

10 класс

Задача 1. Сферическая горка

Над горизонтальной поверхностью выступает сферическая горка, профиль которой представляет собой четверть окружности радиуса R . В верхнюю точку горки положили небольшую шайбу массой m и сообщили ей горизонтальную начальную скорость v_0 (рис. 6). Коэффициент трения между горкой и шайбой зависит от угла α по закону $\mu = \operatorname{tg} \alpha$.

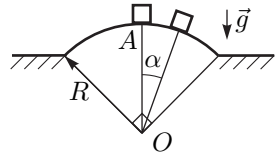


Рис. 6

1. Через какое время τ тело достигнет горизонтальной поверхности при спуске без отрыва от горки?
2. Чему равна работа $A_{\text{тр}}$ силы трения к этому моменту?
3. При каких величинах v_0 шайба не оторвётся от поверхности горки?

Задача 2. Гранулы

В трубе сечения S течёт взвесь — жидкость, переносящая с собой мелкие сжимаемые гранулы (рис. 7). На участке с давлением p объём отдельной гранулы V , а на участке с пониженным давлением $p - \Delta p$ объём гранулы $V + \Delta V$. Число гранул, проходящих за единицу времени через любое сечение трубы, равно ν . Найдите массу взвеси μ , проходящую через трубу за единицу времени при стационарном течении, если трения со стенками трубы нет, а скорость жидкости и гранул по всему сечению одинакова. Изменением плотности жидкости пренебречь.

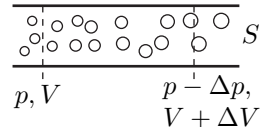


Рис. 7

Задача 3. Вода и лёд

Как известно, при атмосферном давлении вода начинает замерзать, а лёд таять при температуре $t_0 = 0^\circ\text{C}$. При давлениях, больших атмосферного, вода может находиться в жидкой фазе и при более низких температурах. Увеличение давления на 133 атм понижает температуру плавления льда на 1°C . В начальном состоянии вода массой $m_0 = 1$ кг и очень малое количество льда находятся в равновесии в адиабатической оболочке под давлением $p_1 = 200$ атм. В адиабатическом процессе давление медленно уменьшают до атмосферного $p_0 = 1$ атм.

1. Найдите изменение массы льда $\Delta m_{\text{л}}$.
2. Найдите изменение объёма системы вода + лёд.
3. Какую работу совершает система против внешнего давления при его уменьшении от p_1 до p_0 ?

Удельная теплоёмкость воды $c_{\text{в}} = 4,2$ Дж/г, льда $c_{\text{л}} = 2,1$ Дж/г. Удельная теплота плавления льда $q = 336$ Дж/г. Плотности воды и льда при атмосферном давлении: $\rho_{\text{в}} = 1$ г/см³, $\rho_{\text{л}} = 0,9$ г/см³.

Сжимаемость воды $G = -\frac{1}{V} \frac{\Delta V}{\Delta p} = 5 \cdot 10^{-10}$ Па⁻¹, сжимаемость льда меньше сжимаемости воды.

Задача 4. Диодная цепочка

Электрическая цепь (рис. 8) состоит из 2016 звеньев, состоящих из одинаковых диодов и резисторов. Вольтамперная характеристика диода приведена на рис. 9, напряжение $U_d = 1$ В. Сопротивление каждого резистора $R = 1$ Ом. На вход схемы подаётся постоянное напряжение U_0 .

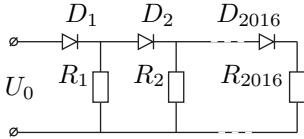


Рис. 8

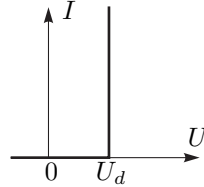


Рис. 9

1. Определите силы токов через диоды и через резисторы при входном напряжении $U_0 = 4,4$ В.
2. Постройте вольтамперную характеристику схемы (зависимость тока I_0 от U_0) в диапазоне от 0 В до 3 В.
3. Определите входное напряжение U_0 , при котором ток через цепь равен $I_0 = 14$ А.

Задача 5. Déjà vu

В электрической цепи (рис. 10) все элементы можно считать идеальными. Вначале конденсатор ёмкостью C не заряжен. Ключ K замыкают, а затем, когда скорость изменения энергии в конденсаторе достигает максимума — размыкают.

1. Найдите мощность N , которую развил источник постоянного напряжения к моменту размыкания ключа.
2. Пусть сопротивления резисторов равны $R_1 = R_2 = R$. В этом случае скорость изменения энергии в конденсаторе достигает максимума через время $t_0 = CR \ln \sqrt{2}$ (это время можно найти, решая соответствующее дифференциальное уравнение, которое вам решать не нужно). Определите количество теплоты Q , которое выделится в цепи при замкнутом ключе K .

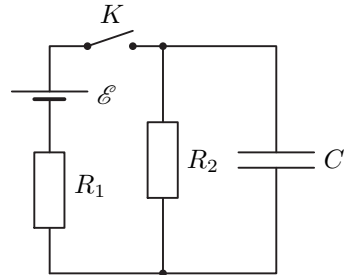


Рис. 10