

## Експеримент 8 клас

1. Встановити щільність аркуша паперу формату А4 в одиницях вимірювання  $\text{г/м}^2$  (іншими словами, необхідно визначити масу  $1 \text{ м}^2$  паперу). Розривати аркуші заборонено.

**Обладнання:** 2 чистих аркуші паперу формату А4, 1 аркуш міліметрового паперу формату А4, 1 канцелярська скріпка відомої маси.

### Теоретичні відомості

Для отримання відповіді необхідно використати правило важеля:

$$F_1/F_2 = l_2/l_1, \quad (1)$$

де  $F_1$  і  $F_2$  – значення сил, що діють на важіль;  $l_1$  і  $l_2$  – плечі цих сил.

### Розв'язок

З двох аркушів паперу формату А4 необхідно виготовити важіль. З одного аркуша треба створити вісь обертання стрижня, а з іншого – сам стрижень. На один з кінців стрижня потрібно прикріпити канцелярську скріпку і зрівноважити важіль (рис. 1).

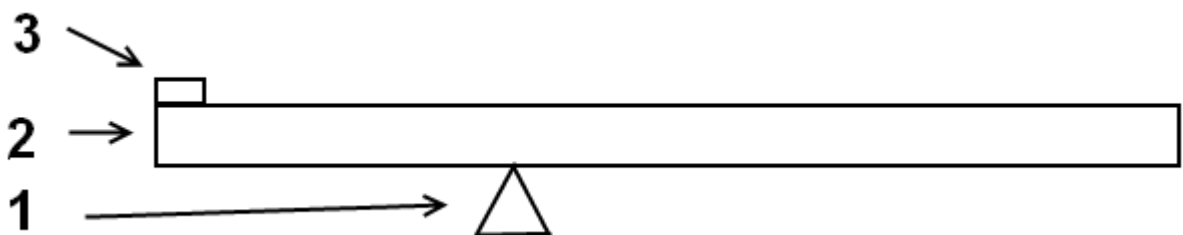


Рисунок 1. – Важіль, що перебуває у рівновазі, де 1 – вісь обертання важеля, виготовлена з одного аркуша паперу формату А4; 2 – стрижень виготовлений з аркуша паперу формату А4; 3 – канцелярська скріпка відомої маси, прикріплена до одного з кінців паперового стрижня.

Важіль зображений на рис. 1 перебуватиме у рівновазі коли:

$$m_{sk} g l_1 + m_1 g l_1/2 = m_2 g l_2/2, \quad (2)$$

де  $m_{sk}$  – маса канцелярської скріпки,  $m_{sk}$ ;  $g$  – прискорення вільного падіння;  $l_1$  – довжина плеча важеля, до кінця якого було прикріплено скріпку;  $m_1$  – маса плеча важеля, до якого прикріплено скріпку;  $l_2$  – довжина іншого плеча важеля;  $m_2$  – маса плеча важеля з довжиною  $l_2$ .

Нехай  $m$  – маса стрижня виготовленого з одного аркуша паперу формату А4, а  $l$  – довжина цього стрижня. Тоді:

$$l_1 + l_2 = l, \quad (3)$$

$$m_1 + m_2 = m. \quad (4)$$

Так як паперовий стрижень є однорідним ( $m_1 = m l_1/l$ ,  $m_2 = m l_2/l$ ), то вираз (2) можна переписати наступним чином:

$$m_{sk} l_1 + m l_1^2/(2 l) = m l_2^2/2 l. \quad (5)$$

Звідси

$$m = 2 l l_1 m_{sk} / (l_2^2 - l_1^2). \quad (6)$$

Тоді

$$\rho = m / (a b), \quad (7)$$

де  $a$  і  $b$  – довжина і ширина аркуша паперу формату А4.

Вимірювання величин  $l$ ,  $l_1$ ,  $l_2$ ,  $a$  та  $b$  здійснюють міліметровим папером. Маса скріпки є відомою. Якщо вимірювання і обчислення проведено з високою точністю, то в результаті значення щільності аркуша паперу формату А4 вийде рівним  $80 \text{ г/м}^2$ .