

МОШ, 2012/13, отборочный этап, 10 класс

Условия, ответы и решения

1 График скорости ракеты

Ракета взлетает с поверхности Земли вертикально вверх с ускорением $1,25 \text{ м/с}^2$. Через 8 с двигатель ракеты выключается. Постройте график зависимости проекции скорости ракеты v_y на направленную вертикально вверх ось y от времени t . Отметьте на графике момент падения ракеты на Землю. Ускорение свободного падения считайте равным 10 м/с^2 .

Подсказка

После выключения двигателя ракета движется с ускорением $-g$: найдите скорость и высоту в момент выключения и определите, когда высота снова станет равной нулю.

2 Масса атмосферы планеты

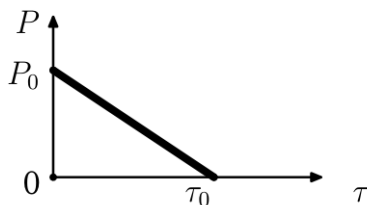
Оцените массу атмосферы планеты по следующим данным: давление у поверхности планеты 9 МПа, радиус планеты 6000 км, ускорение свободного падения у поверхности $9,42 \text{ м/с}^2$. Площадь поверхности сферы радиуса R равна $4\pi R^2$. Приведённые в условии параметры близки к характеристикам Венеры.

Подсказка

Давление у поверхности создаётся весом всего столба атмосферы над единицей площади.

3 Плавление льда нагревателем с переменной мощностью

Школьница Ирина проводит опыт с плавлением льдинки с помощью нагревательного элемента. Разместив льдинку массой 1 кг при температуре 0°C и нагревательный элемент в калориметре, Ирина включила нагревательный элемент. Из-за изменения напряжения на нагревательном элементе его мощность P зависела от времени τ согласно графику:



Максимальное значение мощности было равно $P_0 = 336 \text{ Вт}$, нагревательный элемент проработал $\tau_0 = 60 \text{ мин}$. Сколько льда растаяло за 1 мин? За какое время льдинка полностью расплавилась? Какой стала температура содержимого калориметра после окончания работы нагревательного элемента? Теплоёмкостью калориметра и потерями тепла пренебречь. Удельные теплоёмкости воды и льда составляют $4,2 \text{ кДж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$ и $2,1 \text{ кДж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$ соответственно. Удельную теплоту плавления льда считайте равной 336 кДж/кг .

Подсказка

Количество теплоты, выделенное нагревателем, равно площади под графиком $P(\tau)$.

4 Чёрный ящик с вольтметром

В чёрном ящике с двумя контактами А и В находится электрическая цепь, состоящая из батарейки и одного сопротивления. Подключив к контактам А и В параллельно вольтметр и резистор сопротивлением 1 кОм, школьник Станислав обнаружил, что показание вольтметра составляет 5 В. После замены резистора сопротивлением 1 кОм на резистор сопротивлением 1 Ом вольтметр стал показывать 4 В. Нарисуйте возможную схему электрической цепи, находящейся в чёрном ящике. Определите напряжение батарейки и сопротивление резистора в чёрном ящике. Приборы считайте идеальными.

Подсказка

Эквивалентная схема ящика с двумя выводами — источник с внутренним сопротивлением; запишите закон Ома для двух нагрузок.

5 Космический аппарат в облаке водорода

Космический аппарат площадью сечения 1 м^2 влетает со скоростью 10 км/с в облако молекулярного водорода плотностью 10^{-10} кг/м^3 . Оцените, сколько молекул водорода каждую секунду сталкивается с космическим аппаратом. Молярная масса водорода составляет 2 г/моль. Один моль — это $6 \cdot 10^{23}$ частиц.

Подсказка

За секунду аппарат «заметает» цилиндр с площадью основания, равной сечению, и длиной, равной пройденному пути.

6 Сахар в озере

В озере (площадь поверхности 1 км^2 , глубина 10 м) растворили 1 моль сахара. Считая, что сахар равномерно распределился по водоёму, определите, сколько молекул сахара окажется в 1 см^3 воды из озера. Один моль — это $6 \cdot 10^{23}$ частиц.

Подсказка

Найдите объём озера в кубических сантиметрах и разделите на него число молекул.

7 Плавление льдинки: ступенчатая мощность

Школьник Владислав проводит опыт с плавлением льдинки с помощью нагревательного элемента. Разместив льдинку массой 500 г при температуре 0°C и нагревательный элемент в калориметре, Владислав включил нагревательный элемент. Из-за изменения напряжения на нагревательном элементе его мощность в течение первых 30 минут составляла 168 Вт, а в течение следующих 30 минут — 84 Вт. Сколько льда растаяло за 1 мин? За какое время льдинка полностью расплавилась? Какой стала температура содержимого калориметра после окончания работы нагревательного элемента? Теплоёмкостью калориметра и потерями тепла пренебречь. Удельные теплоёмкости воды и льда составляют $4,2 \text{ кДж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$ и $2,1 \text{ кДж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$ соответственно. Удельную теплоту плавления льда считайте равной 336 кДж/кг .

Подсказка

Пока лёд плавится, температура остаётся 0°C и вся теплота идёт на плавление; сравните теплоту первого этапа с теплотой, нужной для плавления всего льда.

8 Чёрный ящик с амперметром

В чёрном ящике с двумя контактами А и В находится электрическая цепь, состоящая из батарейки и одного сопротивления. Подключив к контактам А и В последовательно амперметр и резистор сопротивлением 1 кОм , школьница Ирина обнаружила, что показание амперметра составляет 5 мА . После замены резистора сопротивлением 1 кОм на резистор сопротивлением 1 Ом амперметр стал показывать 10 мА . Нарисуйте возможную схему электрической цепи, находящейся в чёрном ящике. Определите напряжение батарейки и сопротивление резистора в чёрном ящике. Приборы считайте идеальными.

Подсказка

Ящик эквивалентен источнику с внутренним сопротивлением; запишите закон Ома для замкнутой цепи в двух случаях.