

Разбор задач 10 класса

Задача 1

При движении шайбы от точки A до точки B брусок остается неподвижным, т.к. стенка компенсирует воздействие шайбы. Трение отсутствует по условию, а внешние неконсервативные силы работу не совершают, отсюда следует, что энергия в системе шайба-брусок сохраняется. Рассмотрим предельный случай, когда шайба еще не вылетит из выемки.

Для точек A и B можно записать

$$mgH = \frac{mv^2}{2}$$

Для точек B и C

$$mv = (m + M)u$$

$$\frac{mv^2}{2} = mgh + \frac{(m + M)u^2}{2}$$

Решая выписанные уравнения, находим

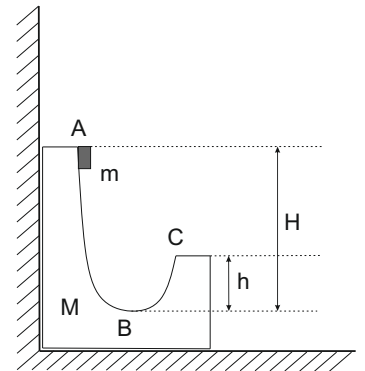
$$\frac{m}{M} = \frac{H - h}{h}$$

Окончательно, получаем, что шайба не вылетит из бруска при выполнении следующего условия

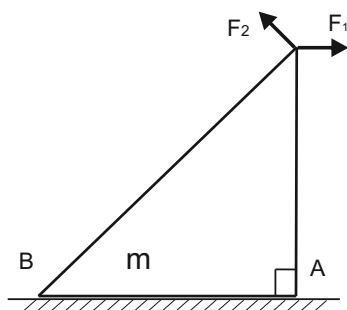
$$\frac{m}{M} \geq \frac{H - h}{h}$$

Критерии оценивания задачи

1. Указано, что брусок остается неподвижным, пока шайба движется от точки A до точки B - 2 балла.
2. Указано, что полный импульс системы шайба-брусок сохраняется при движении шайбы от точки B до точки C - 2 балла.
3. Указано, что энергия в системе сохраняется и записано выражение для нее - 2 балла.
4. Указано, что максимальная высота подъема шайбы достигается при обращении скорости шайбы относительно бруска в ноль - 2 балла.
5. Получен правильный ответ - 2 балла.



Задача 2



Опрокидывать призму можно через две оси. Одна проходит через точку A , а другая через точку B . Вообще говоря, заранее не известно, через какую потребуется меньшая сила, поэтому необходимо рассмотреть оба случая.

Опрокидывание относительно точки A : Необходимо прикладывать силу F_1 к вершине, перпендикулярно грани. Момент силы F_1 относительно точки A равен

$$M_1 = F_1 a.$$

Противодействует опрокидыванию сила тяжести (центр масс в точке пересечения медиан), ее момент относительно точки A

$$M_m = mg \frac{a}{3}.$$

таким образом, для опрокидывания необходима сила

$$F_1 \geq \frac{mg}{3}$$

Опрокидывание относительно точки B : Необходимо прикладывать силу F_2 к вершине, перпендикулярно грани. Момент силы F_2 относительно точки B равен

$$M_2 = F_2 a \sqrt{2}.$$

Противодействует опрокидыванию сила тяжести, ее момент относительно точки A

$$M_m = mg \frac{2a}{3}.$$

таким образом, для опрокидывания необходима сила

$$F_2 \geq mg \frac{\sqrt{2}}{3}.$$

Окончательно получаем, что опрокидывать нужно относительно точки A , прикладывая минимальную силу $F_1 = \frac{mg}{3}$.

Критерии оценивания задачи

Если рассмотрено опрокидывание только через одну точку, то задача оценивается из половины баллов.

1. Указано, что центр масс находится в точке пересечения медиан и найдено плечо относительно точки опрокидывания - 4 балла.
2. Найден момент силы тяжести относительно точки опрокидывания - 4 балла.
3. Получен правильный ответ - 2 балла.

Задача 3

Полная энергия системы равна

$$E = N_1 \frac{m_1 v_1^2}{2} + N_2 \frac{m_2 v_2^2}{2}.$$

После установления теплового равновесия энергия системы будет равна

$$E = \frac{3}{2} \frac{N_1 + N_2}{N_a} RT.$$

Энергия в системе сохраняется, таки образом

$$T = \frac{(N_1 m_1 v_1^2 + N_2 m_2 v_2^2) N_a}{3(N_1 + N_2) R}.$$

По теореме о равномерном распределении энергии по степеням свободы

$$\frac{m_1 \langle v_1^2 \rangle}{2} = \frac{3}{2} kT.$$

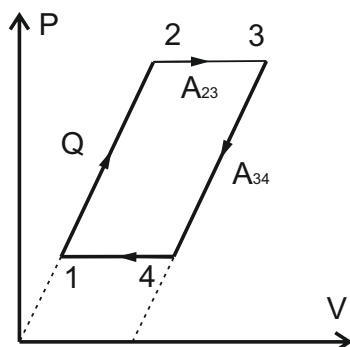
В итоге

$$\begin{aligned} \langle v_1^2 \rangle &= \frac{N_1 m_1 v_1^2 + N_2 m_2 v_2^2}{m_1 (N_1 + N_2)} \\ \langle v_2^2 \rangle &= \frac{N_1 m_1 v_1^2 + N_2 m_2 v_2^2}{m_2 (N_1 + N_2)} \end{aligned}$$

Критерии оценивания задачи

1. Найдена полная энергия смеси газов - 3 балла.
2. Найдена температура смеси газов - 3 балла.
3. Указано, что энергия в системе сохраняется и записано выражение для нее - 2 балла.
4. Найдена среднеквадратичная скорость молекул 1 - го сорта - 2 балла.
5. Найдена среднеквадратичная скорость молекул 2 - го сорта - 2 балла.

Задача 4



Работа газа на участке $2 - 3 - 4$ равна $A_{234} = A_{23} + A_{34}$.

В силу того, что цикл $1 - 2 - 3 - 4 - 1$ является параллелограммом, то полная работа газа за цикл равна $A = 2A_{234} = 2(A_{23} + A_{34})$.

Тепло подводится к газу на участках $1 - 2$ и $2 - 3$, суммарное количество подведенного тепла равно $Q_+ = Q + \frac{5}{2}A_{23}$.

Тогда получаем выражение для КПД

$$\eta = \frac{2(A_{23} + A_{34})}{Q + \frac{5}{2}A_{23}}.$$

Критерии оценивания задачи

1. Найдена работа газа на участке $2 - 3 - 4$ - 2 балла.
2. Указано, что работа газа на участке $4 - 1 - 2$ равна работе на участке $2 - 3 - 4$ - 3 балла.
3. Найдено количество теплоты на участке $2 - 3$. Указано, что тепло подводится только на участке $1 - 2 - 3$ - 3 балла.
4. Найдено КПД цикла - 2 балла.

Задача 5

Разрежем провод так, что длина одной части будет x , тогда у другой будет $l - x$. Сопротивление первого куска проволоки

$$R_1 = \rho \frac{x}{S}.$$

Сопротивление второго куска проволоки

$$R_2 = \rho \frac{l - x}{S}.$$

После параллельного соединения их общее сопротивление будет равно

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \rho \frac{x(l - x)}{Sl}.$$

Максимум достигается при $x = l/2$. А само значение сопротивления $R = \frac{1}{4} \rho \frac{l}{S}$.

Критерии оценивания задачи

1. Получена зависимость результирующего сопротивления от способа деления проволоки - 4 балла.
2. Указано, что делить проволоку нужно пополам - 4 балла.
3. Найдено максимальное значение сопротивления - 2 балла.