

Тема. З'ясування умов рівноваги важеля.

Теоретичні відомості та практичні поради

Важіль – це тверде тіло, яке може обертатися навколо нерухомої осі – осі обертання. Лом, лопата, якою ми користуємося у повсякденному житті – все це приклади важелів.

Плече сили – це найменша відстань від осі обертання важеля до лінії, вздовж якої сила діє на важіль.

Умова рівноваги важеля або правило важеля:

Якщо на важіль діє пара сил, то він перебуває у рівновазі тоді, коли сили обернено пропорційні плечам цих сил:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1},$$

де F_1, F_2 – значення сил, що діють на важіль, d_1, d_2 – плечі цих сил.

Момент сили – фізична величина, яка дорівнює добутку сили, що діє на тіло, на плече цієї сили:

$$M = F \cdot d,$$

де M – момент сили; F – значення сили; d – плече сили.

Одиниця моменту сили в СІ – **ньютон-метр**: $[M] = \text{Н} \cdot \text{м}$.

Сила 1 Н створює момент сили 1 Н·м, якщо плече сили дорівнює 1 м.

Якщо сила обертає, або намагається обертати тіло проти ходу годинникової стрілки, то момент сили вважається від'ємним, а якщо за ходом годинникової стрілки – додатним.

Умовою рівноваги важеля під дією обертальних сил можна сформулювати так:

Важіль перебуває у рівновазі, якщо момент сили, яка обертає важіль проти ходу годинникової стрілки, дорівнює моменту сили, яка обертає важіль за ходом годинникової стрілки:

$$M_1 = M_2 \quad \text{або} \quad M_1 + (-M_2) = 0.$$

Найчастіше на важіль діють більше ніж дві сили тому, у загальному випадку **умова рівноваги важеля (правило моментів)** формулюється так:

Тіло перебуває у рівновазі, якщо сума моментів сил, які діють на тіло, дорівнює нулю:

$$M_1 + M_2 + M_3 + \dots + M_n = 0.$$

Тема. З'ясування умов рівноваги важеля.

Мета: перевірити дослідним шляхом, яким має бути співвідношення сил і їхніх плечей, щоб важіль перебував у рівновазі.

Обладнання: важіль, штатив, вісь важеля, набір тягарців, динамометр, лінійка (бігова доріжка).



Малюнок 1

Виконання роботи

Результати вимірювань записую до таблиці.

1. Визначаю ціну поділок шкал вимірювальних приладів:

▶ динамометра $C_{\text{дин}} = \text{---} = \text{---}$ Н;

▶ лінійки (бігової доріжки) $C_{\text{л}} = \text{---} = \text{---}$ мм.

2. Монтую штатив з муфтою. Закріплюю у муфті стержень з стрілкою та важіль. Зрівноважую важіль за допомогою регульовальних гайок так, щоб стрілка важеля розмістилася точно над цифрою нуль.

3. Підвішую з одного боку від осі обертання важеля один тягарець, з іншого боку два тягарці так, щоб важіль був зрівноваженим.

4. Вимірюю за допомогою лінійки плечі d_1 і d_2 відповідних сил F_1 і F_2 :

$d_1 = \text{---}$ см = --- м; $d_2 = \text{---}$ см = --- м.

Вважаючи, що вага одного тягарця дорівнює 1 Н, записую значення сил

$F_1 = \text{---}$ Н; $F_2 = \text{---}$ Н.

5. Знаходжу:

▶ відношення сил $\frac{F_1}{F_2} = \frac{\quad}{\quad} = \quad$;

▶ відношення плечей $\frac{d_2}{d_1} = \frac{\quad}{\quad} = \quad$.

6. Обчислюю:

▶ момент сили, що повертає важіль проти ходу годинникової стрілки

$$M_1 = \quad \cdot \quad = \quad \text{Н}\cdot\text{м};$$

▶ момент сили, що повертає важіль за ходом годинникової стрілки

$$M_2 = \quad \cdot \quad = \quad \text{Н}\cdot\text{м}.$$

▶ суму моментів сил, що діють на важіль: $M_1 + M_2 = \quad + \quad = \quad$.

Таблиця 1

Номер досліджу	Проти ходу годинникової стрілки			За ходом годинникової стрілки			$\frac{F_1}{F_2}$	$\frac{d_2}{d_1}$	$M_1 + M_2, \text{Н}\cdot\text{м}$
	$F_1, \text{Н}$	$d_1, \text{м}$	$M_1, \text{Н}\cdot\text{м}$	$F_2, \text{Н}$	$d_2, \text{м}$	$M_2, \text{Н}\cdot\text{м}$			
1									
2									
3									

7. Підвішую з одного боку від осі обертання важеля два тягарці, з іншого боку три тягарці так, щоб важіль був зрівноваженим.

8. Вимірюю за допомогою лінійки плечі d_{11} і d_{22} відповідних сил F_{11} і F_{22} :

$$d_{11} = \quad \text{см} = \quad \text{м}; \quad d_{22} = \quad \text{см} = \quad \text{м}.$$

Вважаючи, що вага одного тягарця дорівнює 1 Н, записую значення сил

$$F_{11} = \quad \text{Н}; \quad F_{22} = \quad \text{Н}.$$

9. Знаходжу:

▶ відношення сил $\frac{F_{11}}{F_{22}} = \frac{\quad}{\quad} = \quad$;

▶ відношення плечей $\frac{d_{22}}{d_{11}} = \frac{\quad}{\quad} = \quad$.

10. Обчислюю:

▶ момент сили, що повертає важіль проти ходу годинникової стрілки

$$M_{11} = \quad \cdot \quad = \quad \text{Н}\cdot\text{м};$$

▶ момент сили, що повертає важіль за ходом годинникової стрілки

$$M_{22} = \quad \cdot \quad = \quad \text{Н}\cdot\text{м}.$$

▶ алгебраїчну суму моментів сил, що діють на важіль: $M_{11} + M_{22} = \quad + \quad = \quad$.

11. Підвішую праворуч від осі обертання на відстані 12 см три тягарці. Значення сили F_{13} дорівнюватиме загальній вазі цих тягарців. Визначаю за допомогою динамометра, яку силу F_{23} потрібно прикласти у точці, що лежить на відстані 8 см правіше від точки підвішування тягарців, щоб утримувати важіль у рівновазі. Знаходжу та записую значення сил та плечей: $F_{13} = \quad \text{Н}$; $F_{23} = \quad \text{Н}$; $d_{13} = \quad \text{см}$; $d_{23} = \quad \text{см}$.

12. Знаходжу:

▶ відношення сил $\frac{F_{13}}{F_{23}} = \frac{\quad}{\quad} = \quad$;

▶ відношення плечей $\frac{d_{23}}{d_{13}} = \frac{\quad}{\quad} = \quad$.

13. Обчислюю:

- ▶ момент сили, що повертає важіль проти ходу годинникової стрілки

$$M_{13} = \underline{\hspace{2cm}} \cdot \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Н}\cdot\text{м};$$

- ▶ момент сили, що повертає важіль за ходом годинникової стрілки

$$M_{23} = \underline{\hspace{2cm}} \cdot \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

- ▶ суму моментів сил, що діють на важіль: $M_{13} + M_{23} = \underline{\hspace{2cm}} + \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} .$

14. Аналізую результати експерименту:

Роботу виконав учень _____ класу

Роботу перевірів вчитель _____