

ТИПОВОЙ ВАРИАНТ ЗАДАНИЯ ПО ФИЗИКЕ

ЗАДАЧА 1.

Тело, двигаясь из состояния покоя под действием постоянной силы, равной 20 Н, за время $\Delta t = 0,1\text{с}$, приобретает кинетическую энергию $W_0 = 10$ Дж. Найдите энергию в Джоулях, которую сообщит эта сила тому же телу за следующий промежуток времени $\Delta t = 0,1\text{с}$. В ответе укажите число без единицы измерения.

ЗАДАЧА 2.

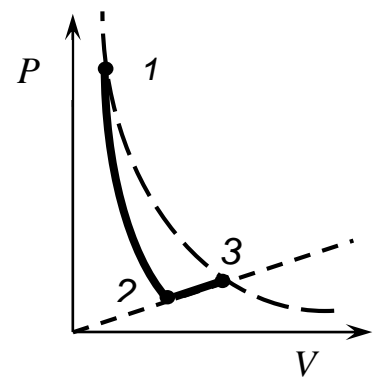
Два однородных свинцовых стержня длиной $L = 1,3$ м каждый, могут свободно вращаться в вертикальной плоскости вокруг общей горизонтальной оси, проходящей через края этих стержней. Стержни отклонили в разные стороны на 90° от вертикали и отпустили без начальной скорости. Определите, на сколько градусов нагреются стержни после столкновения, считая его абсолютно неупругим. Принять, что вся теплота, выделившаяся при столкновении стержней, идёт на их нагревание. Сопротивление воздуха не учитывать. Теплоёмкость свинца $c = 130$ Дж / кг·град. Ускорение свободного падения принять равным $g = 10$ м/с².

ЗАДАЧА 3.

В теплоизолированном сосуде находится азот при температуре $T_1 = 300$ К. Через некоторое время, под действием излучения, все молекулы азота распадаются. Определите температуру газа в сосуде после распада всех молекул, если при распаде одной молекулы азота на атомы, выделяется теплота $q = 0,6$ эВ. Ответ укажите в Кельвинах.

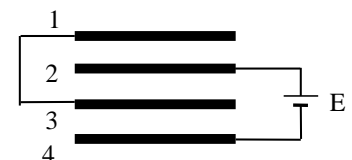
ЗАДАЧА 4.

Моль одноатомного идеального газа из начального состояния 1 расширяется в процессе 1 – 2 с постоянной теплоёмкостью, совершая в нём работу $A_{12} = 200$ Дж. Затем к газу подводится количество теплоты $Q_{23} = 200$ Дж в процессе 2–3, в котором давление газа прямо пропорционально его объёму. Температуры газа в состояниях 1 и 3 одинаковые. Найдите количество теплоты, подведённое к газу в процессе 1–2.



ЗАДАЧА 5.

Батарея конденсаторов, состоящая из четырёх одинаковых металлических пластин, расположенных в воздухе на равных расстояниях d друг от друга, подключена к источнику постоянного тока с ЭДС, равной E , как показано на рисунке. Площадь каждой из пластин равна S . Пластина 1 соединена проводником с пластиной 3. Определите величину заряда, который пройдёт через источник тока, если пространство между пластинами 2 и 3 заполнить диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 4$. Расстояние d между пластинами мало по сравнению с их размерами.



ЗАДАЧА 6.

На горизонтальной непроводящей поверхности в однородном магнитном поле, линии индукции которого горизонтальны, находится жёсткое тонкое однородное проводящее кольцо радиуса R и массы m . Найдите величину индукции магнитного поля, чтобы при пропускании по кольцу тока, сила которого I , оно начало подниматься.

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Э. БАУМАНА
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ТУР ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ–2019»
«ИНЖЕНЕРНОЕ ДЕЛО: ПРОФЕССОР ЖУКОВСКИЙ»

РЕШЕНИЕ ТИПОВОГО ВАРИАНТА ЗАДАНИЯ ПО ФИЗИКЕ

ЗАДАЧА 1.

Ответ: $\Delta W = W_1 - W_0 = 30 \text{ Дж}$.

1. Кинетическая энергия тела $W_0 = \frac{P^2}{2m} = \frac{(F \cdot \Delta t)^2}{2m}$. (1)

2. Из (1) выразим массу $m = \frac{(F \Delta t)^2}{2W_0}$.

3. К концу второго интервала $2\Delta t = 0,2 \text{ с}$ движения кинетическая энергия тела станет равна

$$W_1 = \frac{(F \cdot 2\Delta t)^2}{2m} = \frac{(F \cdot 2\Delta t)^2}{2(F \Delta t)^2} 2W_0 = 4W_0.$$

4. Приращение кинетической энергии за следующий интервал $\Delta t = 0,1 \text{ с}$

$$\Delta W = W_1 - W_0 = 4W_0 - W_0 = 3W_0 = 3 \cdot 10 = 30 \text{ Дж}.$$

ЗАДАЧА 2.

Ответ: $\Delta T = 0,05 \text{ К}$.

Количество теплоты Q , выделяющееся при абсолютно неупругом столкновении стержней, равно уменьшению потенциальной энергии системы, считая при этом, что вся теплота идёт на нагревание стержней.

$$Q = \Delta U = 2mg \frac{L}{2} = mgL, \text{ где } L = 1,3 \text{ м - длина стержня.}$$

Из уравнения теплового баланса найдём, на сколько градусов повысится температура стержней

$$\Delta T = \frac{Q}{2mc} = \frac{mgL}{2mc} = \frac{gL}{2c} = \frac{10 \cdot 1,3}{2 \cdot 130} = 0,05 \text{ К}, \text{ где } c = 130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{град}} - \text{теплоёмкость свинца.}$$

ЗАДАЧА 3.

Ответ: $T_2 \approx 2569 \text{ К}$.

Внутренняя энергия газа U увеличивается за счёт энергии, которая выделяется при распаде молекул азота.

Пусть N_1 - число молекул азота при температуре T_1 . Тогда $U_1 = \frac{5}{2} N \cdot k T_1$ (1).

После распада молекул $U_2 = U_1 + qN = \frac{3}{2} 2N \cdot k T_2$ (2)

Из этих соотношений находим $\frac{3}{2} 2N \cdot k T_2 = \frac{5}{2} N \cdot k \cdot T_1 + qN$, откуда

$$T_2 = \frac{5}{6} T_1 + \frac{q}{3k} = \frac{5}{6} 300 + \frac{0,6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{3 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23}} = 2568,8 \approx 2569 \text{ К}$$

ЗАДАЧА 4.

Ответ:
$$Q_{12} = -\frac{3}{4} Q_{23} + A_{12} = 50 \text{ Дж}.$$

Работа в процессе 2 – 3 равна площади под графиком. Найдём её как разность площадей двух треугольников:

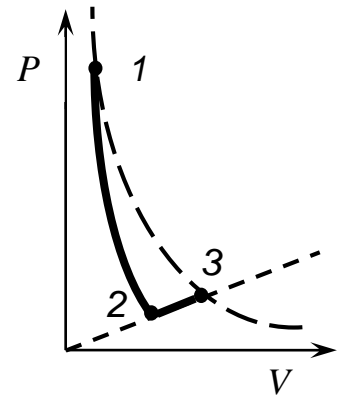
$$A_{23} = \frac{1}{2} P_3 V_3 - \frac{1}{2} P_2 V_2 = \frac{1}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{1}{2} \nu R \Delta T$$

Тогда $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + \frac{1}{2} \nu R \Delta T = 2 \nu R \Delta T.$

Следовательно, $A_{23} = \frac{1}{4} Q_{23} = 50 \text{ Дж};$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{4} Q_{23} = 150 \text{ Дж}.$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = -\Delta U_{23} + A_{12} = -\frac{3}{4} Q_{23} + A_{12} = 50 \text{ Дж}$$

**ЗАДАЧА 5.**

Ответ:
$$\Delta q = \varepsilon_0 \frac{SE}{6 \cdot d}.$$

Образовавшийся сложный конденсатор (рис.1) можно рассматривать как батарею из трех конденсаторов одинаковой ёмкости $C_0 = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$ (рис.2) : конденсатор I (пластины 2 и 3) , конденсатор II (пластины 1 и 2) и конденсатор III (пластины 3 и 4). Конденсаторы I и II соединены параллельно: пластины 1 и 3 имеют равные потенциалы (т.к. они соединены проводником), а пластина 2 у них общая; конденсатор III присоединен к этой паре последовательно.

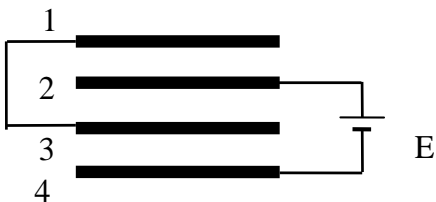


Рис. 1

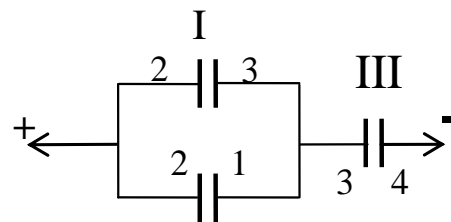


Рис. 2

Ёмкость конденсатора $C_1 = \frac{2}{3} C_0 = \frac{2}{3} \frac{\varepsilon_0 S}{d}$. После заполнения конденсатора I диэлектриком

ёмкость батареи станет равна $C_2 = \frac{1+\varepsilon}{2+\varepsilon} C_0$.

Заряд батареи до заполнения конденсатора диэлектриком $q_1 = C_1 E = \frac{2}{3} C_0 E.$

Заряд батареи после заполнения конденсатора диэлектриком $q_2 = C_2 E = \frac{1+\varepsilon}{2+\varepsilon} C_0 E$.

3

Разница зарядов батареи $\Delta q = q_2 - q_1 = \frac{1+\varepsilon}{2+\varepsilon} C_0 E - \frac{2}{3} C_0 E = C_0 E \frac{\varepsilon-1}{(2+\varepsilon)3}$.

Этот заряд пройдет через источник тока. При $\varepsilon = 4$, $\Delta q = \varepsilon_0 \frac{SE}{6 \cdot d}$.

ЗАДАЧА 6.

Ответ: $B = \frac{mg}{I\pi R}$

На кольцо с током в магнитном поле действует момент сил Ампера, равный $I\pi R^2 B$, и момент силы тяжести, равный mgR . Из условия равновесия кольца, при нарушении которого начнется

подъем кольца $I\pi R^2 B = mgR$, находим $B = \frac{mg}{I\pi R}$.