

Кейс–задания

Механика

1. Через блок, массой которого можно пренебречь, перекинута невесомая нерастяжимая нить. К концам нити подвешены грузы одинаковой массы (машина Атвуда). Если к правому грузу добавить перегрузок № 2 то, на пути 0,3 м грузы будут двигаться с ускорением.... (рис. 4)

Решение

Так как силы, действующие на тела, не меняются в процессе движения, и тела в начале движения находятся в покое, то движение тел — равноускоренное без начальной скорости. Тогда

$$S = \frac{at^2}{2}$$

и

$$a = \frac{2S}{t^2}.$$

Действие

Необходимо (рис. 5) мышкой взять (навести стрелку и нажать левую клавишу) и перетащить (не отпуская левую клавишу) упор, оставливающий груз в положении 30 см (отпустить левую клавишу). Далее мышкой взять перегрузок № 2 (перегрузки на столике нумеруются слева направо) и поставить его на верхний груз (в область вознивающего пульсирующего кольца) (рис. 6). При наведении стрелки и нажатии левой клавишей мышки на кнопке «Пуск» таймера система тел приходит в движение, и таймер показывает время движения тел t до остановки груза и перегрузка на упоре (рис. 7).

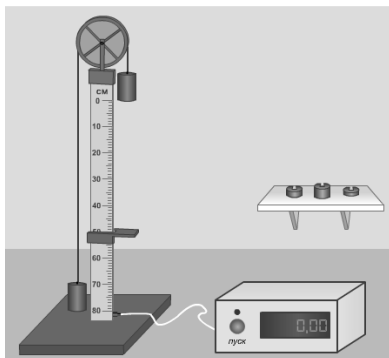


Рис. 4

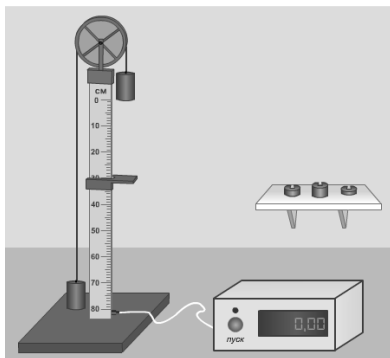


Рис. 5

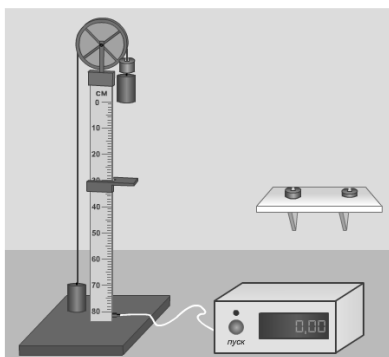


Рис. 6

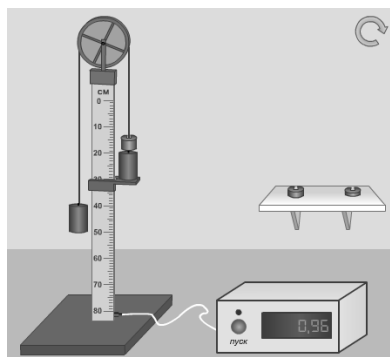


Рис. 7

Расчет

В результате данного эксперимента таймер показывает время 0,96 с. Тогда

$$a = \frac{2 \cdot 0,3}{0,96^2} = 0,65 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

Примечание. Величина ускорения не зависит от того, где мы установим упор. Но значение времени на прохождении пути в 0,3 м понадобится в дальнейшем. В задании могут быть указаны другие перегрузки и другое положение упора.

Варианты ответов

0,33 0,65 0,66 0,21

2. Через блок, массой которого можно пренебречь, перекинута невесомая нерастяжимая нить. К концам нити подвешены грузы одинаковой массы (машина Атвуда). Если к правому грузу добавить перегрузок № 2 то, в конце пути 0,3 м грузы будут иметь скорость....

Решение

Так как силы, действующие на тела, не меняются в процессе движения и тела в начале движения находятся в покое, то движение тел — равноускоренное без начальной скорости. Следовательно,

$$v = at, a = \frac{2S}{t^2}$$

или

$$v = \frac{2S}{t}.$$

Расчет

Подставляем данные эксперимента с перегрузком № 2, путь $S = 0,3$ м и время $t = 0,96$ с

$$v = \frac{2S}{t} = \frac{2 \cdot 0,3}{0,96} = 0,63 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

или рассчитанное ранее ускорение $a = 0,65 \text{ м/с}^2$ и время $t = 0,96$ с,

$$v = at = 0,65 \cdot 0,96 = 0,63 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Варианты ответов

0,36 0,71 0,63 0,25

3а. Через блок, массой которого можно пренебречь, перекинута невесомая нерастяжимая нить. К концам нити подвешены грузы одинаковой массы (машина Атвуда). Если к правому грузу добавить перегрузок № 2, то система придет в движение. При массе перегрузка $m = 7$ масса большего груза M равна....

Решение

Запишем второй закон Ньютона для груза и груза с перегрузком в векторном виде и спроектируем все векторы на направление соответствующего ускорения.

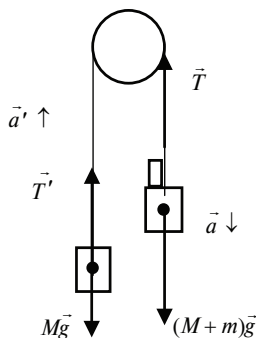


Рис. 8

Груз массой M движется вверх с ускорением $\vec{a}'$

$$M\vec{a}' = \vec{T}' + M\vec{g}.$$

Проектируют векторное уравнение на ось, направленную вертикально вверх. Получаем

$$Ma' = T' - Mg.$$

Груз с перегрузком массой $M + m$ движется вниз с ускорением $\vec{a}$

$$(M + m)\vec{a} = (M + m)\vec{g} + \vec{T}.$$

Проектируют векторное уравнение на ось, направленную вертикально вниз. Получаем

$$(M + m)a = (M + m)g - T.$$

Здесь T , T' — силы, приложенные к грузам со стороны нити.

Так как нить и блок невесомы, то

$$T' = T.$$

Так как нить нерастяжима, то

$$a' = a.$$

Тогда имеем

$$Ma = T - Mg,$$

$$(M + m)a = (M + m)g - T.$$

Сложим два уравнения.

$$(2M + m)a = mg$$

Выразим массу M

$$M = \frac{g - a}{2a} m.$$

Расчет

Так как эксперимент был с перегрузком № 2, то $a = 0,65 \text{ м/с}^2$ (если нет, то надо снова проводить эксперимент по определению ускорения) и

$$M = \frac{g - a}{2a} m = \frac{9,8 - 0,65}{2 \cdot 0,65} 7 \cdot 10^{-3} = 0,050 \text{ кг.}$$

Варианты ответов

0,050 0,075 0,100 0,25

3б. Через блок, массой которого можно пренебречь, перекинута невесомая нерастяжимая нить. К концам нити подвешены грузы одинаковой массы (машина Атвуда). Если к правому грузу добавить перегрузок № 2, то система придет в движение. Если масса перегрузка $m = 7 \text{ г}$, а масса большего груза $M = 50$, то сила натяжения нити при движении будет равна.... Н.

Решение

Используем уравнения Ньютона в модульном виде

$$Ma = T - Mg,$$

$$(M + m)a = (M + m)g - T.$$

Поделим первое уравнение на второе

$$\frac{Ma}{(M + m)a} = \frac{T - Mg}{(M + m)g - T}.$$

Сократим на a , приведем к общему знаменателю и отбросим его

$$(M + m)Mg - MT = (M + m)T - (M + m)Mg.$$

Оставим в правой части только слагаемые, связанные с T

$$2(M + m)Mg = (M + m)T + MT$$

Тогда

$$T = 2Mg \frac{M + m}{2M + m}.$$

Расчет

$$T = 2 \cdot 50 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \frac{50 \cdot 10^{-3} + 7 \cdot 10^{-3}}{100 \cdot 10^{-3} + 7 \cdot 10^{-3}} = \frac{57}{107} = 0,53 \text{ Н.}$$

Примечание. Так как, видимо, первый эксперимент был проведен именно с этими грузами и перегрузком, то $a = 0,65 \text{ м/с}^2$ и $Ma = T - Mg$.

Следовательно,

$$T = M(g + a) = 50 \cdot 10^{-3}(10 + 0,65) = 0,53 \text{ Н.}$$

Варианты ответов

0.33 0.21 0.53 0.66

Зв. Через блок, массой которого можно пренебречь, перекинута невесомая нерастяжимая нить. К концам нити подвешены грузы одинаковой массы (машина Атвуда). Если к правому грузу добавить перегрузок № 2, то система придет в движение. Если правый груз пройдет расстояние 30 см, то система будет иметь кинетическую энергию, Дж при массе перегрузка $m = 7 \text{ г}$ и массе большего груза $M = 50 \text{ г}$.

Решение

Считаем, что первый эксперимент был сделан именно с этими грузами и перегрузком. Так как нить нерастяжима, то все тела движутся с одинаковыми скоростями. Тогда

$$E_k = \frac{2M + m}{2} v^2 = \frac{2 \cdot 0,05 + 0,007}{2} 0,63^2 = \frac{0,107}{2} 0,40 = 0,021 \text{ Дж.}$$

Варианты ответов

0,041 0,022 0,057 0,082

Законы постоянного тока

1. Для изучения законов постоянного тока предложены схема и набор резисторов с неизвестными сопротивлениями. Внутренним сопротивлением источника тока, сопротивлением подводящих

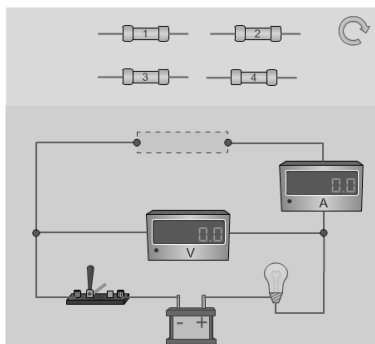


Рис. 9

резистор №....

Решение

Для однородного участка цепи справедлив закон Ома

$$R = \frac{U}{I}.$$

Действие

Если нажать мышкой на нужном резисторе и переместить его (не отпуская левую клавишу мыши) в указанное на рисунке место (отпустить клавишу), а потом щелкнуть мышкой по ключу и замкнуть цепь, то амперметр и вольтметр покажут ток, текущий через резистор, и напряжение на нем (рис.10, 11).

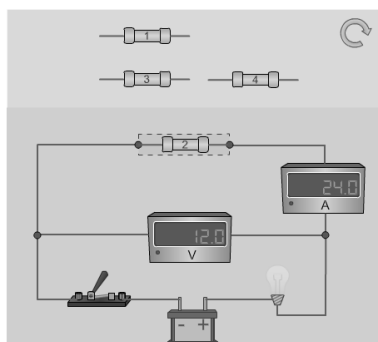


Рис.10

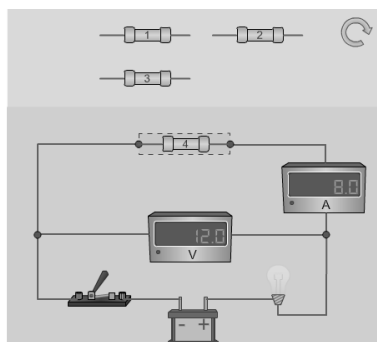


Рис. 11

проводов и лампочки можно пренебречь. Измерительные приборы амперметр и вольтметр считать идеальными (рис. 9).

Сопротивление резистора № 4 в раз больше сопротивления резистора № 2, или

— на сколько.... сопротивление резистора № 4 больше сопротивления резистора № 2, или

— сопротивление резистора № 4 (№ 2) равно.... или

— сопротивление 1,5 Ом имеет

Расчет

Рассчитаем по закону Ома сопротивление резисторов:

для № 4: $I = 8 \text{ A}$, $U = 12 \text{ В}$, $R_4 = 12 / 8 = 1,5 \text{ Ом}$.

№ 2: $I = 24 \text{ A}$, $U = 12 \text{ В}$, $R_2 = 12 / 24 = 0,5 \text{ Ом}$.

№ 3: $I = 3 \text{ A}$, $U = 12 \text{ В}$, $R_3 = 12 / 4 = 4 \text{ Ом}$.

№ 1: $I = 6 \text{ A}$, $U = 12 \text{ В}$, $R_1 = 12 / 6 = 2 \text{ Ом}$.

$$R_4 / R_2 = \frac{1,5}{0,5} = 3,$$

$$R_4 - R_2 = 1,5 - 0,5 = 1 \text{ Ом}.$$

2. Для изучения законов постоянного тока предложены схема и набор резисторов с неизвестными сопротивлениями. Внутренним сопротивлением источника тока, сопротивлением подводящих проводов и лампочки можно пренебречь. Измерительные приборы амперметр и вольтметр считать идеальными.

При замене резистора № 2 на резистор № 3 мощность, выделяемая в цепи, уменьшится в раз (делим большее на меньшее), или

— при замене резистора № 2 на резистор № 3 мощность, выделяемая в цепи, уменьшится на.....(вычитаем из большего меньшее), или

— выделившаяся на этом (предыдущее задание) резисторе мощность равна.....

Решение

Мощность сил тока (мощность тока), выделяемая в цепи, определяется по формуле

$$P = IU = I^2 R = U^2 / R.$$

Если у вас уже измерены силы тока, текущего через резисторы, или их сопротивления, то подставляйте их значения в формулу. Если нет, то сначала их надо измерить. Напряжение на всех резисторах одно и то же и задается батареей (12 В).

Если в....., то делим

$$\frac{P_2}{P_3} = \frac{I_2 U}{I_3 U} = \frac{I_2}{I_3} \text{ или } \frac{P_2}{P_3} = \frac{U^2 R_3}{R_2 U^2} = \frac{R_3}{R_2}.$$

Тогда

$$\frac{P_2}{P_3} = \frac{I_2}{I_3} = \frac{24}{3} = 8 \text{ или } \frac{P_2}{P_3} = \frac{R_3}{R_2} = \frac{4}{0,5} = 8.$$

Если на, то вычитаем

$$P_2 - P_3 = I_2 U - I_3 U = 24 \cdot 12 - 3 \cdot 12 = 288 - 36 = 252 \text{ Вт},$$

Если мощность, выделившаяся на резисторе, и этот резистор № 4, то

$$P_4 = I_4 U = 8 \cdot 12 = 96 \text{ Вт}.$$

3. Для изучения законов постоянного тока предложены схема и набор резисторов с неизвестными сопротивлениями. Внутренним сопротивлением источника тока, сопротивлением подводящих проводов и лампочки можно пренебречь. Измерительные приборы амперметр и вольтметр считать идеальными.

При замене резистора № 2 на резистор № 3 количество теплоты, выделяемое за 1 с на сопротивлении, уменьшится в раз, или – при замене резистора № 2 на резистор № 3 количество теплоты, выделяемое за 1 с на сопротивлении, уменьшится на Дж, или – количество теплоты, выделившееся на этом (предыдущее задание) резисторе за 5 с, равно.....

Решение

По закону Джоуля- Ленца вся электрическая мощность переходит в тепловую. Так как ток в цепи постоянный, то

$$Q = A = Pt,$$

где Q – количество тепла, A и P – работа и мощность тока, t – время.

Если в....., то делим (см. данные предыдущего задания)

$$\frac{Q_2}{Q_3} = \frac{P_2 t}{P_3 t} = \frac{P_2}{P_3} = \frac{24}{3} = 8.$$

Если на..., то вычитаем

$$Q_2 - Q_3 = P_2 t - P_3 t = (P_2 - P_3) t = (24 - 3) \cdot 1 = 21 \text{ Дж}.$$

Если количество теплоты, выделившееся на этом (предыдущее задание) резисторе за 5 с, и этот резистор № 4, то

$$Q_4 = P_4 t = I_4 U t = 8 \cdot 12 \cdot 5 = 480 \text{ Дж}.$$

Термодинамика

1. Установка для изучения законов термодинамики состоит из цилиндрического сосуда с поршнем,двигающимся без трения, и приборов для измерения давления, и температуры. Заполните сосуд гелием в объеме 2 л. Если считать газ идеальным, то под поршнем находится примерно моль гелия (рис.12).

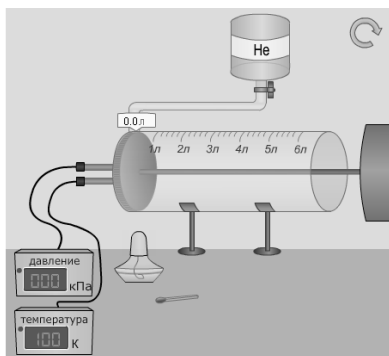


Рис. 12

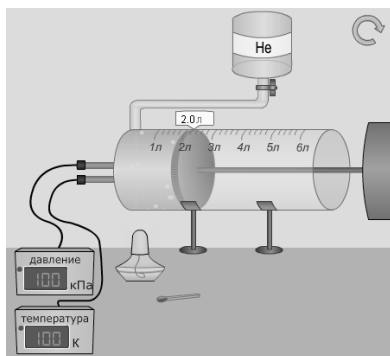


Рис. 13

Решение

По закону Менделеева-Клайперона

$$PV = \nu RT$$

или

$$\nu = \frac{PV}{RT},$$

где $V = 2 \text{ л} = 2 \text{ дм}^3 = 0,002 \text{ м}^3$, $T = 10 \text{ К}$ (по термометру), $R = 8,31 \text{ Дж/К} \cdot \text{моль}$

— газовая постоянная.

Действие

В результате поворота крана (щелкая по нему мышкой) в сосуд поступает то количество газа, которое указано в условиях (2 л). Манометр показывает $P = 100 \text{ кПа}$. Температура $T = 100 \text{ К}$ (рис. 13).

Расчет

$$\nu = \frac{PV}{RT} = \frac{10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 10^2} = \frac{2}{8,31} = 0,24 \text{ (моля)}.$$

Варианты ответов

8,31 12,03 0,24 0,83

2а. Установка для изучения законов термодинамики состоит из цилиндрического сосуда с поршнем,двигающимся без трения, и приборов для измерения давления, и температуры. Нагревая газ гелий, доведем его объем до 6 л. При этом происходит процесс (рис. 14).

Действие

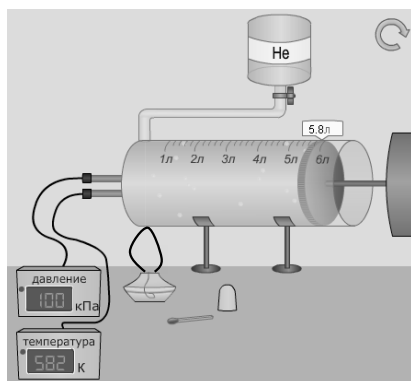


Рис. 14

Открываем кран. Заполняется 2 л. Манометр показывает 100 кПа, термометр 100 К. Мышкой снимаем колпачок со спиртовки (перетаскиваем в сторону). Берем спичку (она вспыхивает) и перетаскиваем к верхней части спиртовки (она начинает гореть). Происходит нагрев сосуда. Температура и, как следствие, объем газа растут, а давление не меняется. Когда объем подходит к 6 л, берем колпачок и перетаскиваем его к спиртовке. Спиртовка гаснет. Газ остывает и сжимается, показывая текущий объем и температуру (на термометре).

Решение

Если давление не меняется, то это изобарический процесс.

Варианты ответов

- *изобарический*
- *изохорический*
- *изотермический*
- *адиабатический*

За. Установка для изучения законов термодинамики состоит из цилиндрического сосуда с поршнем,двигающимся без трения, и приборов для измерения давления, и температуры. В ходе этого (предыдущее задание) процесса газ совершил работу равную.....Дж.

Решение

Так как процесс изобарический, то

$$A = P \cdot V = P(V_2 - V_1),$$

где $P = 10^5 \text{ Па}$, $V_2 = 6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$, $V_1 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$. Тогда

$$A = 10^5 (6 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-3}) = 4 \cdot 10^2 = 400 \text{ Дж}.$$

Варианты ответов

200 110 400 300

26. Установка для изучения законов термодинамики состоит из цилиндрического сосуда с поршнем,двигающимся без трения, и приборов для измерения давления, и температуры. Нагревая газ гелий, доведем его объем до 6 л. При этом происходит процесс (рис. 15).

Действие

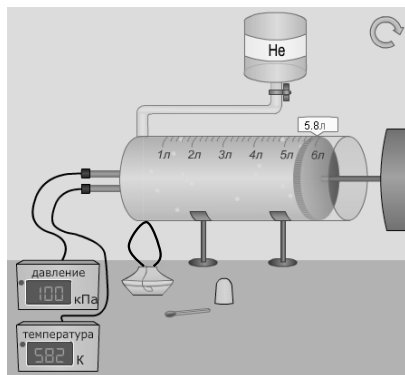


Рис. 15

Открываем кран. Заполняется 2 л. Манометр показывает 100 кПа, термометр 100 К. Мышкой снимаем колпачок со спиртовки. Берем спичку (она вспыхивает) и подносим к верхней части спиртовки (она начинает гореть).

Происходит рост давления в сосуде, а температура не меняется. Когда объем подходит к 6 л, берем колпачок и подносим его к спиртовке. Спиртовка гаснет. Газ остывает и сжимается, показывая текущий объем и давление (на манометре).

Решение

Если температура не меняется, то это изотермический процесс.

Варианты ответов

- изобарический
- изохорический
- *изотермический*
- адиабатический

36. Установка для изучения законов термодинамики состоит из цилиндрического сосуда с поршнем,двигающимся без трения, и приборов для измерения давления, и температуры. В ходе этого (предыдущее задание) процесса гелий получил 110 Дж теплоты, следовательно, внутренняя энергия газа изменилась на....Дж.

Решение

Первый закон термодинамики

$$Q = \Delta U + A,$$

где Q — количество тепла (теплоты) переданное газу, ΔU — изменение внутренней энергии газа, A — работа газа над внешними телами (поршнем).

$$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T,$$

где i — число степеней свободы молекулы (от 3 до 8). Так как процесс изотермический, то

$$\Delta T = 0 \text{ и } \Delta U = 0.$$

Варианты ответов

310 110 200 0