

УДК 372.853

ФОРМИРОВАНИЕ У СТУДЕНТОВ ОБОБЩЕННЫХ УМЕНИЙ ПО РЕШЕНИЮ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

В. П. Редькин, Ж. И. Равуцкая

г. Мозырь, УО «Мозырский государственный педагогический университет им. И. П. Шамякина»

Формирование у студентов технических специальностей умения решать задачи по физике представляет серьезную проблему учебного процесса. Алгоритмические предписания (учебные алгоритмы) являются действенным средством решения данной проблемы. В работах [1–6] нами были представлены учебные алгоритмы решения физических задач по механике. Изучая электродинамику, студенты сталкиваются с действием сил другой природы – силами не механического происхождения. Однако и в этом случае алгоритмические предписания, применяемые в механике, работают и в электродинамике, но с учетом природы действующих сил. Это в значительной степени облегчает восприятие и понимание теоретического материала и способствует формированию обобщенных умений по решению задач. Рассмотрим применение алгоритма решения задач по кинематике и динамике к движению заряженных частиц в магнитном поле.

Задача. Электроны, летящие в телевизионной трубке, обладают энергией 12 кэВ. Трубка ориентирована так, что электроны движутся горизонтально. Вертикальная составляющая земного магнитного поля направлена вертикально вниз, и его индукция $5,5 \cdot 10^{-5}$ Тл. Каково ускорение каждого электрона? Насколько отклонится пучок электронов, пролетев 20 см внутри телевизионной трубки?

Дано:

$$E_k = 12 \text{ кэВ}$$

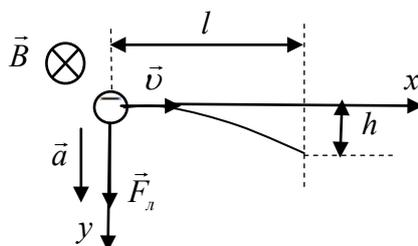
$$B = 5,5 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$$

$$l = 20 \text{ см}$$

$$a, h - ?$$

Решение:

Задача относится к типу комбинированных задач с использованием законов динамики и кинематики. Рассмотрим динамическую часть задачи на движение электрона в магнитном поле Земли (на рисунке – вид сверху) для определения его ускорения [2, 3].



1. Расстановка сил, действующих на тела системы.

На электрон действуют: со стороны магнитного поля – сила Лоренца $F_L = evB$, которая сообщает ему нормальное ускорение; со стороны Земли – сила

тяжести. Сила тяжести, действующая на электрон, пренебрежимо мала по сравнению с силой Лоренца, поэтому ее учитывать не будем.

2. *Применение второго закона Ньютона к телам системы:*

$$\vec{F}_l = m\vec{a}.$$

3. *Применение третьего закона Ньютона к взаимодействующим телам системы.* Так как электрон не взаимодействует с другими телами, этот пункт алгоритма опускаем.

4. *Выбор системы отсчета.* Начало отсчета свяжем с начальным положением тела, ось Ox – вправо, ось Oy – вертикально вниз.

6. *Переход от векторной формы записи уравнений движения к скалярной:*

$$F_l = ma.$$

7. *Решение полученной системы уравнений.* С учетом значения силы Лоренца получим:

$$e\upsilon B = ma \Rightarrow a = \frac{e\upsilon B}{m}.$$

Скорость электрона найдем из формулы для кинетической энергии:

$$E_k = \frac{m\upsilon^2}{2} \Rightarrow \upsilon = \sqrt{\frac{2E_k}{m}}.$$

Тогда

$$a = \frac{eB}{m} \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 5,5 \cdot 10^{-5}}{9,1 \cdot 10^{-31}} \sqrt{\frac{2 \cdot 1,92 \cdot 10^{-15}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 6,28 \cdot 10^{14} \text{ (м/с}^2\text{)}.$$

Отклонение пучка электронов внутри телевизионной трубки найдем, исходя из законов кинематики.

1. Движение электронов плоское, равнопеременное.
2. Система отсчета уже выбрана в динамической части решения задачи.
3. Для равнопеременного движения

$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}.$$

4. Так как движение электронов плоское, будем рассматривать его по двум составляющим (раздельно по осям координат).

$$x = x_0 + \upsilon_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}, \quad y = y_0 + \upsilon_{0y} t + \frac{a_y t^2}{2}.$$

5. При $t_0 = 0$

$$x_0 = 0, \upsilon_{0x} = \upsilon, a_x = 0, y_0 = 0, \upsilon_{0y} = 0, a_y = a.$$

6. Подставив начальные условия в закон движения, получим рабочие уравнения движения:

$$x = vt, y = \frac{at^2}{2}.$$

При этом движение вдоль горизонтальной оси Ox равномерное, вдоль вертикальной оси Oy – равнопеременное.

7. При $t = t_1$ (в момент попадания электронов на экран телевизионной трубки).

$$x = l, y = h.$$

8. Подставляя конечные условия в рабочие уравнения, получим:

$$l = vt, h = \frac{at^2}{2}.$$

Решая полученные уравнения, найдем искомую величину:

$$t = \frac{l}{v}, h = \frac{al^2}{2v^2} = \frac{al^2m}{4E_k}.$$

$$h = \frac{6,28 \cdot 10^{14} \cdot 0,04 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}}{4 \cdot 1,92 \cdot 10^{-15}} = 2,98 \cdot 10^{-3} \text{ (м)} = 2,98 \text{ (мм)}$$

Таким образом, возможно закрепление знаний по механике и применение их в любых разделах курса физики, если это необходимо. Такой подход позволяет формировать обобщенные умения по решению физических задач, что способствует формированию системы знаний, повышению качества профессиональной подготовки студентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Редькин, В. П. Задачи по физике. Методы решения. Алгоритм решения задач по кинематике / В. П. Редькин, Т. В. Николаенко, Н. Н. Дуб // Фізика: проблеми викладання. – 2001. – № 2. – С. 46–59.
2. Редькин, В. П. Задачи по физике. Методы решения. Динамика прямолинейного движения материальной точки / В. П. Редькин, Н. Н. Дуб, Т. В. Николаенко // Фізика: проблеми викладання. – 2001. – № 4. – С. 65–78.
3. Редькин, В. П. Задачи по физике. Методы решения. Динамика криволинейного движения материальной точки / В. П. Редькин, Т. В. Николаенко, Н. Н. Дуб // Фізика: проблеми викладання. – 2002. – № 1. – С. 73–77.
4. Редькин, В. П. Задачи по физике. Методы решения. Решение задач по статике / В. П. Редькин, Т. В. Николаенко, Н. Н. Дуб // Фізика: проблеми викладання. – 2002. – № 3. – С. 91–98.
5. Редькин, В. П. Задачи по физике. Методы решения. Алгоритм решения задач с использованием законов сохранения / В. П. Редькин, Т. В. Николаенко, Н. Н. Дуб // Фізика: проблеми викладання. – 2003. – № 1. – С. 90–98.
6. Редькин, В. П. Задачи по физике. Методы решения. Решение комбинированных задач / В. П. Редькин, Т. В. Николаенко // Фізика: проблеми викладання. – 2003. – № 5. – С. 43–53.