Експеримент 8 клас

1. Встановити щільність аркуша паперу формату А4 в одиницях вимірювання г/м^2 (іншими словами, необхідно визначити масу 1 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 н а 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).

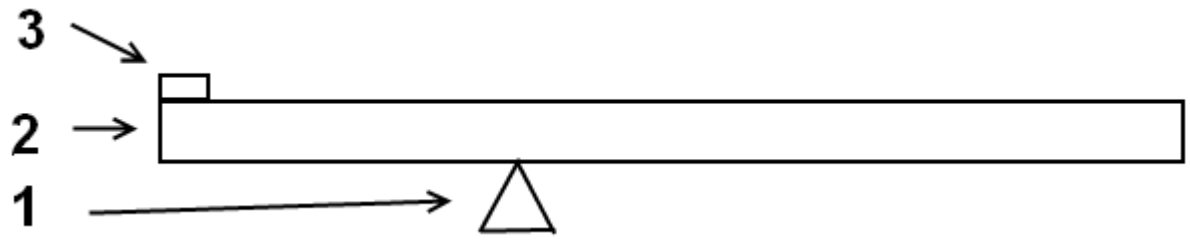

Рисунок 1. – Важіль, що перебуває у рівновазі, де 1 – вісь обертання важеля, виготовлена з одного аркуша паперу формату А4; 2 – стрижень виготовлений з аркуша паперу формату А4; 3 – канцелярська скріпка відомої маси, прикріплена до одного з кінців паперового стрижня.

Важіль зображений на рис. 1 перебуватиме у рівновазі коли:

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

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:

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

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

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:

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

Звідси

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

Тоді

$$\rho = m\,/(\mathrm{a\ b}), \qquad (7)$$

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 г/м^2.