

## 8 класс

На различных установках численные значения приведенных в авторских решениях величин могут *существенно* отличаться.

### Задача 1. Серые массы

Поскольку магнит вблизи весов искажает их показания, невозможно определить его массу прямым взвешиванием. Положив трубку на весы, обнулим их показания кнопкой «TARE». Прикрепим магнит к концу трубки со стальным шариком и определим его массу:

$$m_M = 13,36 \pm 0,05 \text{ г.}$$

Будем перемещать шарик магнитом в сторону цилиндра, пока на некотором расстоянии  $l_{\text{кр}}$  от конца трубки магнит не «отщёлкнется» от шарика (на этом расстоянии шарик упрется в цилиндр). Длина цилиндра равна:

$$l = l_{\text{кр}} - R = 18,5 - 1,0 = 17,5 \pm 0,5 \text{ см,}$$

где  $R = 1,0 \pm 0,3 \text{ см}$  — оценочное значение радиуса шарика.

$x, \text{ см}$	$m, \text{ г}$
11,0	58,23
13,0	56,64
15,0	54,46
17,0	52,87
19,0	51,16
21,0	49,30
23,0	47,35
25,0	45,15
27,0	43,59
29,0	41,89
31,0	39,93

Таблица 2

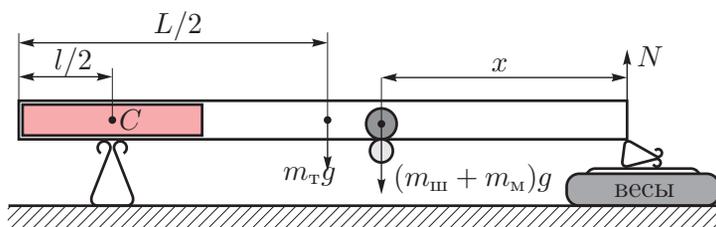


Рис. 5

Переместив цилиндр в конец трубки, установим большую клипсу под его центром тяжести  $C$ . Малую клипсу поставим на весы и установим на неё другой конец трубки. В такой системе цилиндр не вносит вклад в показания весов.

Снимем зависимость показаний весов  $m$  от расстояния  $x$  от правого конца трубки до шарика с магнитом.

Запишем правило моментов относительно точки  $C$ :

$$N \left( L - \frac{l}{2} \right) = mg \left( L - \frac{l}{2} \right) = m_{\text{т}} g \frac{L-l}{2} + (m_{\text{ш}} + m_{\text{м}}) g \left( L - \frac{l}{2} - x \right),$$

где  $L = 50,0 \pm 0,1$  см — длина трубки.

Показания весов линейно зависят от  $x$ :

$$m(x) = \left( \frac{L-l}{2L-l} m_{\text{т}} + m_{\text{ш}} + m_{\text{м}} \right) - \frac{m_{\text{ш}} + m_{\text{м}}}{L-l/2} x,$$

По угловом коэффициенту наклона  $k = 0,60 \pm 0,01$  г/см графика  $m(x)$  определим массу шарика  $m_{\text{ш}}$  (рис. 6):

$$m_{\text{ш}} = k(L - l/2) - m_{\text{м}} = 27,8 \pm 0,5 \text{ г.}$$

Отметим, что длину  $L - l/2$  мы можем получить прямым измерением расстояния между точками опоры.

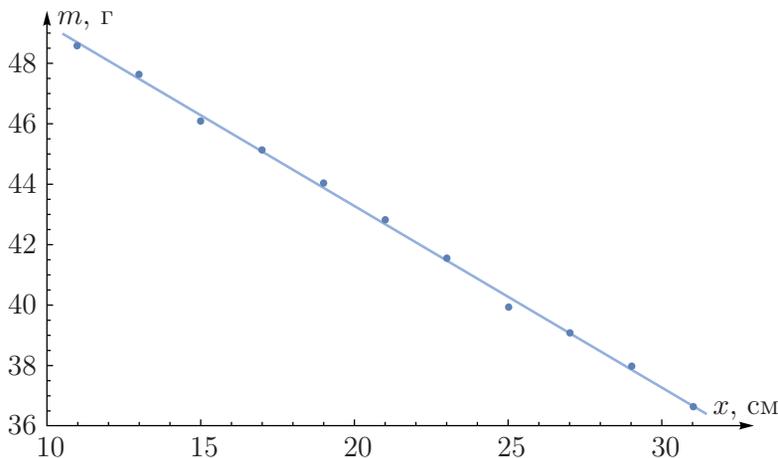


Рис. 6

Массу трубки  $m_{\text{т}}$  найдём из графика. Например, при  $x = 25$  см:

$$m_{\text{т}} = \frac{m(x)(2L-l) - (m_{\text{ш}} + m_{\text{м}})(2L-l-2x)}{L-l} = 77 \pm 2 \text{ г.}$$

Окончательно, масса цилиндра  $m_{\text{ц}}$  определяется как разность между полной массой трубки с цилиндром  $m_{\text{тц}}$ , измеряемой напрямую, и массой трубки  $m_{\text{т}}$ :

$$m_{\text{ц}} = m_{\text{тц}} - m_{\text{т}} = 19 \pm 2 \text{ г.}$$

### Задача 2. Гексагон

Измерим сопротивления между парами противоположных выводов ( $A-D$ ,  $B-E$ ,  $C-F$ ) гексагона. Они равны друг другу:  $R_d = 910$  кОм. Следовательно, в схеме есть три резистора  $R_1$  и три резистора  $R_2$ .

Измерив сопротивление  $R_d$  между парами соседних выводов, убедимся, что, начиная при обходе гексагона по часовой стрелке от точки  $A$ , величины резисторов образуют последовательность  $\{R_1, R_1, R_2, R_1, R_2, R_2\}$ .

Измерим сопротивление между выводами  $B$  и  $D$ :

$$R_{BD} = \frac{2}{3}(R_1 + R_2) = 813 \text{ кОм.}$$

Закоротив выводы  $B$  и  $D$  проводом с зажимами типа «крокодил», измерим сопротивление между выводами  $C$  и  $D$ :

$$R_{CD} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 289 \text{ кОм.}$$

Решая полученную систему уравнений, находим  $R_1 = 750$  кОм и  $R_2 = 470$  кОм.

Соберём цепь, схема которой изображена на рис. 3. Для этого, сняв «крокодил» с одного конца провода, подключим этот провод к вольтметру, а оставшийся на проводе зажим «крокодил» — к батарейке. Второй «крокодил» наденем на штекер провода от вольтметра и подключим ко второму контакту батарейки. Подключая щупы к различным выводам гексагона, измерим показания вольтметра (таб. 3):

$$U = \frac{R_V}{R_{\text{н}} + R_V} U_0,$$

где  $U_0 = 9,4$  В — напряжение батарейки, измеряемое вольтметром непосредственно,  $R_V$  — искомое сопротивление вольтметра.

Полученную зависимость преобразуем к виду:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_0} + \frac{R_{\text{н}}}{R_V U_0}.$$

Контакты	$R_H$ , кОм	$U$ , В	$U^{-1}$ , В <sup>-1</sup>
$AB$	593	5,75	0,174
$AC$	892	4,84	0,207
$AD$	921	4,77	0,210
$CD$	421	6,44	0,155
$BD$	826	5,02	0,199
$AE$	708	5,36	0,187
без $R$	0	9,16	0,109

Таблица 3

Строим график зависимости  $U^{-1}(R_H)$  (рис. 7), по угловому коэффициенту  $k$  определяем сопротивление вольтметра:

$$R_V = \frac{1}{kU_0} = 970 \text{ кОм.}$$

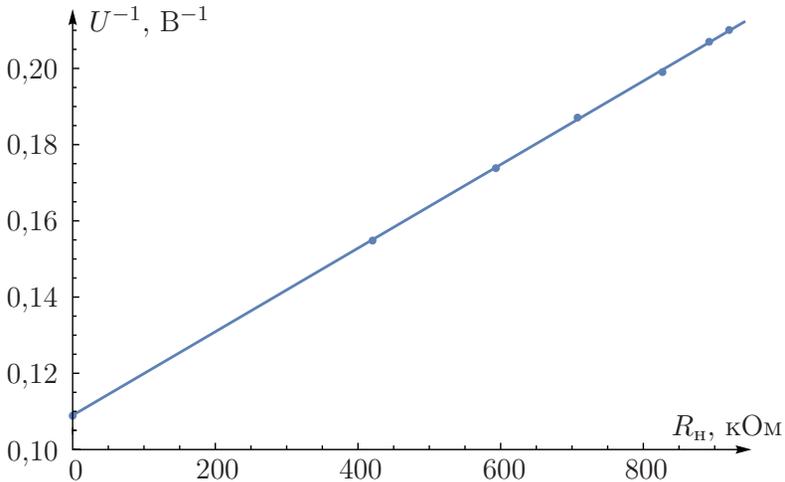


Рис. 7