



Профиль: Инженерное дело, специализация «Физика»

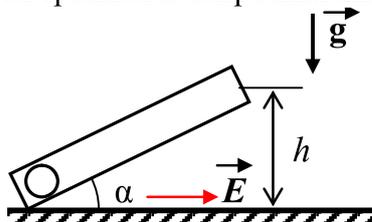
Вариант: 11

Класс: 10

Задача 1 (5 баллов). $N = 21$ одинаковых небольших шариков, находящихся на высоте $h = 125$ м от горизонтальной поверхности, отпускают без начальной скорости с интервалом $\Delta t = 0,2$ с. Все шарики движутся вдоль одной прямой, столкновения шариков друг с другом и с поверхностью – абсолютно упругие. Определите время, через которое последний шарик, после того, как он начал падать, вновь окажется в точке падения. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Соппротивлением воздуха пренебречь.

Задача 2 (5 баллов). Одна из микрочастиц космического происхождения после столкновений с другими подобными объектами оказалась на расстоянии от центра Земли, равном одной третьей радиуса геостационарной орбиты Земли. При этом скорость данной микрочастицы относительно неподвижных далеких звезд равна нулю. Под действием земного тяготения микрочастица начинает двигаться по прямой, направленной к центру Земли. За какое время эта микрочастица пройдет первый километр своего пути? Геостационарная орбита – круговая орбита, на которой спутник «висит» все время над одной и той же точкой Земли. Принять радиус Земли $R_3 = 6400$ км, ускорение свободного падения на поверхности Земли $g_0 = 9,8$ м/с².

Задача 3 (8 баллов). Для защиты проектной работы, школьник смастерил макет устройства, которое он назвал «электрической пушкой». «Электрическая пушка» представляет собой тонкую трубку с цилиндрическим отверстием внутри, в котором может двигаться заряженный шарик (см. рисунок). «Электрическая пушка» закреплена на горизонтальной поверхности, шарик находится в нижней точке трубки. После включения источника постоянного электрического поля, шарик начинает двигаться внутри трубки и затем вылетает из нее. Пусть высота, на которой находится шарик перед вылетом из трубки, равна h , угол наклона трубки к горизонту $\alpha = 30^\circ$. Помогите школьнику рассчитать напряженность электрического поля, при котором, шарик, после вылета из трубки, достигнет максимальной высоты $2h$ от горизонтальной поверхности. Электрическое поле однородное и действует как внутри трубки, так и снаружи, вектор напряженности \vec{E} направлен горизонтально. Отношение массы шарика к заряду $m/q = 3,5 \cdot 10^{-3}$ кг/Кл. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². При расчетах трением и сопротивлением воздуха пренебречь.

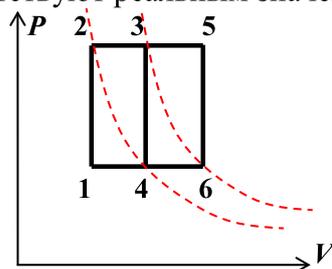


Продолжение билета см. на обороте

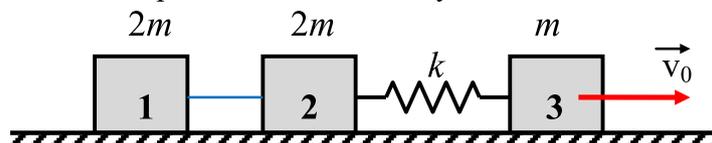


Задача 4 (8 баллов). В вертикальном цилиндрическом сосуде под поршнем находятся в состоянии равновесия $m = 100$ г воды и некоторое количество азота при температуре $t_1 = 7^\circ\text{C}$. Поршень расположен на высоте $h_1 = 5$ см от основания сосуда. При этой температуре количество водяных паров в сосуде пренебрежимо мало, по сравнению с количеством азота. Содержимое сосуда нагревают до температуры $t_2 = 100^\circ\text{C}$. В результате поршень поднимается, и, после установления равновесия в этой системе, занимает новое положение на высоте $h_2 = 1$ м. Чему равна масса поршня? Атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па, площадь сечения поршня $S = 0,07$ м². Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Трением поршня о стенки сосуда пренебречь.

Задача 5 (12 баллов). Гелий совершает круговой процесс 1-2-3-4-1, а такое же количество (в молях) водорода участвует в круговом процессе 3-5-6-4-3 (оба процесса изображены на рисунке в координатах p - V , где p – давление, а V – объем газов). Состояния 2 и 4 лежат на одной изотерме, также как и состояния 3 и 6 (эти изотермы показаны на рисунке). Известно, что работа, совершенная за цикл водородом в $n = 2$ раза больше, чем работа за один цикл, совершенная гелием. Чему равны температуры в состояниях 2, 3 и 5, если температура в состоянии 1 известна и равна $T_1 = 200$ К. Рисунок условный, и пропорции отрезков в нем не соответствуют реальным значениям величин.



Задача 6 (12 баллов). На гладкой горизонтальной поверхности находятся три небольших тела. Тело 2 массой $2m$ соединено невесомой нерастяжимой нитью с телом 1 такой же массы $2m$, а с противоположной стороны невесомой пружины жесткости k – с телом 3 массы m (см. рисунок). Вначале система неподвижна, при этом пружина не деформирована, а нить не натянута, но практически не провисает. Затем телу 3 толчком сообщают скорость v_0 вдоль прямой, соединяющей все три тела в направлении от среднего тела 2. В результате толчка нить натягивается, и система приходит в движение. Чему равны скорости всех тел сразу после того, как нить снова перестанет быть натянутой?





Профиль: Инженерное дело, специализация «Физика»

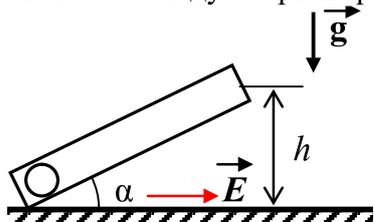
Вариант: 12

Класс: 10

Задача 1 (5 баллов). $N = 11$ одинаковых небольших шариков, находящихся на высоте h от горизонтальной поверхности, отпускают без начальной скорости с интервалом $\Delta t = 0,1$ с. Все шарики движутся вдоль одной прямой, столкновения шариков друг с другом и с поверхностью – абсолютно упругие. Последний шарик спустя время $t = 5$ с от начала своего падения, вновь оказался, в точке падения. Определите высоту h . Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Соппротивлением воздуха пренебречь.

Задача 2 (5 баллов). Одна из микрочастиц космического мусора после столкновений с другими подобными объектами оказалась на расстоянии от центра Земли, равном половине радиуса геостационарной орбиты Земли. При этом скорость данной микрочастицы относительно неподвижных далеких звезд равна нулю. Под действием земного тяготения микрочастица начинает двигаться по прямой, направленной к центру Земли. Какое расстояние пройдет эта микрочастица за первую минуту своего движения? Геостационарная орбита – круговая орбита, на которой спутник «висит» все время над одной и той же точкой Земли. Принять радиус Земли $R_3 = 6400$ км, ускорение свободного падения на поверхности Земли $g_0 = 9,8$ м/с².

Задача 3 (8 баллов). Для защиты проектной работы, школьник смастерил макет устройства, которое он назвал «электрической пушкой». «Электрическая пушка» представляет собой тонкую трубку с цилиндрическим отверстием внутри, в котором может двигаться заряженный шарик (см. рисунок). «Электрическая пушка» закреплена на горизонтальной поверхности, шарик находится в нижней точке трубки. После включения источника постоянного электрического поля, шарик начинает двигаться внутри трубки и затем вылетает из нее. Пусть высота, на которой находится шарик перед вылетом из трубки, равна h , угол наклона трубки к горизонту $\alpha = 60^\circ$. Нужно рассчитать отношение массы шарика к его заряду m/q , при котором, шарик, после вылета из трубки, достигнет максимальной высоты $3h$ от горизонтальной поверхности. Электрическое поле однородное и действует как внутри трубки, так и снаружи, вектор напряженности \vec{E} направлен горизонтально. Значение напряженности равно $E = 0,6$ В/м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². При расчетах трением и сопротивлением воздуха пренебречь.

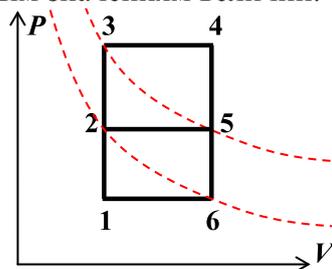


Продолжение билета см. на обороте



Задача 4 (8 баллов). В вертикальном цилиндрическом сосуде под поршнем массой $M = 20$ кг и площади сечения $S = 0,01$ м² находятся в состоянии равновесия $m = 20$ г воды и некоторое количество гелия при температуре $t_1 = 10^\circ\text{C}$. Поршень расположен на высоте $h_1 = 10$ см от основания сосуда. При этой температуре количество водяных паров в сосуде пренебрежимо мало, по сравнению с количеством гелия. Содержимое сосуда нагревают до температуры $t_2 = 100^\circ\text{C}$. В результате поршень поднимается, и, после установления равновесия в этой системе, занимает новое положение. Чему равна высота h_2 , на которую поднялся поршень?. Атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Трением поршня о стенки сосуда пренебречь.

Задача 5 (12 баллов). Некоторое количество кислорода совершает сначала один цикл кругового процесса 1-2-5-6-1, а затем один цикл процесса 1-3-4-6-1 (оба процесса изображены на рисунке в координатах p - V , где p – давление, а V – объем газов). Состояния 2 и 6 лежат на одной изотерме, также как и состояния 3 и 5 (эти изотермы показаны на рисунке). Известно, что работа, совершенная за цикл 1-3-4-6-1 в $n = 2,5$ раза больше, чем работа, совершенная за цикл 1-2-5-6-1. Чему равны температуры в состояниях 2, 3 и 4, если температура в состоянии 1 известна и равна $T_1 = 300$ К. Рисунок условный, и пропорции отрезков в нем не соответствуют реальным значениям величин.



Задача 6 (12 баллов). На гладкой горизонтальной поверхности находятся три небольших тела. Тело 2 массой $2m$ соединено невесомой нерастяжимой нитью с телом 1 массы m , а с противоположной стороны невесомой пружиной жесткости k – с телом 3 массы $2m$ (см. рисунок). Вначале система неподвижна, при этом пружина не деформирована, а нить не натянута, но практически не провисает. Затем телу 3 толчком сообщают скорость v_0 вдоль прямой, соединяющей все три тела в направлении от среднего тела 2. В результате толчка нить натягивается, и система приходит в движение. Чему равны скорости всех тел сразу после того, как нить снова перестанет быть натянутой?

