

17 Второй и третий законы Ньютона

Если результирующая сила, действующая на тело, *не равна нулю*, то в ИСО¹ тело движется с ускорением. На рис. 1 показан опыт с толканием тележки.

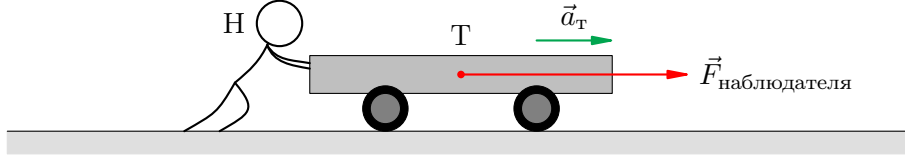


Рис. 1. Наблюдатель толкает тележку

Наблюдатель Н действует на тележку Т вправо силой $\vec{F}_{\text{наблюдателя}}$. Кроме того тележка притягивается к планете вниз силой $\vec{F}_{\text{планеты}}$ и отталкивается от поверхности вверх силой $\vec{F}_{\text{поверхности}}$; при этом $\vec{F}_{\text{планеты}} + \vec{F}_{\text{поверхности}} = 0$.

В этом случае² на тележку действует результирующая сила, равная $\vec{R}_t = \vec{F}_{\text{планеты}} + \vec{F}_{\text{поверхности}} + \vec{F}_{\text{наблюдателя}} = \vec{F}_{\text{наблюдателя}} \neq 0$, и тележка приобретает ускорение \vec{a}_t . Также наблюдатель заметил, что чем больше результирующая сила \vec{R}_t — тем больше ускорение \vec{a}_t , причем \vec{R}_t и \vec{a}_t сонаправлены.

Связь *результатирующей силы* с ускорением дает второй закон Ньютона.

Второй закон Ньютона. Результирующая сила, действующая на тело, равна произведению массы тела на его ускорение:

$$\vec{R} = m\vec{a}. \quad (1)$$

С другой стороны, наблюдатель ощущает действие на себя со стороны тележки, которая как бы «мешает» ему двигаться вправо (рис. 2).

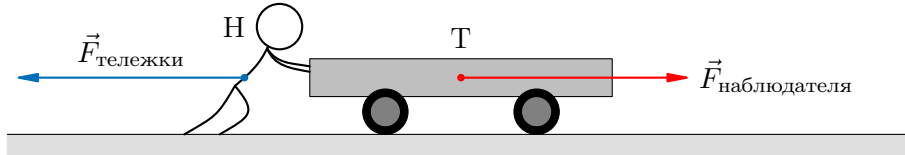


Рис. 2. Взаимодействие наблюдателя и тележки

Действительно, и тележка в рассматриваемом опыте действует на наблюдателя (сила $\vec{F}_{\text{тележки}}$) — ведь если резко «убрать» тележку, то наблюдатель устремится туда, куда происходит толкание, то есть вправо. (Вообще любые силы носят *взаимный* характер: если тело А действует на тело Б, то и тело Б действует на тело А.)

Третий закон Ньютона. Два тела действуют друг на друга с силами, равными по модулю и противоположными по направлению (при этом обе силы лежат на одной прямой):

$$\vec{F}_{1 \rightarrow 2} = -\vec{F}_{2 \rightarrow 1}, \quad (2)$$

где $\vec{F}_{1 \rightarrow 2}$ — сила, действующая на второе тело со стороны первого; $\vec{F}_{2 \rightarrow 1}$ — сила, действующая на первое тело со стороны второго.

Так, согласно третьему закону Ньютона: $F_{\text{наблюдателя}} = F_{\text{тележки}}$ (рис. 2).

¹Инерциальная система отсчета.

²Под колесами гладкая поверхность.