = 5t + 12$				
$X = 4$				

## 2. Равнопеременное движение

Запись и чтение кинематических уравнений прямолинейного равнопеременного движения. Расчеты физических величин: перемещения, скорости, ускорения, координаты, пути.

У 4. Движение материальных точек в данной системе отсчета задано уравнениями в таблице 3. Изучив решения заданий по образцу, определите: начальную координату точки ( $X_0$ ); проекцию начальной скорости движения ( $v_{0x}$ ); проекцию ускорения ( $a_x$ ). Определите скорость  $v_x(2)$ , перемещение  $\Delta r_x(2)$ , координату  $X(2)$  тела через 2 с после начала движения.

Таблица 3

Кинематические уравнения $X = X_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$	$X_0$ , (м) $v_{0x}$ , (м/с) $a_x$ , (м/с <sup>2</sup> )	$v_x = v_{0x} + a_x \cdot t$	$\Delta r_x = v_{0x} \cdot t + \frac{a_x \cdot t^2}{2}$ $\Delta r_x(2) = X(2) - X_0$ (м)
$X = 3 - 4 \cdot t + \frac{t^2}{2}$ $X = 3 + (-4) \cdot t + \frac{1 \cdot t^2}{2}$ $X(2) = 3 - 4 \cdot 2 + \frac{2^2}{2} = -3$ м	3 -4 1	$v_x = -4 + t$ $v(2) = -4 + 2 = -2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	$\Delta r_x = -4 \cdot t + \frac{t^2}{2}$ $\Delta r_x(2) = -4 \cdot 2 + \frac{2^2}{2} = -6$ $\Delta r_x(2) = -3 - 3 = -6$
$X = t - 0,5 \cdot t^2$ $X = 0 + 1 \cdot t + \frac{(-1) \cdot t^2}{2}$ $X(2) = 2 - 0,5 \cdot 2^2 = 0$ м	0 1 -1	$v_x = 1 - t$ $v_x(2) = 1 - 2 = -1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	$\Delta r_x = t - 0,5 \cdot t^2$ $\Delta r_x(2) = 2 - 0,5 \cdot 2^2 = 0$ $\Delta r_x(2) = 0 - 0 = 0$

Окончание таблицы 3

Кинематические уравнения $X = X_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$	$X_0, (м)$ $v_{0x}, (м/с)$ $a_x, (м/с^2)$	$v_x = v_{0x} + a_x \cdot t$	$\Delta r_x = v_{0x} \cdot t + \frac{a_x \cdot t^2}{2}$ $\Delta r_x(2) = X(2) - X_0$ <b>(м)</b>
$X = t^2$ $X = 0 + 0 \cdot t + \frac{2 \cdot t^2}{2}$ $X(2) = 2^2 = 4м$	0 0 2	$v_x = 2 \cdot t$ $v_x(2) = 2 \cdot 2 = 4м/с$	$\Delta r_x = t^2$ $\Delta r_x(2) = 2^2 = 4$ $\Delta r_x(2) = 4 - 0 = 4$
$X = \frac{3 - 6 \cdot t}{3} + 1,5 \cdot t^2$	$X_0 =$ $v_{0x} =$ $a_x =$	$v_x =$ $v_x(2) =$	$\Delta r_x =$ $\Delta r_x(2) =$ $\Delta r_x(2) =$
$X =$ $X(2) =$	2 $v_{0x} =$ $a_x =$	$v_x =$ $v_x(2) =$	$\Delta r_x = 4 \cdot t - 8 \cdot t^2$ $\Delta r_x(2) =$ $\Delta r_x(2) =$
$X =$ $X(2) =$	-2 $v_{0x} =$ $a_x =$	$v_x = -4 + 6 \cdot t$ $v_x(2) =$	$\Delta r_x =$ $\Delta r_x(2) =$ $\Delta r_x(2) =$

У 5. По приведенным ниже таблицам 4 и 5 составьте условия задач в одно-два действия для определения одной или двух кинематических величин:  $X, X_0, v_{0x}, t, a_x, v_x, \Delta r_x$ .

Таблица 4

	$X = X_0 + v_{0x} \cdot t + \frac{a_x \cdot t^2}{2}$ $5 = -3 + 6 \cdot 2 + \frac{1 \cdot 2^2}{2}$		$v_x = v_{0x} + a_x \cdot t$ $8 = 6 + 1 \cdot 2$
A <sub>1</sub>	$5 = -3 + v_{0x} \cdot 2 + \frac{1 \cdot 2^2}{2}$	A <sub>5</sub>	$v_{1x} = 6 + 1 \cdot 2$
A <sub>2</sub>	$X_1 = -3 + 6 \cdot 2 + \frac{1 \cdot 2^2}{2}$	A <sub>6</sub>	$8 = 6 + a_x \cdot 2$
A <sub>3</sub>	$5 = -3 + 6 \cdot t_1 + \frac{1 \cdot t_1^2}{2}$	A <sub>7</sub>	$8 = 6 + 1 \cdot t_1$
A <sub>4</sub>	$5 = -3 + 6 \cdot 2 + \frac{a_x \cdot 2^2}{2}$		

Таблица 5

	$X = X_0 + v_{0x} \cdot t + \frac{a_x \cdot t^2}{2}$ $16 = \frac{2 \cdot 4^2}{2}$		$v_x = v_{0x} + a_x \cdot t$ $8 = 0 + 2 \cdot 4$
C <sub>1</sub>	$X_1 = \frac{2 \cdot 4^2}{2}$	C <sub>4</sub>	$v_{1x} = 0 + 2 \cdot 4$

Окончание таблицы 5

$C_2$	$16 = \frac{a_x \cdot 4^2}{2}$	$C_5$	$8 = 0 + 2 \cdot t_1$
$C_3$	$16 = \frac{2 \cdot t_1^2}{2}$	$C_6$	$8 = 0 + a_x \cdot 4$

## ПРИМЕРЫ

**Задача № 1 ( $A_1, A_5$ )** Координата тела, движущегося прямолинейно и равноускоренно, перед началом движения была равна  $X_0 = -3$  м, а через 2 с стала равна  $X_1 = 5$  м. Определить начальную и конечную скорость тела, если ускорение равно  $2 \text{ м/с}^2$ . (Решение см.  $A_1, A_5$ )

**Задача № 2 ( $C_2, C_4$ )** Из начала координат начинает двигаться равноускоренно тело. Через 4 с его координата равна 16 м. Определить ускорение тела и его скорость в этот момент времени. (Решение см.  $C_2, C_4$ )

**Задача № 3 Самостоятельно составьте:**

- а) задачи в одно действие, описанные кинематическими уравнениями:  $A_4, A_8, C_3, C_5$ ;  
 б) задачи в два действия, описанные кинематическими уравнениями:  $(A_4, A_5), (A_5, A_3), (C_3, C_4), (C_5, C_1)$

Обучающие упражнения целесообразно использовать после изучения теории. Это, как правило, три – пять упражнений, которые должны быть аккуратно оформлены в рабочей тетради ученика, чтобы он мог при необходимости обращаться к ним в процессе решения расчетных задач дома и на уроке.

Содержание и сложность ОУ должны учитывать требования программы (профильный или базовый уровень) и в процессе накопления опыта их применения систематизироваться.

В данной статье предложены три ОУ по кинематике равномерного движения и два ОУ по кинематике равнопеременного движения. Их цель – научить учащихся читать и записывать кинематические уравнения в выбранной системе отсчета. Изучение данных упражнений позволяет более эффективно использовать знания учащихся при решении расчетных задач на базовом уровне по кинематике движения материальной точки на плоскости.

Особенно необходимы и эффективны ОУ при изучении сложных разделов физики: динамика – изображение сил, электростатика (электромагнетизм) – моделирование поля с помощью силовых линий и т. д.

С помощью ОУ удастся целенаправленно сконцентрировать внимание ученика в нужном направлении, не отвлекая его внимание расчетами и математическими преобразованиями.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Исаченкова* и др. Физика, учебное пособие для 9 класса общеобразовательной школы с русским языком обучения. – Мн., 2000.
2. *Рымкевич А.П.* Сборник задач по физике. – М., 1987.

## SUMMARY

*This article deals with the ways of instilling in pupils skills and practical knowledge which they need for solving calculative problems on kinematic motion of a physical point on the surface at the basic level through a system of training exercises.*