The background features a dark blue gradient with faint, light blue technical diagrams. These include circular gauges with numerical scales (e.g., 40, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 230, 240, 250, 260) and various circular arrows indicating rotation or flow. The text is centered and rendered in a bold, white, sans-serif font.

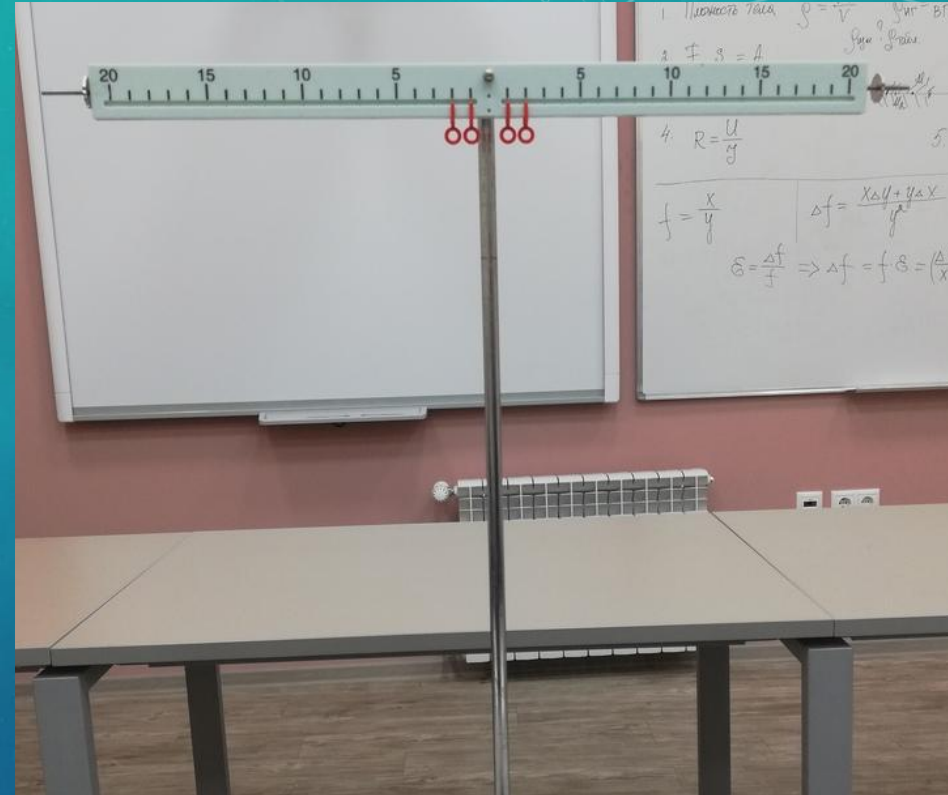
**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3
«ИЗМЕРЕНИЕ МОМЕНТА СИЛЫ
ТЯЖЕСТИ. ПРАВИЛО РАВНОВЕСИЯ
РЫЧАГА»**

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

- Измерить момент силы тяжести; экспериментально установить правило равновесия рычага.

ОБОРУДОВАНИЕ:

- Рычаг
- Линейка
- 5 грузиков массой 100 граммов



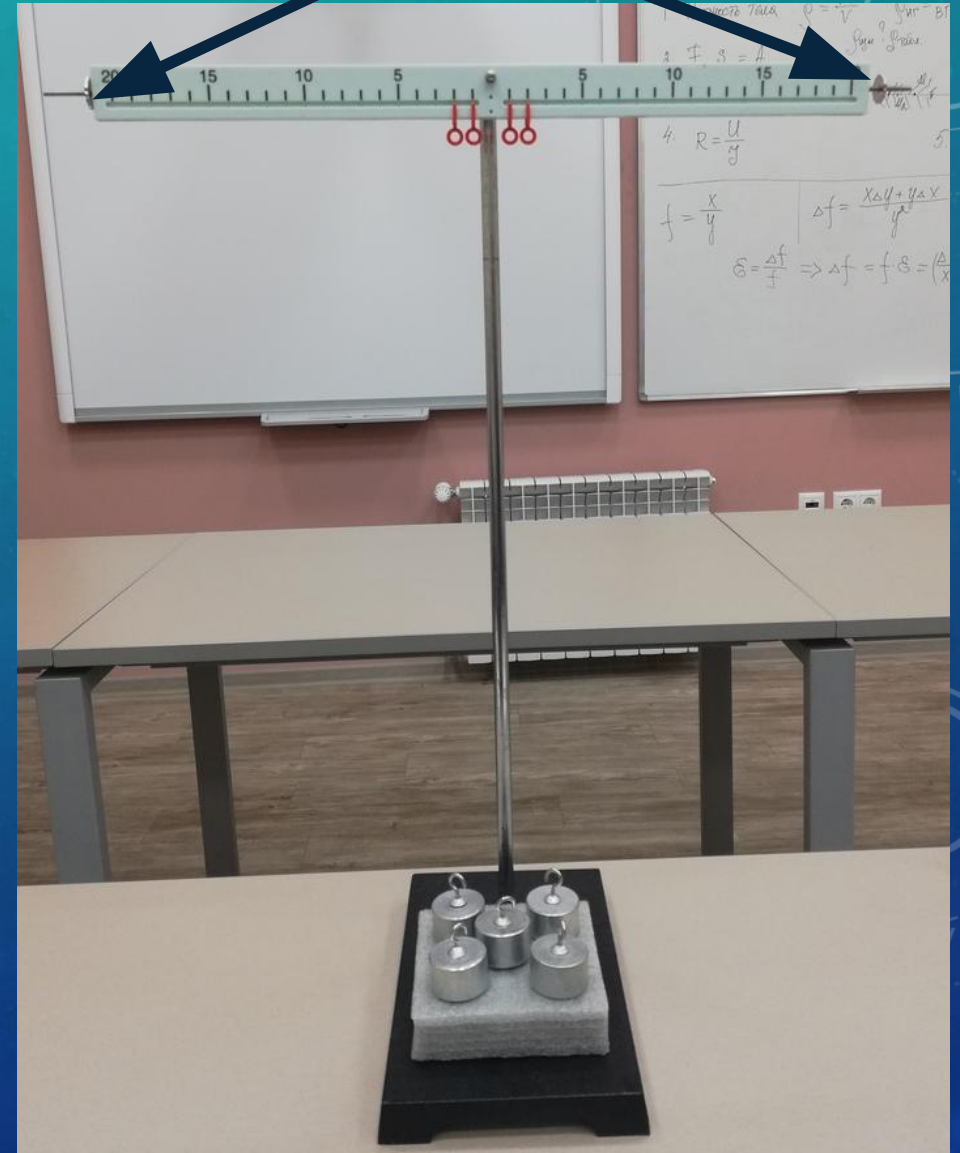
ХОД РАБОТЫ:

1. Убедиться в исправности рычага:

а) если рычаг находится в равновесии – он исправен, переходим к пункту 2;

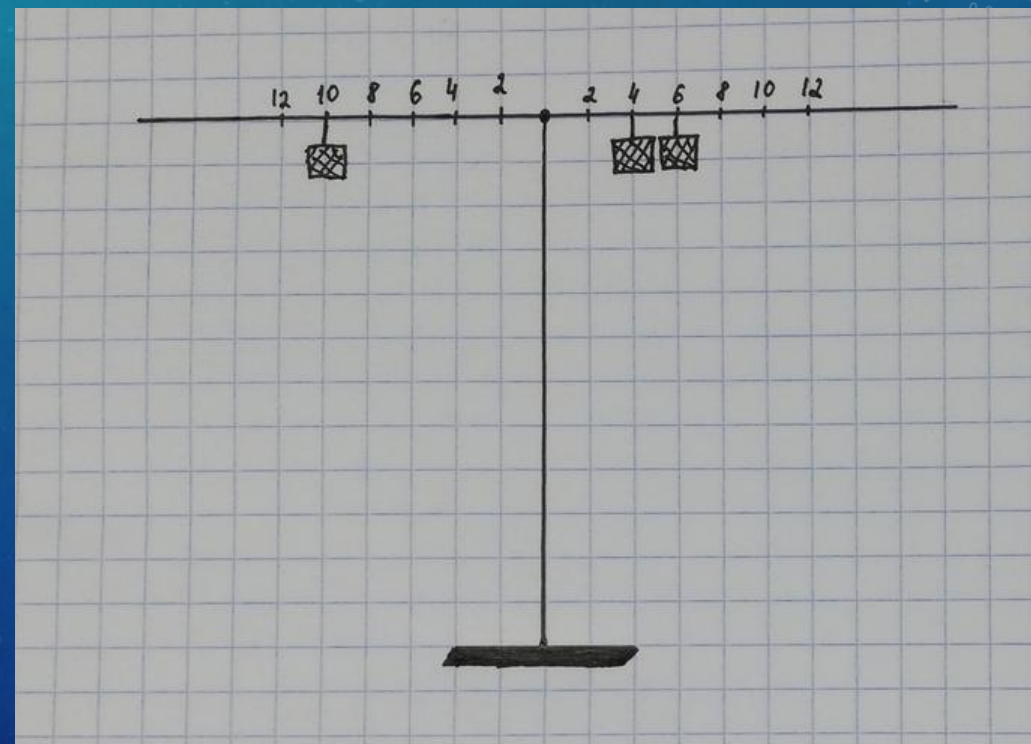
б) если рычаг НЕ находится в равновесии – воспользуйтесь уравнивающими винтами, приведите рычаг в состояние равновесия, перейдите к пункту 2.

Уравнивающие
винты



2. Придерживая рычаг руками, подвесьте на одно из плеч рычага 1 грузик на расстоянии 10 см от оси вращения.
3. Уравновесьте рычаг с помощью одного, двух, трёх и четырёх грузиков.
4. Сделайте рисунок установки, соблюдая масштаб длины правого и левого плеча рычага (4 штуки).

Пример рисунка:



5. Вычислите моменты силы тяжести: M_0 – моменты силы тяжести грузика, подвешенного на рычаг в пункте 2; M_1, M_2, M_3, M_4 – моменты сил тяжести одного, двух, трёх и четырёх грузиков соответственно, подвешенных в пункте 3. Единицы измерения всех величин выразите в СИ. Результаты запишите в тетрадь:

$$M_0 = \dots \text{ Н*м}$$

$$M_1 = \dots \text{ Н*м}$$

$$M_2 = \dots \text{ Н*и}$$

$$M_3 = \dots \text{ Н*м}$$

$$M_4 = \dots \text{ Н*м}$$

$$M = F_{\text{ТЯЖ}} \cdot l = m \cdot g \cdot l$$

6. Определите абсолютные погрешности для массы, ускорения свободного падения, длины плеча: Δm , Δg , Δl .

7. Вычислите относительные погрешности для всех моментов:

$$\varepsilon_M = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta g}{g} + \frac{\Delta l}{l}$$

8. Вычислите абсолютные погрешности для всех моментов:

•
$$\Delta M = \varepsilon_M \cdot M$$

9. Запишите значения моментов в виде $M = \dots \pm \dots \text{ Н*м}$.

10. Схематично изобразите на координатной прямой интервалы значений всех моментов.

11. Сравните значение M_0 с значениями M_1 , M_2 , M_3 , M_4 . Сделайте вывод.

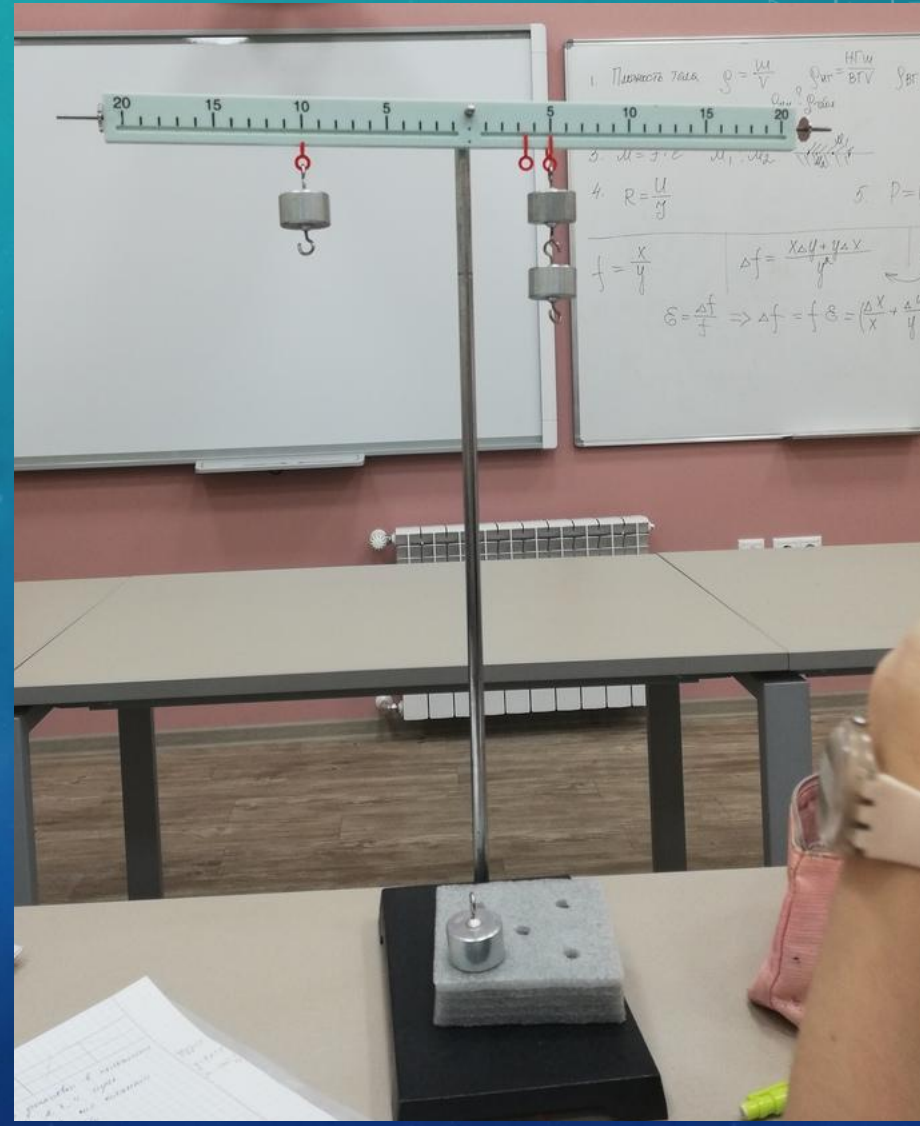
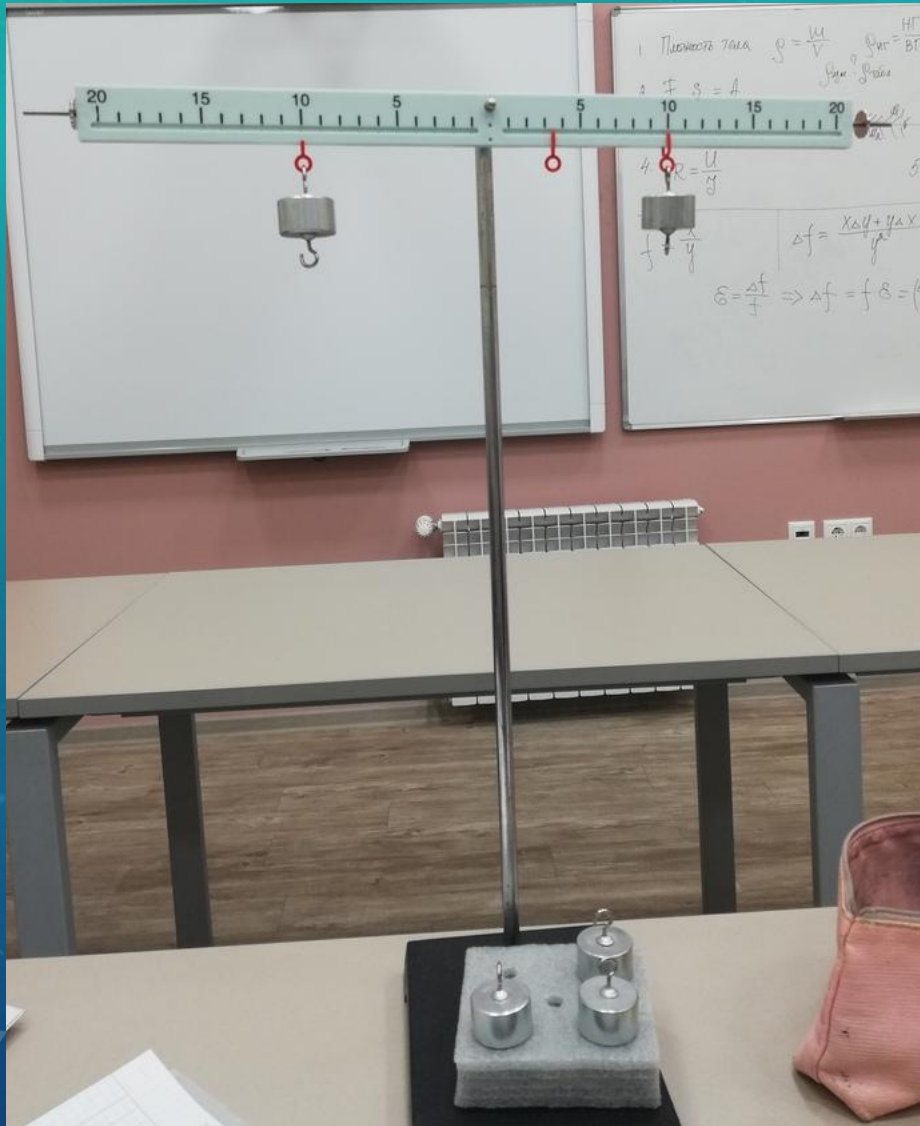
12. Сформулируйте правило равновесия рычага.

13. Сделайте вывод по проделанной работе.

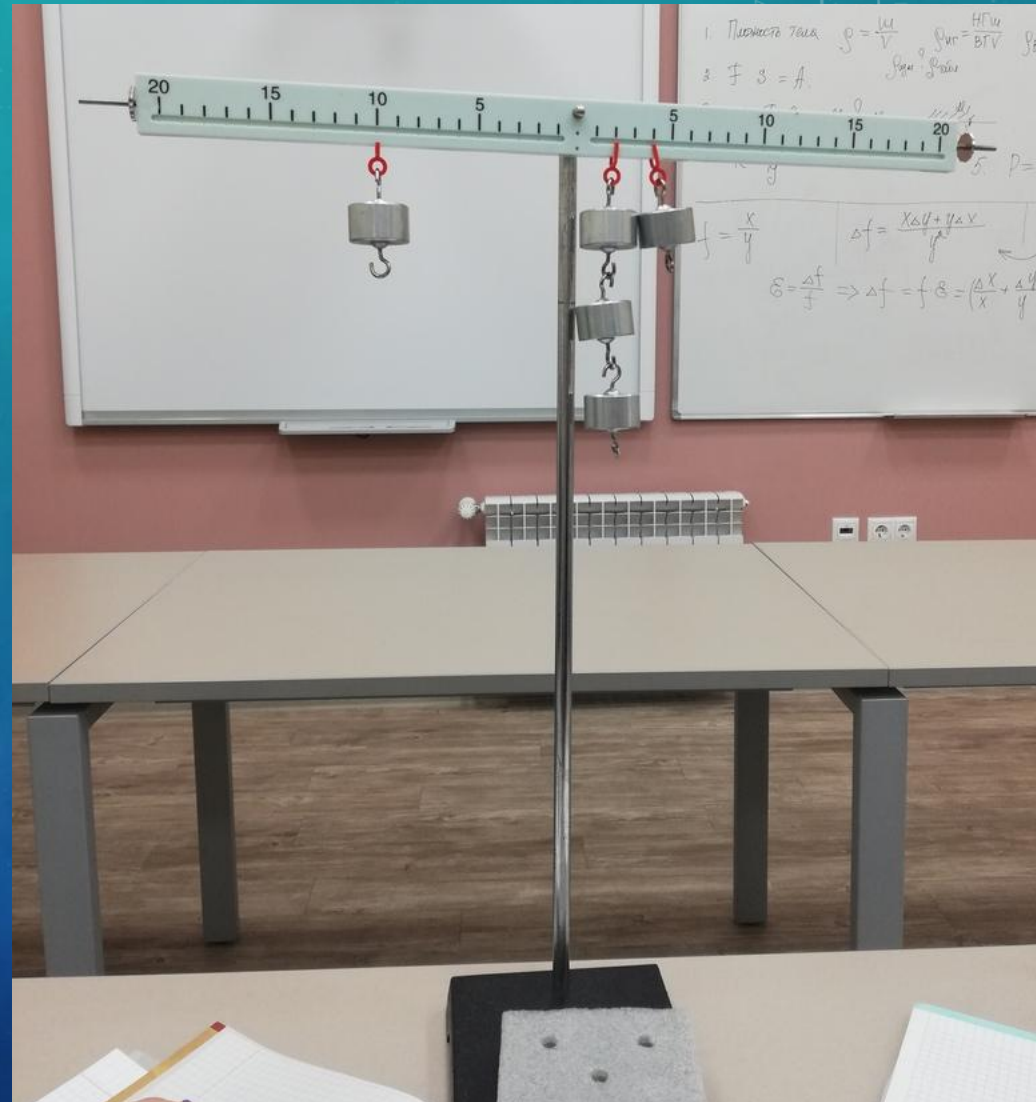
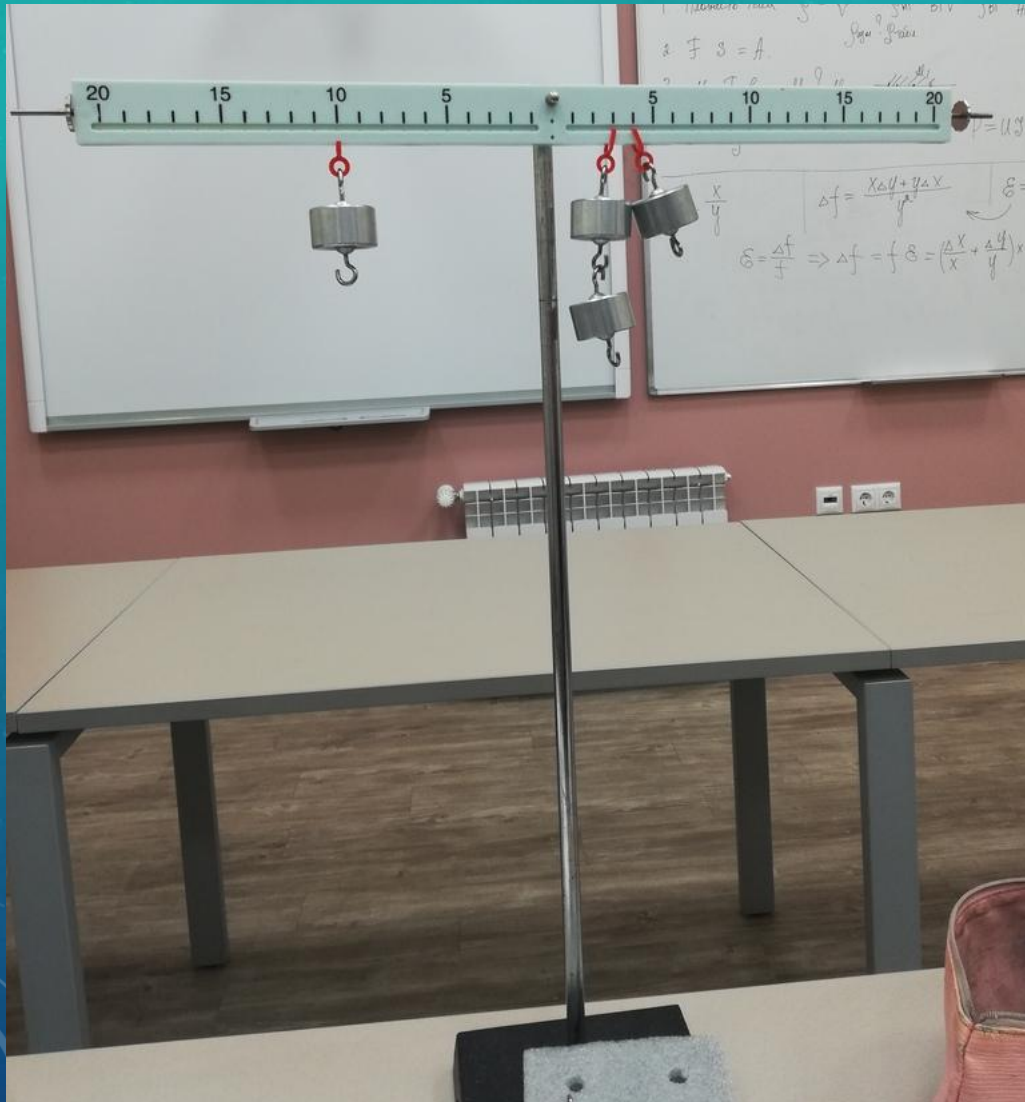
LEARNING
THEORY
PRACTICE



- Уравновешиваем рычаг с одним грузиком, подвешенным на расстоянии 10 см, одним, двумя, тремя и четырьмя грузиками:



- Уравновешиваем рычаг с одним грузиком, подвешенным на расстоянии 10 см, одним, двумя, тремя и четырьмя грузиками:

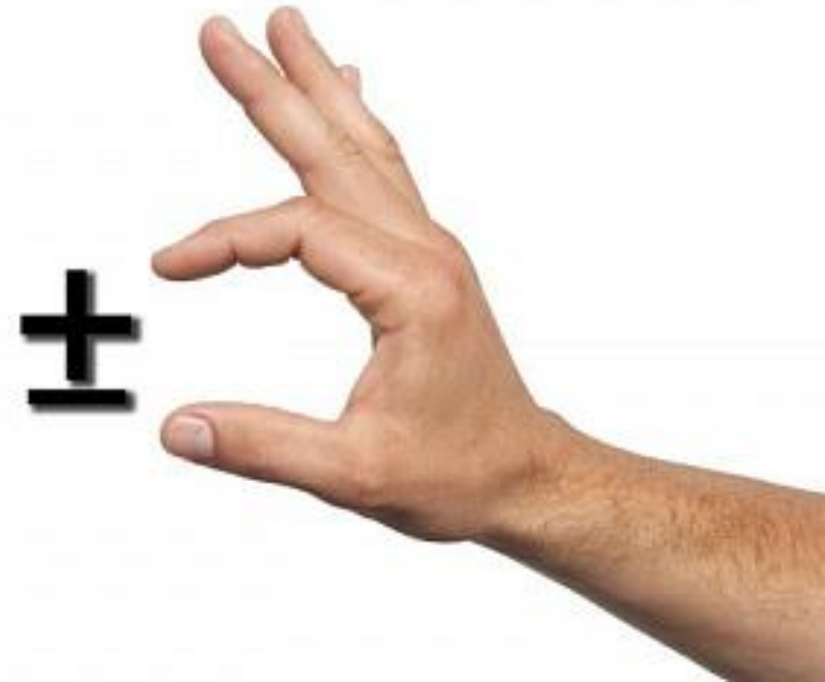


Абсолютные погрешности для массы, ускорения свободного падения, длины плеча:

$\Delta m = 1 \text{ г}$ – таблица погрешностей для разновесов

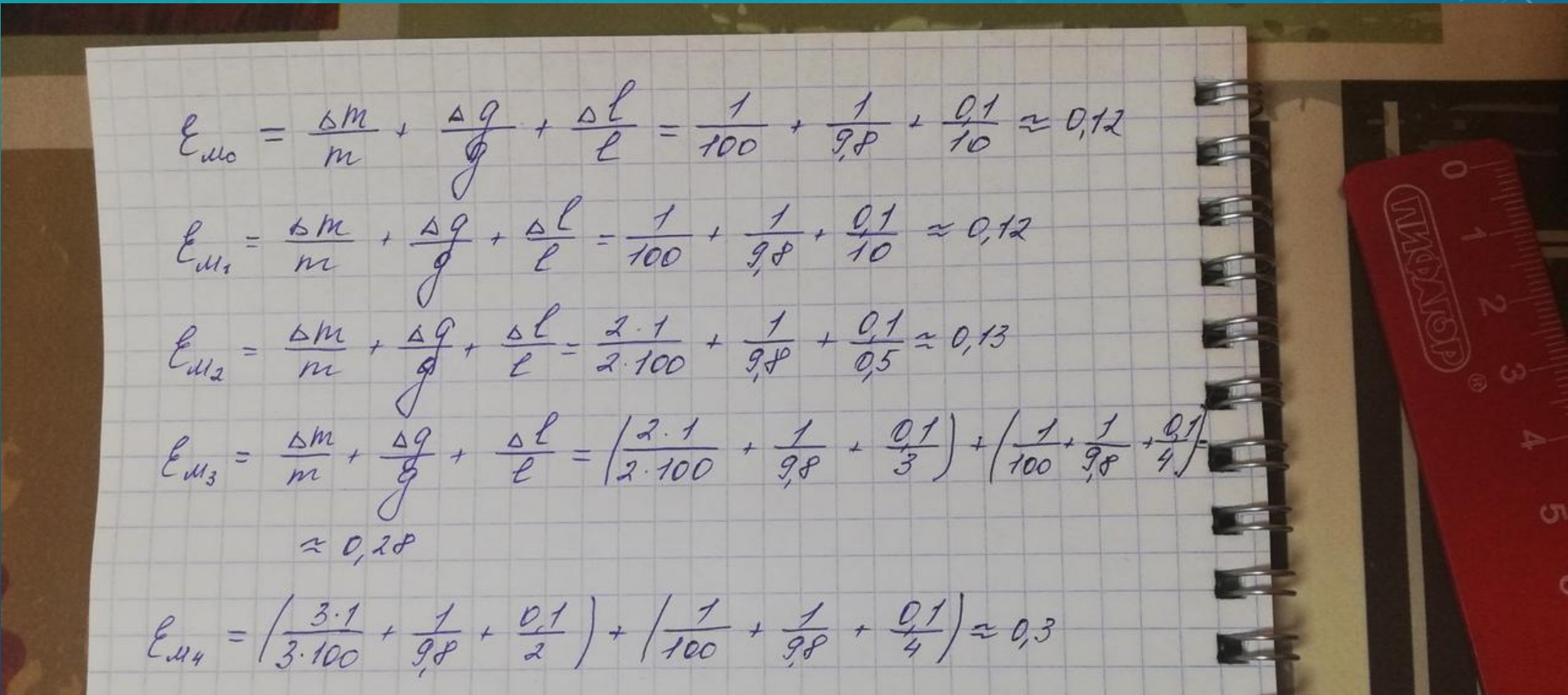
$\Delta g = 1 \text{ м/с}^2$ – табличная величина

$\Delta l = 1 \text{ мм}$ – цена деления линейки



- Переходим к расчётам:

$$\varepsilon_M = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta g}{g} + \frac{\Delta l}{l}$$

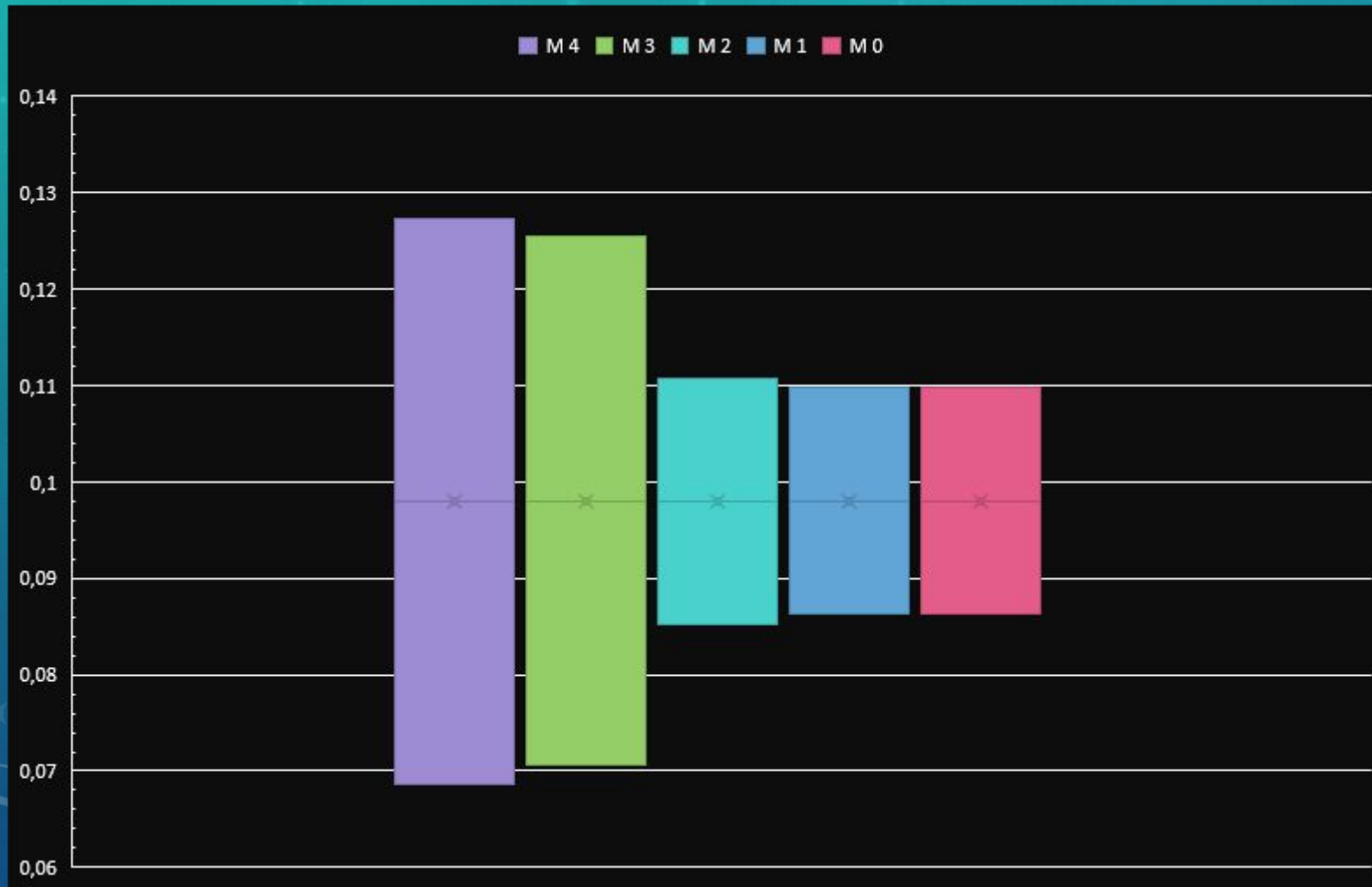


Запишем значения моментов с учетом абсолютных погрешностей:

The image shows a page from a spiral-bound notebook with a grid pattern. The page contains handwritten mathematical expressions in black ink. The expressions are arranged in four rows, each showing an absolute error followed by an implication arrow and a final value with its error. The values are for moments M_0 , M_1 , M_2 , M_3 , and M_4 .

$$\begin{aligned} \Delta M_0 = \Delta M_1 &\approx 0,01176 &\Rightarrow & M_0 = M_1 = 0,098 \pm 0,01176 \text{ Н}\cdot\text{м} \\ \Delta M_2 &\approx 0,01274 &\Rightarrow & M_2 = 0,098 \pm 0,01274 \text{ Н}\cdot\text{м} \\ \Delta M_3 &\approx 0,02744 &\Rightarrow & M_3 = 0,098 \pm 0,02744 \text{ Н}\cdot\text{м} \\ \Delta M_4 &\approx 0,0294 &\Rightarrow & M_4 = 0,098 \pm 0,0294 \text{ Н}\cdot\text{м} \end{aligned}$$

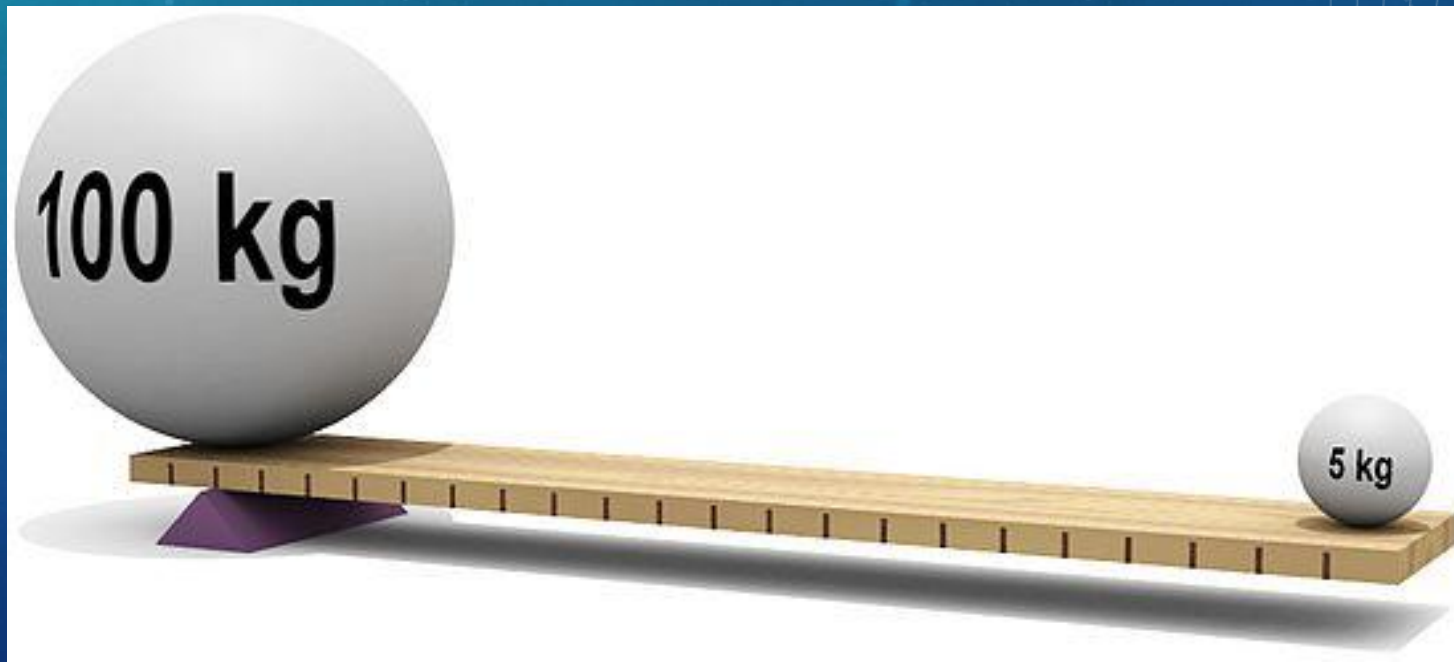
Делаем красиво и точно в Excel:



Вывод: равновесному состоянию рычага соответствует такое положение тел, в котором моменты их сил тяжести равны

ПРАВИЛО РАВНОВЕСИЯ РЫЧАГА

Рычаг находится в равновесии, если силы, действующие на него, обратно пропорциональны плечам этих сил.



ВЫВОД (С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ УЧЕНИКА)

В ходе данной лабораторной работы мы:

- наглядно изучили принцип действия рычага,
- вычислили моменты сил тяжести,
- повторили погрешности прямых измерений,
- научились вычислять погрешности в случае косвенных измерений,
- познакомились с понятием относительной погрешности,
- сформулировали правило равновесия рычага.

ВЫВОД (С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ)

- Перед тем, как дать задание ученикам, сделай его сам!
- Даже самое простое задание имеет множество вариаций!
- Задание не может быть только на одну тему, обязательно пригодятся знания других тем!
- Наглядность – наше все. Намного проще понять смысл того, что видишь своими глазами, чем того, о чем написано или рассказывает учитель.
- Степень свободы полета детского творчества в эксперименте следует держать в рамках приличия.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!