

Изучение весов

Условие

Задача 10-1. «Изучение весов»

Погрешность следует рассчитывать только в последнем пункте (3.3) данного задания.

Рычажные весы - один простейших и древнейших измерительных приборов. Однако теория весов не так проста, как кажется на первый взгляд. Даже в конце XIX века Д.И. Менделеев занимался этой теорией. В данной работе вам предстоит изучить и усовершенствовать обыкновенные школьные весы. Обычно при измерении массы тела добиваются равновесия весов. Для измерения малых масс можно также измерять отклонение стрелки весов.

При измерениях будьте терпеливы и аккуратны! Перед каждой серией измерений с помощью пластилина тщательно уравновесьте весы (точно, по стрелке), а затем добавляйте грузы известной массы. Дождайтесь, пока колебания весов прекратятся.

Оборудование: Весы рычажные школьные, штатив с лапкой, 5 разновесов по 200 мг, пластилин, палочка для шашлыка, линейка.

Закрепите весы за опорный стержень в лапке штатива, так, чтобы стержень располагался вертикально, а нижний конец стрелки мог отклоняться от вертикали при опускании чашек весов не менее, чем на 2 см (рис.1). Во всех частях задачи вам необходимо измерять отклонение стрелки при добавлении грузов на чашки весов. В качестве грузов используйте 5 разновесов по 200 мг. Вам предстоит исследовать зависимости отклонения от разности масс: Считайте, что если дополнительные грузы находятся на левой чашке, то разность масс положительна; если на правой – то отрицательна. Очевидно, что проще строить графики в зависимости от числа дополнительных грузов, а затем, при необходимости, пересчитывать массы этих грузов.

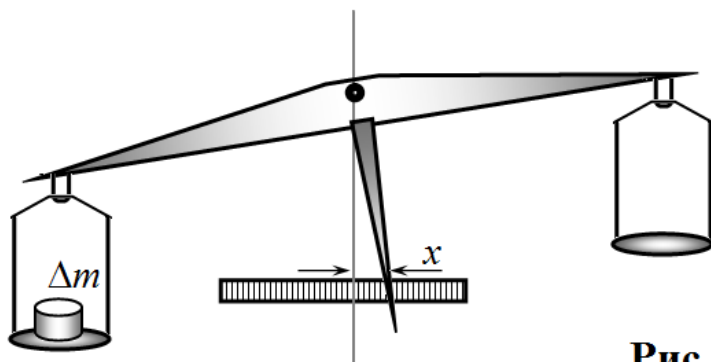


Рис. 1

Часть 1. Характеристики весов.

К стержню прикрепите небольшую полоску миллиметровой бумаги, чтобы по ней можно было измерять отклонение стрелки x (см. рис.1). Укажите расстояние от оси подвеса коромысла до шкалы.

1.1 Измерьте зависимость отклонения стрелки x от числа дополнительных грузов. Постройте график полученной зависимости. 1.2 Кратко объясните, почему весы приходят в равновесие при определенном угле отклонения. Постройте простую теоретическую модель, позволяющую теоретически рассчитать зависимость угла отклонения от массы дополнительных грузов. Укажите, какой единственный параметр весов определяет эту зависимость.

1.3 При малых отклонениях величину x можно считать прямо пропорциональной массе дополнительных грузов. Укажите, при каком числе дополнительных грузов полученная вами экспериментальная зависимость линейна. Рассчитайте чувствительность весов (отношение величины отклонения стрелки к массе дополнительного груза):

$$S = \frac{\Delta x}{\Delta m}, \quad (1)$$

1.4 Укажите основную причину того, что полученная зависимость может быть нелинейной и несимметричной, ответ обоснуйте. Строгих математических выкладок и получение строго зависимости не требуется.

Часть 2. Дополнительная стрелка снизу.

Прикрепите с помощью пары небольших кусочков пластилина к стрелке весов деревянную палочку. Она не должна мешать движению весов. Снизу на столе закрепите линейку так, чтобы было можно измерять горизонтальное отклонение палочки x). Укажите расстояние от оси подвеса коромысла до шкалы.

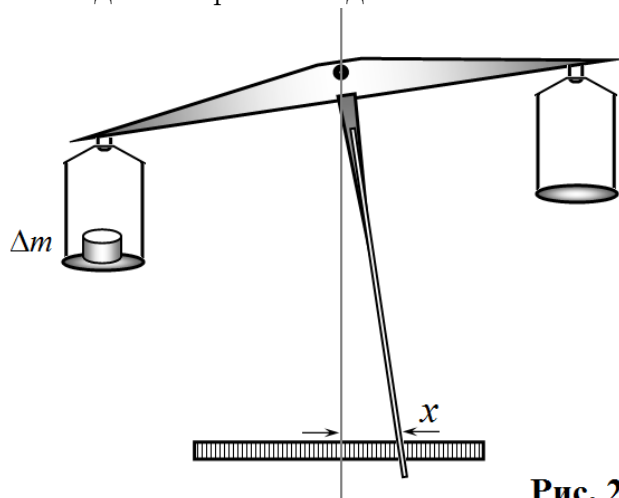


Рис. 2

2.1 Измерьте зависимость величины отклонения x от числа дополнительных грузов. Постройте график полученной зависимости. 2.2 Рассчитайте чувствительность весов в данном случае. 2.3 Укажите какие характеристики дополнительной стрелки (т.е. палочки) способствуют увеличению чувствительности, а какие ее уменьшению.

Часть 3. Дополнительная горизонтальная стрелка.

Прикрепите палочку к коромыслу весов, как показано на рис. 3). Укажите расстояние от оси подвеса коромысла до шкалы.

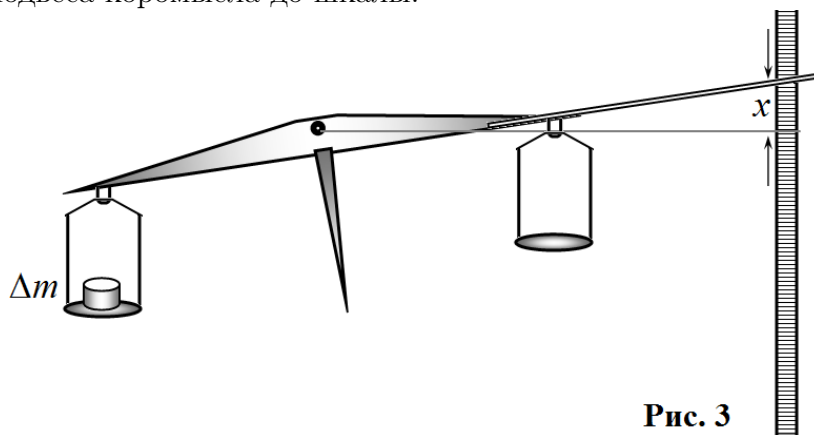


Рис. 3

С помощью пластилина закрепите линейку вертикально так, чтобы по ней можно было измерять отклонение конца стрелки x . Без дополнительных грузов палочка-стрелка должна располагаться горизонтально, для такого уравнивания весов используйте кусочки пластилина.

3.1 Измерьте зависимость вертикального отклонения палочки x от числа дополнительных грузов. Постройте график полученной зависимости. 3.2 Рассчитайте чувствительность весов (при малых отклонениях) в этом случае. 3.3 Вырежьте 5 кусочков миллиметровой бумаги площадью 4 см^2 . Измерьте зависимость отклонения стрелки (палочки) от числа кусочков бумаги, положенных на левую чашку весов. Рассчитайте поверхностную плотность (массу 1 м^2 миллиметровой бумаги). Оцените погрешность найденного значения.

