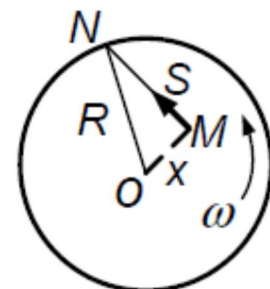


10 класс

Задача 1

Скорость грузика, находящегося на расстоянии x от оси диска O , равна ωx и направлена перпендикулярно радиусу OM . Оторвавшись, в отсутствие трения грузик пойдет по прямой MN . Путь, пройденный грузиком за один оборот, равен:



$$S = \sqrt{R^2 - x^2} = vT = \omega x \cdot \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi x.$$

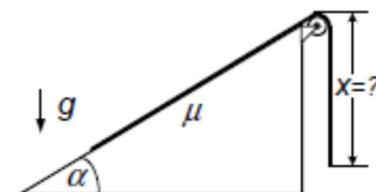
$$\text{Отсюда находим: } x = \frac{R}{\sqrt{1 + 4\pi^2}} \approx 0,15R$$

Критерии оценивания

Записана формула для скорости грузика на диске	2 балла
Выражен путь, пройденный за один оборот диска	4 балла
Найдено расстояние от грузика до оси	4 балла

Задача 2

При малых значениях коэффициента трения ($\mu < \operatorname{tg} \alpha$) возможно соскальзывание каната как влево, так и вправо. Поэтому область значений x ограничена с двух сторон. Границы этой области определяются из условия равновесия каната и из выражения для предельной силы трения покоя: $F_{mp} \leq \mu N$. Пусть масса каната равна m . Тогда условие для максимальной длины каната имеет вид:



$$x \frac{m}{L} g = (L - x) \frac{m}{L} g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha).$$

А условие для минимальной длины каната:

$$x \frac{m}{L} g = (L - x) \frac{m}{L} g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

Отсюда получаем:

$$\frac{L(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}{1 + \sin \alpha - \mu \cos \alpha} \leq x \leq \frac{L(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{1 + \sin \alpha + \mu \cos \alpha}$$

Критерии оценивания

Указано, что искомое значение длины каната ограничено с обеих сторон	1 балл
Записано выражение для максимальной силы трения покоя	1 балл
Записан второй закон Ньютона для случая максимальной длины свисающей части каната и найдена эта длина	4 балла

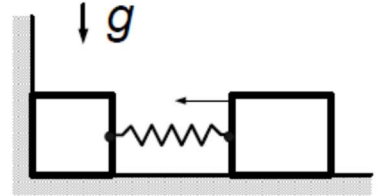
Записан второй закон Ньютона для случая минимальной длины свисающей части каната и найдена эта длина	4 балла
--	---------

Задача 3

Пусть x_1 - максимальное смещение правого тела влево, а x_2 - его последующее смещение вправо от своего начального положения. Тогда из закона сохранения энергии получаем уравнения:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{kx_1^2}{2} + \mu mgx_1,$$

$$\frac{kx_1^2}{2} = \frac{kx_2^2}{2} + \mu mg(x_1 + x_2).$$



Условие сдвига левого тела имеет вид:

$$kx_2 = \mu mg.$$

Решая полученную систему уравнений, находим:

$$x_1 = 3x_2 \quad v = \mu g \sqrt{\frac{15m}{k}}.$$

Критерии оценивания

Записан закон сохранения энергии для начального и следующего положений правого бруска	3 балла
Записан закон сохранения энергии для состояний максимального сжатия и растяжения пружины	3 балла
Указано условие сдвига левого тела	2 балла
Найдено искомое значение скорости	2 балла

Задача 4

В процессе кипения воды через отверстие вырывается струя пара, создавая реактивную силу тяги величиной $F = v \frac{\Delta m}{\Delta t}$.

За промежуток времени Δt из отверстия выйдет масса пара, равная $\Delta m = \rho S v \Delta t$

За это время от горелки будет подведено некоторое количество теплоты, которое полностью пойдет на испарение воды $P \Delta t = L \Delta m$

Получаем систему уравнений:

$$F = v \frac{\Delta m}{\Delta t}, \quad P \Delta t = L \Delta m, \quad \Delta m = \rho S v \Delta t.$$

Выполняя преобразования, получаем: $F = \frac{P^2}{\rho S L^2} = 0,3H$.

Критерии оценивания

Записан второй закон Ньютона для реактивной тяги	2 балла
Записан закон сохранения энергии для $P\Delta t = L\Delta m$	3 балла
Записано выражение для массы пара	3 балла
Получен искомый ответ для силы тяги и найдено ее значение	2 балла

Задача 5

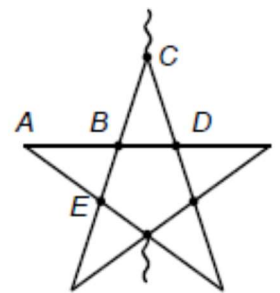
Из соображений симметрии следует, что $I_{BD} = 0$, $I_{CD} = I_{BC} = \frac{I_0}{2}$.

Количество теплоты, выделившейся в проводнике, равно $Q = I^2 R t$.

Соотношения для токов, протекающих в ребрах, имеют вид:

$$I_{AB} : I_{BE} = 1 : 2, I_{AB} + I_{BE} = \frac{I_0}{2}, I_{AB} = \frac{I_0}{6}, I_{BE} = \frac{I_0}{3}.$$

Таким образом, $Q_{BD} : Q_{BC} : Q_{CD} : Q_{AB} : Q_{BE} = 0 : 9 : 9 : 1 : 4$



Критерии оценивания

Указано значение тока через BD	2 балла
Указано соотношение между токами через BC и CD	2 балла
Указано соотношение токов в ребрах	4 балла
Указано соотношение между количествами теплоты	2 балла