

Заключительный 10 класс (2013/14)

Вариант 1

Задача 1 (2 балла). Какую работу совершает спортсмен, поднимая гирию массой 4 кг на высоту 1 м с ускорением 2 м/с^2 ? Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с^2 .

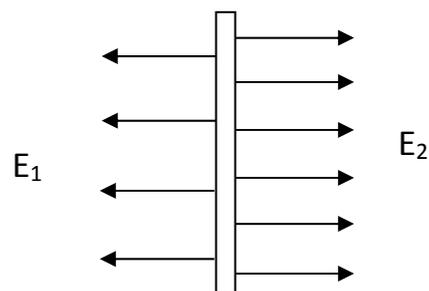
Задача 2 (2 балла). Если ракете сообщить вторую космическую скорость $11,2 \text{ км/с}$, то она будет удаляться от Земли, а ее скорость будет уменьшаться и на бесконечности станет равной нулю. А чему будет равна ее скорость на бесконечности, если на Земле ей сообщить скорость $12,2 \text{ км/с}$?

Задача 3 (3 балла). В двух теплоизолированных сосудах, соединенных трубкой с краном, находится гелий в количестве три моля и два моля при температурах 400 К и 300 К соответственно. Какой будет температура в сосудах после того, когда кран будет открыт и установится тепловое равновесие?

Задача 4 (2 балла). Почему в сильный мороз снег под ногами хрустит, а при небольших отрицательных температурах этого не наблюдается?

Задача 5 (2 балла). Какой воздух тяжелее - сухой или влажный?

Задача 6 (4 балла). Тонкая заряженная металлическая пластинка находится во внешнем однородном электрическом поле (см. рисунок). С левой стороны от пластинки напряженность электрического поля равна $E_1 = 100 \text{ В/см}$, а с правой $E_2 = 150 \text{ В/см}$. Найдите силу, действующую со стороны электрического поля на единицу площади пластинки. Электрическая постоянная равна $8,85 \cdot 10^{-12}$ в единицах СИ.



Задача 7 (4 балла). Опираясь о бортик катка, мальчик толкнул санки массой 2 кг , сообщив им скорость 5 м/с . Какова будет скорость санок, если мальчик их толкнет стоя на льду и не опираясь о бортик, совершив при толчке такую же работу, как и в первом случае? Масса мальчика 50 кг ? Трением о лед пренебречь.

Решения задач 1 варианта 10 класса (2013/14)

Задача 1. Какую работу совершает спортсмен, поднимая гирию массой 4 кг на высоту 1 м с ускорением 2 м/с^2 ? Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с^2 .

Решение:

Проекция второго закона Ньютона к гирию на вертикальную ось будет иметь вид:

$$F - mg = ma$$

Отсюда работа

$$A = Fl = m(g+a)l = 48 \text{ Дж}$$

Ответ: $A = m(g+a)l = 48 \text{ Дж}$.

Задача 2. Если ракете сообщить вторую космическую скорость $11,2 \text{ км/с}$, то она будет удаляться от Земли, а ее скорость будет уменьшаться и на бесконечности станет равной нулю. А чему будет равна ее скорость на бесконечности, если на Земле ей сообщить скорость $12,2 \text{ км/с}$?

Решение:

Введем обозначения: $v_0 = 11,2 \text{ км/с}$, $v_1 = 12,2 \text{ км/с}$, m – масса ракеты, v – искомая скорость. Если ракете сообщить вторую космическую скорость, то на бесконечности ее кинетическая энергия будет равна нулю. Следовательно, потенциальная энергия W будет равна $\frac{mv_0^2}{2}$.

Тогда:

$$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{mv^2}{2}$$

Отсюда получаем $v = 4,84 \text{ км/с}$.

Ответ: $v = 4,84 \text{ км/с}$

Задача 3. В двух теплоизолированных сосудах, соединенных трубкой с краном, находится гелий в количестве три моля и два моля при температурах 400 К и 300 К соответственно. Какой будет температура в сосудах после того, когда кран будет открыт и установится тепловое равновесие?

Решение:

Поскольку сосуды теплоизолированные, полная энергия газов сохраняется:

$$\frac{3}{2}v_1RT_1 + \frac{3}{2}v_2RT_2 = \frac{3}{2}(v_1 + v_2)RT$$

, где T_1 и T_2 – первоначальные температуры, а T искомая температура. v_1 и v_2 – количества молей.

Откуда получаем $T = 360 \text{ К}$.

Задача 4. Почему в сильный мороз снег под ногами хрустит, а при небольших отрицательных температурах этого не наблюдается?

Решение:

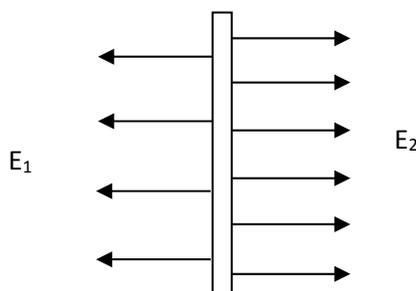
Под ногами давление распределено неравномерно. В местах высокого давления кристаллы льда (снежинки) тают даже при отрицательных температурах, образуя водяную «смазку» для остальных снежинок, которые уплотняются без сильного звука. При морозах таяния не происходит и кристаллы под давлением раскалываются, создавая характерный звук.

Задача 5. Какой воздух тяжелее - сухой или влажный?

Решение:

При одинаковых температуре и давлении сухой воздух тяжелее, так как концентрация молекул зависит только от температуры и давления, а не от вида газа (в приближении идеального газа). В сыром воздухе часть молекул азота и кислорода замещена молекулами воды, которые легче, чем молекулы азота или кислорода.

Задача 6. Тонкая заряженная металлическая пластинка находится во внешнем однородном электрическом поле (см. рисунок). С левой стороны от пластинки напряженность электрического поля равна $E_1=100$ В/см, а с правой $E_2= 150$ В/см. Найдите силу, действующую со стороны электрического поля на единицу площади пластинки. Электрическая постоянная равна $8,85 \cdot 10^{-12}$ в единицах СИ.



Решение:

Пусть E_v - напряженность внешнего поля, σ – поверхностная плотность заряда на пластинке. Тогда пластинка создает поле с напряженностью, $E_0 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$, где ϵ_0 - электрическая постоянная.

Поля $E_1 = E_v - E_0$, $E_2 = E_v + E_0$. Сила, действующая на единицу площади, равна $E_v \sigma$. Отсюда получаем: $0,6$ Н/м².

Задача 7. Опираясь о бортик катка, мальчик толкнул санки массой 2 кг, сообщив им скорость 5 м/с. Какова будет скорость санок, если мальчик их толкнет стоя на льду и не опираясь о бортик, совершив при толчке такую же работу, как и в первом случае? Масса мальчика 50 кг? Трением о лед пренебречь.

Решение:

Пусть m и M – массы санок и мальчика соответственно, v_1 – скорость санок в первом случае. В первом случае мальчик совершил работу $A = \frac{mv_1^2}{2}$. Такую же работу он по условию совершил и во втором случае. Запишем законы сохранения импульса и энергии.

$$mv_{20} - Mu = 0,$$

$$A = \frac{mv_{20}^2}{2} + \frac{Mu^2}{2}$$

где u – скорость, которую приобрел мальчик, а v_{20} – скорость санок в неподвижной системе отсчета.

Скорость санок относительно мальчика $v_2 = v_{20} + u$. Из этих соотношений находим: $v_2 = v_1 \sqrt{1 + \frac{m}{M}}$

Ответ: $v_2 = v_1 \sqrt{1 + \frac{m}{M}}$