

## 11 класс

### Задача №1. Полёт с препятствием

*Оборудование:* металлический стержень с неодимовым магнитом на одном и подшипником на другом конце; штатив с лапкой; платформа с пятью проводящими пластинами одинаковой толщины и ширины  $b$ , но различной длины  $a$ ; две измерительные стойки с линейками.

В данной задаче вам предлагается изучить взаимодействие движущегося постоянного магнита с тонкими проводящими пластинками, намагничиваемостью которых можно пренебречь. Для этого используется экспериментальная установка, схематично представленная на рис. 1. К горизонтальной оси на подшипнике прикреплён стержень с постоянным магнитом на конце. В положении равновесия системы под магнитом на небольшом расстоянии от него располагается тонкая проводящая пластинка. В ходе эксперимента исследуется изменение высоты магнита при максимальном отклонении стержня от положения равновесия после его однократного прохождения над пластинкой. Движение магнита происходит в плоскости, параллельной стороне  $a$  (рис. 1).

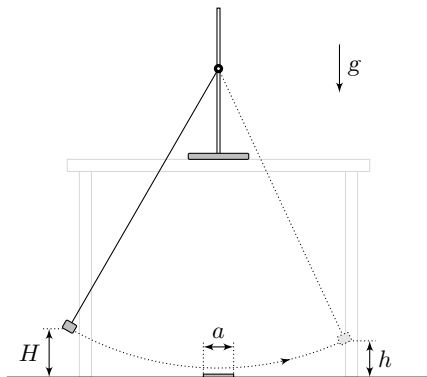


Рис. 1

Силами сопротивления воздуха и трения в подшипнике можно пренебречь, как и размерами магнита по сравнению с размерами стержня. Основное взаимодействие магнита с пластинкой происходит на участке порядка размера пластинки, на котором мощностью силы тяжести также можно пренебречь.

1. С учётом указанных приближений, при движении магнита со скоростью  $v$  мгновенная мощность энергетических потерь системы равна  $P = \alpha v^{n_1}$ ,  $n_1$  — постоянная величина,  $\alpha$  — коэффициент пропорциональности, зависящий только от относительно расположения магнита и пластинки. Определите  $n_1$  из теоретических соображений. Ответ обоснуйте.

Отклоним стержень от вертикали так, что магнит будет находиться на высоте  $H$  от положения равновесия и отпустим без начальной скорости. После прохождения над пластинкой магнит поднимется на высоту  $h < H$ . Для измерения значений  $H$  и  $h$  расположите две измерительные стойки с линейками по разные стороны от штатива. Подбирайте расположения стоек так, чтобы начиная движения от одной, магнит при последующей остановке едва касался второй линейки. В данной части задачи используйте пластинку с наибольшими размерами.

**Указание:** для задания расстояния  $d$  порядка 1 мм между пластинкой и магнитом в положении равновесия, поместите между ним и пластинкой выданную вам линейку измерительной стойки. Кручением гайки, связывающей магнит и стержень, добейтесь плотного контакта линейки с пластинкой и магнитом. Затем уберите линейку.

2. Получите экспериментальную зависимость  $h(H)$  (не менее 9 точек) в диапазоне  $H \in [10, 0 \dots 26, 0]$  см.
3. Основываясь на теоретических представлениях, полученных в п.1, получите теоретическую зависимость  $h(H)$ . Предложите координаты, в которых теоретическая зависимость  $h(H)$  является линейной функцией. Постройте график полученной зависимости в предложенных координатах и выясните, является ли описанная теоретическая модель применимой.

Теоретическое описание взаимодействия движущегося магнита с пластиной при разных значениях геометрических параметров установки является сложной задачей, решать которую вам не потребуется.

Изучим взаимодействие движущегося магнита с пластинами с различными значениями длины  $a$ .

4. При фиксированном значении  $H = 20$  см получите экспериментальную зависимость  $h(a)$  (5 точек).
5. Предположим, что разность высот  $\Delta H = H - h$  прямо пропорциональна  $a^{n_2}$ , где  $n_2$  — постоянная величина. Определите показатель степени  $n_2$ .

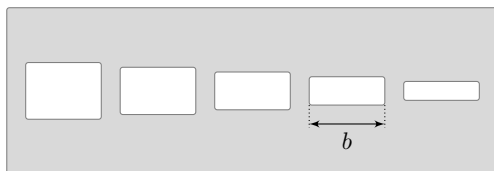


Рис. 2

### Задача №2. Необычный элемент

Совпадает с задачей №2 10 класса.