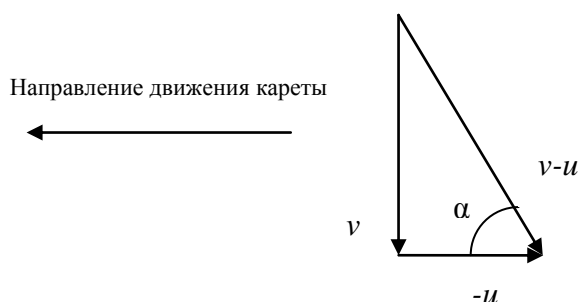


9 класс

9.1 Знаменитый барон Мюнхгаузен рассказывал:

«Однажды, стоя под дождем, я задумался: чему равна скорость капель? Прежде всего, я взял отвес и убедился, что капли падают строго вертикально. Затем я сел в карету и обнаружил, что во время езды следы капель на стекле кареты наклонены под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Тогда я спросил у лошади, с какой скоростью едет карета, и узнал, что ее скорость $u = 30 \text{ км/ч}$. Тут же я рассчитал скорость капель относительно земли. Чему она равна?»

Решение



Перейдем в систему отсчета, связанную с движущейся каретой. В ней скорость капель, равная $v - u$, наклонена под углом α к горизонту (см. рисунок).

Из треугольника скоростей получаем: $v = u \cdot \operatorname{tg} \alpha = 52 \text{ км/ч} = 14 \text{ м/с}$.

Ответ: 14 м/с.

9.2 Масса пушки $M = 800 \text{ кг}$. Пушка выстреливает ядро массой $m = 10 \text{ кг}$ с начальной скоростью $V_0 = 200 \text{ м/с}$ относительно Земли под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Чему равна скорость отката пушки? Трением пренебречь.



Решение

По закону сохранения импульса, с учетом $m \ll M$, получаем:

$$mV_0 \cos \alpha = MU.$$

Отсюда

$$U = \frac{mV_0 \cos \alpha}{M} = 1,25 \text{ м/с}.$$

Ответ: 1,25 м/с.

9.3 Ведро с водой массой $M = 10 \text{ кг}$ поднимают на высоту $h = 10 \text{ м}$, прикладывая постоянную силу $F = 200 \text{ Н}$. Какую работу A при этом совершают? Чему равно изменение потенциальной энергии ΔW_p ? Как согласуются эти результаты с законом сохранения энергии?

Решение

Совершаемая работа

$$A = Fh = 200 \cdot 10 = 2 \text{ кДж}.$$

Приобретаемая ведром потенциальная энергия

$$\Delta W_p = Mgh = 10 \cdot 10 \cdot 10 = 1 \text{ кДж}.$$

Таким образом, $A > \Delta W_p$, т.е. на подъем груза израсходовано больше энергии, чем груз приобрел.

Обратим внимание, что $F > Mg$. Поэтому груз будет подниматься с ускорением

$$a = \frac{F - Mg}{M}.$$

К концу подъема он приобретет скорость

$$V = \sqrt{2ah} = \sqrt{\frac{2h(F - Mg)}{M}}.$$

А, значит, и кинетическую энергию

$$W_k = \frac{MV^2}{2} = h(F - Mg).$$

Изменение механической энергии ведра $\Delta W = \Delta W_p + W_k = Fh$ равняется совершенной работе.

Ответ: $A = 2 \text{ кДж}$. $\Delta W_p = 1 \text{ кДж}$. Изменение механической энергии ведра $\Delta W = \Delta W_p + W_k = Fh$ равняется совершенной работе.

9.4 На рычажных весах уравновешен гири́ми сосуд с водой. Нарушится ли равновесие, если в воду погрузить подвешенный на нитке стальной брусок так, чтобы он не касался дна. Ответ поясните формулами.

Решение

Брусек, погруженный в воду, вытеснит некоторое ее количество в соответствии с законом Архимеда. В результате уровень воды в сосуде повысится на величину Δh . Соответственно, давление воды на дно сосуда увеличится на величину

$$\Delta p = \rho g \Delta h.$$

Отсюда увеличится сила давления сосуда на чашку весов, и равновесие нарушится. Сосуд с водой перевесит гири.

Ответ: сосуд с водой перевесит гири.

9.5 Из открытого стакана за время $t = 20$ суток испарилась вода массой $m = 200$ г. Сколько молекул испарялось за одну секунду?

Решение

Прежде всего, определим общее количество молекул воды в стакане. Масса одной молекулы

$$m_0 = \frac{\mu}{N_A},$$

где μ – молярная масса воды,

N_A – постоянная Авогадро.

Общее число молекул равно

$$N = \frac{m}{m_0} = \frac{m}{\mu} N_A.$$

Тогда из пропорции

$$\frac{N_\tau}{N} = \frac{\tau}{t}$$

следует, что за время τ испарялось количество молекул

$$N_\tau = \frac{N \cdot \tau}{t} = \frac{m N_A \tau}{\mu t} = 3,9 \cdot 10^{18}.$$

Ответ: $3,9 \cdot 10^{18}$.