

Возможные решения

7 класс

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

Задача 1. Скрытая масса

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

$$m_{\text{м}} = 13,17 \pm 0,03 \text{ г.}$$

Установим трубку на клипсы-опоры. Измерим расстояние между ними:

$$L = 50,0 \pm 0,1 \text{ см.}$$

С помощью магнита будем фиксировать положение шарика внутри трубки и снимать показания весов для системы с магнитом $m_1(x)$ (таб. 1).

Запишем правило моментов относительно опоры, находящейся на столе, для систем с магнитом и без:

$$m_1(x)gL = (m_{\text{ш}} + m_{\text{м}})g(L - x) + m_{\text{т}}gL/2, \quad (1)$$

$$m(x)gL = m_{\text{ш}}g(L - x) + m_{\text{т}}gL/2. \quad (2)$$

Вычитая из уравнения (1) уравнение (2), получим искомую зависимость:

x , см	m_1 , г	m , г
11,0	65,47	55,2
15,0	61,52	52,3
19,0	58,17	50,0
23,0	54,41	47,3
27,0	51,06	45,0
31,0	47,30	42,3
35,0	43,45	39,5
39,0	40,10	37,2
43,0	36,04	34,2
47,0	32,69	31,9

Таблица 1

$$m(x) = m_1(x) - m_{\text{м}} \frac{L - x}{L}.$$

Показания весов m и m_1 отличаются на известную величину, что позволяет нам пересчитать значения в таблице 1.

Теоретическая зависимость, полученная из уравнения (2), имеет вид:

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

Построив график $m(x)$, определим массу шарика по угловому коэффициенту наклона k (рис. 4):

$$m_{\text{ш}} = -kL = 32,3 \pm 0,5 \text{ г.}$$

Масса трубки с шариком составляет $m_{\text{т}} + m_{\text{ш}} = 82,18 \pm 0,03$ г, откуда масса трубки:

$$m_{\text{т}} = 59,9 \pm 0,5 \text{ г.}$$

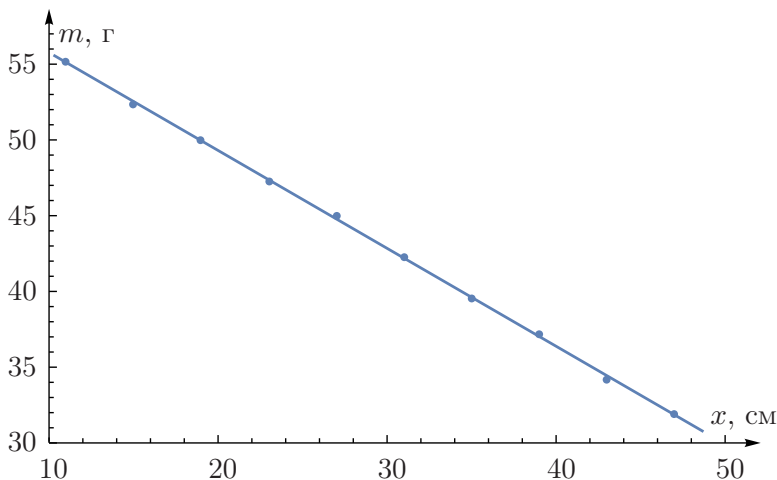


Рис. 4

Задача 2. Пустота

Будем использовать карандаш в качестве опоры для рычага из линейки.

1. Оценим массу линейки. Зафиксируем длины плеч линейки примерно в отношении 1 : 3, расположим стаканы на равных расстояниях ($l_{\text{ст}} = 8$ см) от опоры (стаканы будут уравнивать друг друга). В стакан на краю линейки будем доливать воду до тех пор, пока система не

придёт в равновесие. Объём налитой воды $V_B = 19$ мл. Из правила моментов получим:

$$\rho_0 V_B l_{\text{ст}} = m_{\text{л}} l_{\text{цм}},$$

где $l_{\text{цм}} = 10,2$ см — расстояние от центра масс линейки до карандаша, получим массу линейки $m_{\text{л}} \approx 15$ г.

2. Для оценки массы стакана расположим пустой стакан на краю линейки. Сдвигая линейку относительно опоры, найдем положение равновесия (при длинах плеч $l_1 = 18,8$ см и $l_2 = 22,2$ см). Центр стакана находится на расстоянии $l = 16$ см от точки опоры. Записав правило моментов:

$$m_{\text{л}} \frac{l_1}{L} \cdot \frac{l_1}{2} + m_{\text{ст}} \cdot l = m_{\text{л}} \frac{l_2}{L} \cdot \frac{l_2}{2},$$

найдем $m_{\text{ст}} \approx 2$ г.

3. Насыпем песок в пустой стакан до определённой риски. С помощью шприца нальём в другой стакан такой же объём воды V .

Дольём в стакан с песком воду до выравнивания её уровня с уровнем поверхности песка. Определим объём полостей в песке $V_{\text{п}}$ и рассчитаем коэффициент пустотности:

$$\beta = \frac{V_{\text{п}}}{V} = 0,38 \pm 0,03.$$

4. Для определения плотности песка используем сухой песок известного объёма V . Уравновесим на концах линейки два стакана — один с песком, другой с необходимым для равновесия объёмом воды V_0 . Масса воды будет равна массе песка, откуда искомая плотность:

$$\rho = \frac{m}{V - V_{\text{п}}} = \frac{\rho_0 V_0}{V(1 - \beta)} = 2,55 \pm 0,15 \text{ г/см}^3.$$