

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Выяснение условия равновесия рычага

Работу выполнили:
студенты 3 курса группы
06-791
Ахметгалиева Диляра,
Дзинвалюк Даниил,
Сафиуллина Эльвира

Цели работы:

- проверить на опыте правило моментов;
- рассчитать абсолютные погрешности.

Оборудование:

- рычаг на штативе;
- набор грузов массой 0,1 кг (5 шт.);
- линейка (встроена в рычаг).

Ход работы

1. Подготовка оборудования

Первым делом мы проверили целостность оборудования. Всё было в порядке.

Следующим шагом мы уравновесили рычаг с помощью специальных болтиков. Теперь всё стало совсем хорошо. Значит, можно переходить к следующему этапу.

штати

в

рычаг +
линейка



2. Создание условия равновесия рычага с использованием 2 грузиков

Первый эксперимент мы решили произвести с использованием двух грузиков из пяти. Справа, на расстоянии $0,05\text{м}$, с помощью специального крепления мы подвесили один из грузиков массой $0,1\text{кг}$. Затем, придерживая рычаг на штативе с левой стороны, мы подвесили на произвольном расстоянии по левую сторону от оси симметрии грузик массой $0,1\text{кг}$. И, обрадовавшись, убрали руки с конструкции (примечание: ТАК ДЕЛАТЬ НЕ НАДО!). На долю секунды наш рычаг превратился в мельницу. Благо пострадали только уши от звука падения грузиков. Восстановив исходные данные, мы стали подбирать такое расстояние, которое позволило бы рычагу оставаться в состоянии равновесия. Оказалось, для этого нужно установить грузик на расстоянии, равном $0,05\text{м}$.



3. Создание условия равновесия рычага с использованием 5 грузиков

Второй эксперимент мы решили произвести с использованием всех грузиков из набора. Справа, на расстоянии $0,1\text{ м}$ от оси симметрии, с помощью специальных креплений мы подвесили три грузика массой $0,1\text{ кг}$ каждый, в сумме у нас получился грузик массой $0,3\text{ кг}$. Уравновесить мы их пытались уже двумя грузиками, в сумме дающими нам грузик массой $0,2\text{ кг}$. Для достижения равновесия нам пришлось сдвинуть их в левую сторону на $0,15\text{ м}$ от оси вращения.



Обработка результатов:

№				
1	0,98	0,98	0,05	0,05
2	2,94	1,96	0,1	0,15

Расчёт абсолютных погрешностей:

➤ Мы знаем, что $F_{\text{тяж}} = m \cdot g$

Масса одного грузика – 0,1кг. Погрешность Δm при этом составляет 0,05кг.

Ускорение свободного падения – 9,8 м/с². Это табличная величина, её погрешность Δg составляет 0,05 м/с².

➤ Мы знаем, что $M = F \cdot L$, где $F = F_{\text{тяж}}$

Погрешность $\Delta L = 0,005\text{м}$

I эксперимент

$$F_1 = m_1 \cdot g = 0,1 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = 0,98 \text{ Н}$$

$$\Delta F_1 = m_1 \cdot \Delta g + \Delta m_1 \cdot g = 0,1 \text{ кг} \cdot 0,05 \text{ м/с}^2 + 0,05 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = 0,495 \text{ Н}$$

$$M_1 = F_1 \cdot L_1 = 0,98 \text{ Н} \cdot 0,05 \text{ м} = 0,049 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\Delta M_1 = F_1 \cdot \Delta L_1 + \Delta F_1 \cdot L_1 = 0,98 \text{ Н} \cdot 0,005 \text{ м} + 0,495 \text{ Н} \cdot 0,05 \text{ м} = 0,029 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\delta = \frac{\Delta F_1}{F_1} + \frac{\Delta L_1}{L_1} = \frac{0,495}{0,98} + \frac{0,005}{0,05} = 0,61$$

$$F_2 = m_2 \cdot g = 0,1 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = 0,98 \text{ Н}$$

$$\Delta F_2 = m_2 \cdot \Delta g + \Delta m_2 \cdot g = 0,1 \text{ кг} \cdot 0,05 \text{ м/с}^2 + 0,05 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = 0,495 \text{ Н}$$

$$M_2 = F_2 \cdot L_2 = 0,98 \text{ Н} \cdot 0,05 \text{ м} = 0,049 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\Delta M_2 = F_2 \cdot \Delta L_2 + \Delta F_2 \cdot L_2 = 0,98 \text{ Н} \cdot 0,005 \text{ м} + 0,495 \text{ Н} \cdot 0,05 \text{ м} = 0,029 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\delta = \frac{\Delta F_2}{F_2} + \frac{\Delta L_2}{L_2} = \frac{0,495}{0,98} + \frac{0,005}{0,05} = 0,61$$

Таким образом, $M_1 = 0,049 \pm 0,029 \text{ Н} \cdot \text{м}$ и $M_2 = 0,049 \pm 0,029 \text{ Н} \cdot \text{м} \Rightarrow M_1 = M_2$

II эксперимент

$$F_1 = m_1 \cdot g = 0,3 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = 2,94 \text{ Н}$$

$$\Delta F_1 = m_1 \cdot \Delta g + \Delta m_1 \cdot g = 0,3 \text{ кг} \cdot 0,05 \text{ м/с}^2 + 0,05 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = 0,505 \text{ Н}$$

$$M_1 = F_1 \cdot L_1 = 2,94 \text{ Н} \cdot 0,1 \text{ м} = 0,294 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\Delta M_1 = F_1 \cdot \Delta L_1 + \Delta F_1 \cdot L_1 = 2,94 \text{ Н} \cdot 0,01 \text{ м} + 0,505 \text{ Н} \cdot 0,1 \text{ м} = 0,0799 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\delta = \frac{\Delta F_1}{F_1} + \frac{\Delta L_1}{L_1} = \frac{0,505}{2,94} + \frac{0,01}{0,1} = 0,272$$

$$F_2 = m_2 \cdot g = 0,2 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = 1,96 \text{ Н}$$

$$\Delta F_2 = m_2 \cdot \Delta g + \Delta m_2 \cdot g = 0,2 \text{ кг} \cdot 0,05 \text{ м/с}^2 + 0,05 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = 0,5 \text{ Н}$$

$$M_2 = F_2 \cdot L_2 = 1,96 \text{ Н} \cdot 0,15 \text{ м} = 0,294 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\Delta M_2 = F_2 \cdot \Delta L_2 + \Delta F_2 \cdot L_2 = 1,96 \text{ Н} \cdot 0,01 \text{ м} + 0,5 \text{ Н} \cdot 0,15 \text{ м} = 0,0946 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\delta = \frac{\Delta F_2}{F_2} + \frac{\Delta L_2}{L_2} = \frac{0,5}{1,96} + \frac{0,01}{0,15} = 0,322$$

Таким образом, $M_1 = 0,294 \pm 0,0799 \text{ Н} \cdot \text{м}$ и $M_2 = 0,294 \pm 0,0946 \text{ Н} \cdot \text{м}$

$$\Rightarrow M_1 = M_2$$

Вывод:

В ходе выполнения данной лабораторной работы мы опытным путём смогли проверить, при каком соотношении сил и их плеч рычаг находится в равновесии, а также мы проверили правило моментов. Рассчитали абсолютную погрешность произведения (для момента и силы), затем нашли относительную погрешность.

Спасибо за внимание!