

Турьшев М.В., Шелихов В.В., Кучин В.А.

Энергия или импульс

Много лет назад среди ученых-физиков шла бурная дискуссия, что является «мерой движения»: импульс mv или кинетическая энергия $\frac{mv^2}{2}$. О том, что выбрать энергию или импульс спор длится уже более трёх веков.

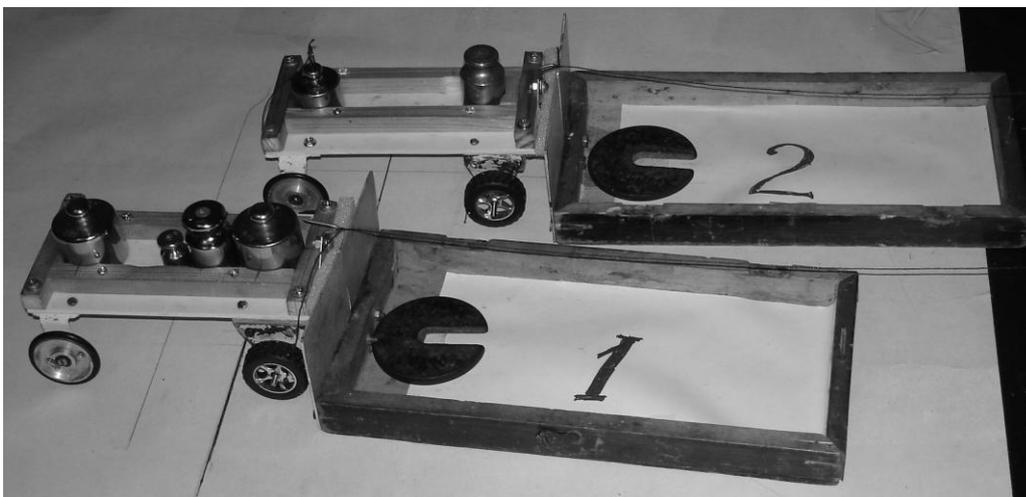


Фото 1.

Решить эту проблему можно сравнением результатов действия тел на другие тела:

1. Когда два тела разной массы движутся поступательно и имеют в этот момент *равные величины импульсов*, но разные (не равные) величины кинетических энергий и сталкиваются с двумя телами, имеющими равные массы и размеры;
2. Когда два тела разной массы движутся поступательно и имеют в этот момент *разные (не равные) величины импульсов*, но равные величины кинетических энергий и сталкиваются с двумя телами, имеющими равные массы и размеры;

В первой серии опытов (опыт №1) использовались две равные по массе тележки (по 0,125 кг), на которые крепились гири разной массы и два одинаковых тела-блока по 0,465 кг показанные на (Фото 1).

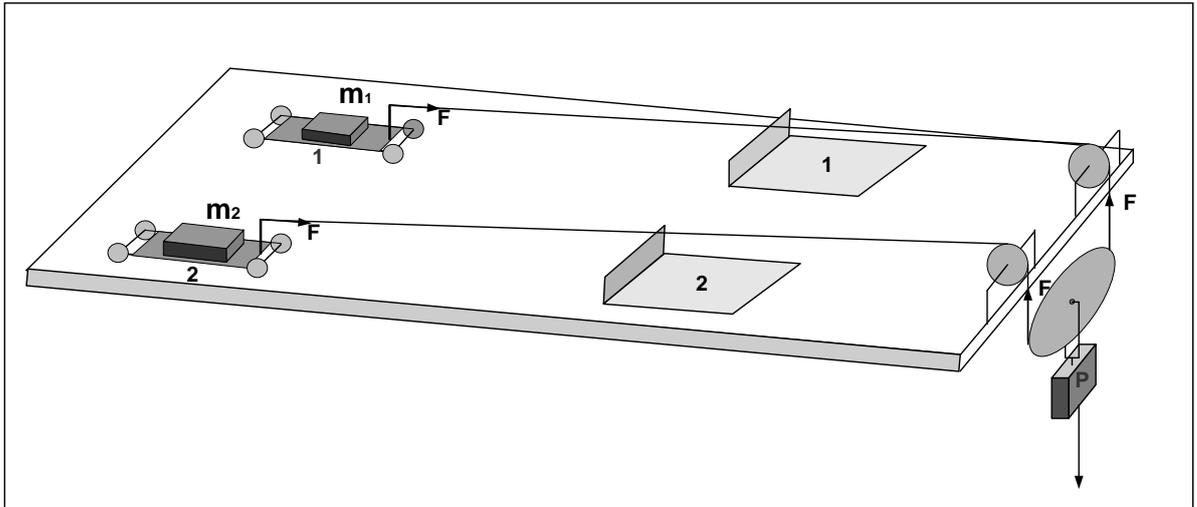


Рис. 1.

Полная кинематическая схема серии опытов №1 представлена на Рис. 1. В исходном положении обе тележки устанавливали на одном крае стола (длина 1,0 м), где они фиксировались с помощью бруса. На равных расстояниях от них устанавливались тела-блоки **1** и **2** (Фото 1). На другом краю стола крепились два легких пластиковых блока (массой около 5 г).

Далее, гибкий малорастяжимый шнур крепили одним из его концов к корпусу тележки **1**. Затем шнур протягивали через блоки, оставляя небольшую петлю для легкого шкива, на ось которого подвешивали груз **P**, равный 0,2 кГ (Рис. 1). Это позволяло создавать равное натяжение шнура и на тележки действовали равные силы **F**. Груз **P** посредством шнура перемещал обе тележки с силой **F** в течение промежутка времени **t** и далее останавливался, достигнув, пола. Таким образом, тележки с гирями, имеющие разные массы (в опыте №1: $m_1 = 0,640\text{кГ}$, $m_2 = 0,320\text{кГ}$ и $\frac{m_1}{m_2} = 2$), приобретали **равные** импульсы:

$$m_1 v_1 = m_2 v_2 = Ft \text{ и не равные кинетические энергии: } \frac{m_1 v_1^2}{2} \neq \frac{m_2 v_2^2}{2} \text{ (т.к. } \frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2}{v_1} = 2 \text{).}$$

Далее, двигаясь по инерции короткое время, они соударялись с блоками **1** и **2** и перемещали их на разные расстояния: $l_1 \approx 0,105\text{м}$ и $l_2 \approx 0,170\text{м}$ (в среднем), соответственно (см. серию фотографий опыта №1).

В этом случае работы совершаемые тележками по перемещению блоков были равны:

$$A_1 = F_{mp} l_1 \text{ и } A_2 = F_{mp} l_2. \quad (1)$$

Поскольку силы трения F_{mp} для блоков равны, то перемещения мишеней l_1 и l_2 пропорциональны работам сил трения A_1 и A_2 или изменению величин кинетических энергий тележек $\Delta E_{кин1}$ и $\Delta E_{кин2}$:

$$A_1 = F_{mp} l_1 = \Delta E_{кин1} = \frac{m_1 v_1^2}{2} \text{ и}$$

$$A_2 = F_{mp} l_2 = \Delta E_{кин2} = \frac{m_2 v_2^2}{2}, \quad (2)$$

где v_1 - скорость тележки **1** перед столкновением с блоком **1**,

$\Delta E_{кин1}$ - изменение кинетической энергии тележки **1**,

v_2 - скорость тележки **2** перед столкновением с блоком **2**,

$\Delta E_{кин2}$ - изменение кинетической энергии тележки **2**,

m_1 и m_2 - массы тележек с гириями.

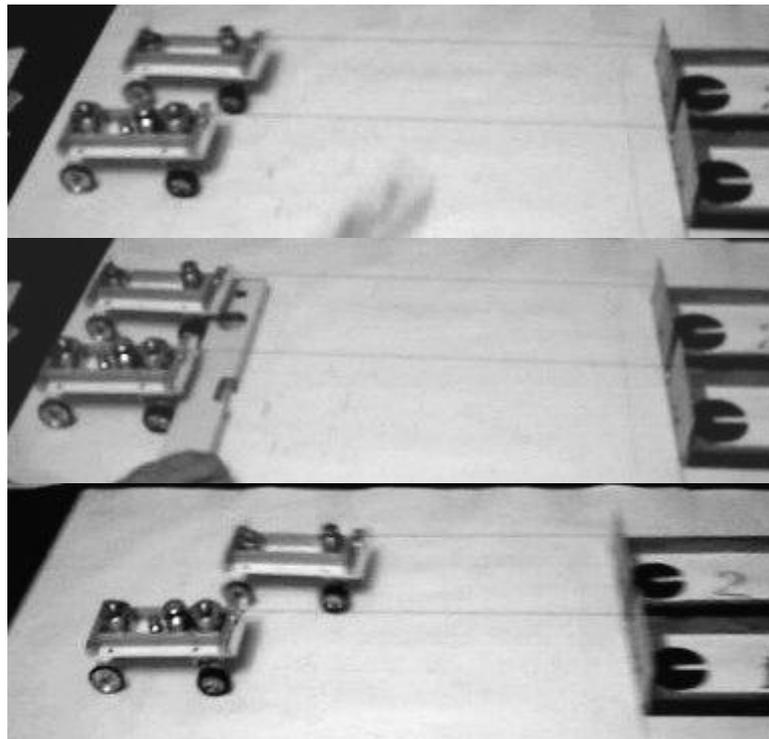
В результате действия тележек на блоки отношение их перемещений равно отношению

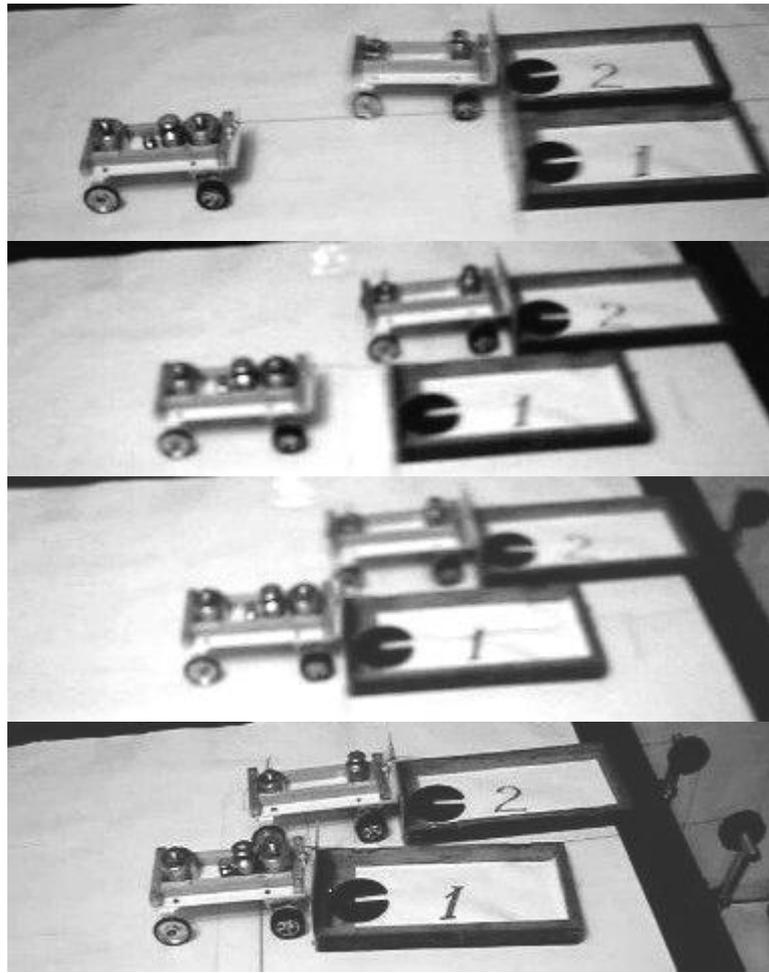
кинетических энергий тележек: $\frac{l_1}{l_2} = \frac{\Delta E_{кин1}}{\Delta E_{кин2}} = \frac{m_1 v_1^2}{m_2 v_2^2}$

(3),

но не равно отношению импульсов тележек: $\frac{l_1}{l_2} \neq \frac{m_1 v_1}{m_2 v_2} = 1$.

(4)





Серия фотографий опыта №1, полученная из видеозаписи (тележки приобрели равные импульсы, но разные кинетические энергии).

Кинематическая схема второй серии опытов (опыт №2) приведена на Рис. 2. Она отличается от кинематической схемы серии опытов №1, тем, что на каждую тележку отдельно действует груз P (0,100 кг) через блок. Оба груза и тележки совместно перемещаются на равные расстояния.

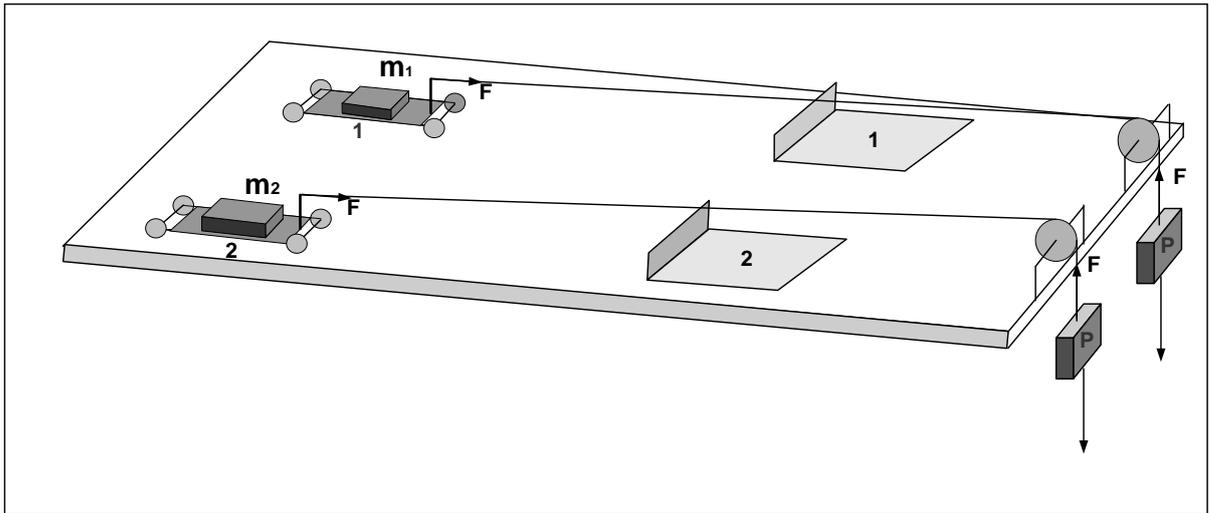


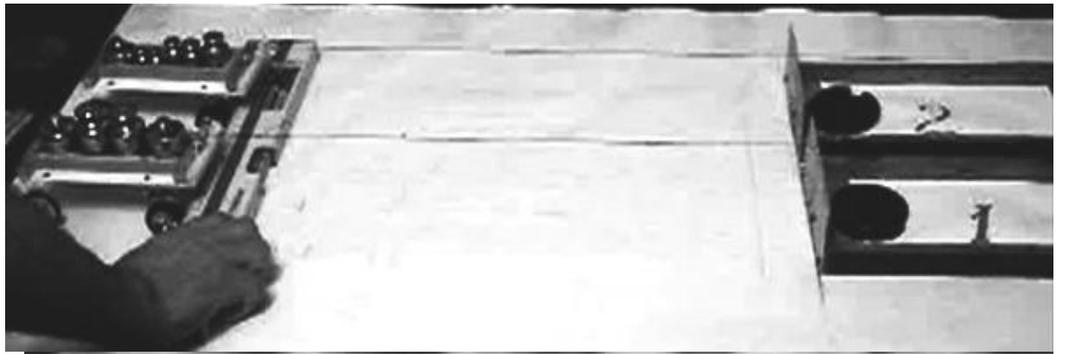
Рис. 2

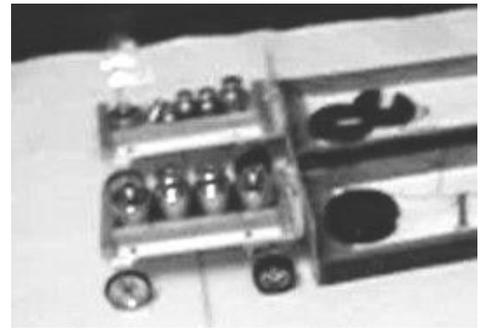
Тележки с гирями, имеющие разные массы ($m_1 = 0,465\text{кГ}$ и $m_2 = 0,930\text{кГ}$), приобрели за счет действия грузов P примерно равные кинетические энергии ($E_{кин1} \approx E_{кин2}$) с точностью 2%. В то же время импульсы тележек были не равны по величине

($m_1 v_1 \neq m_2 v_2$). В серии опытов № 2 отношение $\frac{m_2}{m_1} = \frac{v_1^2}{v_2^2} = 2$.

При равных кинетических энергиях тележек и не равном количестве их движения они производят равное действие на блоки 1 и 2 как показано на серии фотографий опыта №2. Многократное повторение опытов №1 и №2 убедительно доказало, что действие тел друг на друга пропорционально их кинетической энергии, которая и является истинной мерой движения.

Величины импульсов не имеют корреляции с тем действием которое производят тела друг на друга, в то время как величина кинетическая энергия пропорциональна такому действию. Исходя из опытных данных полученных в этой и предыдущих работах можно утверждать, что *импульс и количество движения в механических процессах не могут быть использованы как меры механического движения.*





Серия фотографий опыта №2, полученная из видеозаписи (тележки приобрели равные кинетические энергии, но разные импульсы).