

Время выполнения 180 мин. Максимальное кол-во баллов – 40

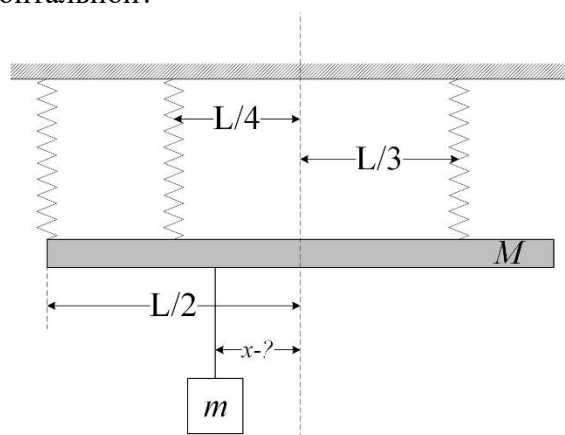
Каждая задача оценивается в 10 баллов

Критерии оценивания заданий

Баллы	Правильность (ошибочность) решения
10	Полное (верное) решение
7-9	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение. Допущены арифметические ошибки, не влияющие на знак ответа
5-7	Задача решена частично, или даны ответы не на все вопросы
3-5	Решение содержит пробелы в обоснованиях, приведены не все необходимые для решения уравнения
1-2	Рассмотрены отдельные важные случаи при отсутствии решения (или при ошибочном решении)
0	Решение неверное, продвижения отсутствуют
0	Решение отсутствует

*Указания к оцениванию задач содержатся также в комментариях к решениям

Задача 1. Однородная балка длины L и массы M подвешена на трех одинаковых невесомых пружинах, как показано на рисунке. На каком расстоянии x от середины балки нужно подвесить груз массой m , чтобы балка была строго горизонтальной?



Ответ. $x = \frac{5}{36} L \frac{M+m}{m}$.

Решение. Груз массой m нужно подвесить со стороны двух пружин. Обозначим силу упругости T . Запишем второй закон Ньютона для балки: $3T - mg - Mg = 0$. Откуда получаем $T = \frac{(M+m)g}{3}$. Запишем условие равенства суммы моментов сил нулю относительно центра масс балки: $T \frac{L}{2} + T \frac{L}{4} - T \frac{L}{3} - mgx = 0$. Тогда $x = \frac{5}{12} L \frac{T}{mg} = \frac{5}{36} L \frac{M+m}{m}$.

Комментарий. Верное решение – 10 баллов. При решении задачи считалось, что груз висит со стороны одной пружины и записаны все уравнения, получен правильный по модулю ответ, но не проведен анализ знака «-» перед полученным ответом – 9 баллов. Верная идея решения, но допущены ошибки в математических преобразованиях – 8 баллов. Верно записано условие равенства суммы моментов сил нулю, но не записан или записан неверно второй закон Ньютона – 6 баллов. Верно записан второй закон Ньютона, но не записано или записано неверно условие равенства суммы моментов сил нулю – 4 балла. Дан верный ответ без объяснений – 0 баллов.

Задача 2. Лента конвейера в аэропорту представляет собой наклонную плоскость и поднимает багаж на нужный уровень для дальнейшей сортировки. Каждый день аэропорт обслуживает 5000 вылетающих пассажиров, у каждого из которых есть багаж массой 15 кг. В один день лента сломалась, и грузчикам пришлось целый день втаскивать багаж наверх вручную, для чего они тащили каждый чемодан вверх, прикладывая силу 150 Н вдоль ленты конвейера. Определите КПД грузчиков. Длина ленты 10 метров, высота подъема - 3 м.

Ответ. 0,3 или 30%

Решение. Полезная работа, совершаемая грузчиком $A_{\text{п}} = mgh = 450$ Дж. Затраченная при этом работа $A_{\text{з}} = FL = 1500$ Дж. Тогда КПД $\eta = \frac{mgh}{FL} = \frac{450}{1500} = 0,3$.

Комментарий. Верное решение – 10 баллов. Верная идея решения, но допущены арифметические ошибки – 9 баллов. Дан верный ответ без объяснений – 0 баллов.

Задача 3. В железный теплоизолированный калориметр массой 100 г налита вода массой 0,5 кг при температуре 15 °С. В воду бросают алюминий и серебро общей массой 150 г и температурой 100 °С. В результате температура калориметра повышается до 16 °С. Определите массу серебра.

Теплоёмкость воды: $c_{\text{в}} = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$

Теплоёмкость железа: $c_{\text{ж}} = 460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$

Теплоёмкость серебра: $c_{\text{с}} = 250 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$

Теплоёмкость алюминия: $c_{\text{а}} = 920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$

Ответ. 0,17 кг

Решение. Запишем уравнение теплового баланса: $c_{\text{в}}m_{\text{в}}(t - t_0) + c_{\text{ж}}m_{\text{ж}}(t - t_0) + c_{\text{с}}m_{\text{с}}(t - T) + c_{\text{а}}m_{\text{а}}(t - T) = 0$ и условие на сумму масс серебра и алюминия $m_{\text{с}} + m_{\text{а}} = M$. Выразим из второго уравнения массу алюминия и подставим полученное выражение в первое уравнение:

$c_{\text{в}}m_{\text{в}}(t - t_0) + c_{\text{ж}}m_{\text{ж}}(t - t_0) + c_{\text{с}}m_{\text{с}}(t - T) + (M - m_{\text{с}})c_{\text{а}}(t - T) = 0$.

Отсюда масса серебра легко выражается: $m_{\text{с}} = \frac{(c_{\text{в}}m_{\text{в}} + c_{\text{ж}}m_{\text{ж}})(t - t_0) + Mc_{\text{а}}(t - T)}{(c_{\text{а}} - c_{\text{с}})(t - T)} = 0.17$ кг.

Комментарий. Полное обоснованное решение – 10 баллов. Верная идея решения, записаны все уравнения, но допущены арифметические ошибки – 9 баллов. Верная идея решения, записаны все уравнения, но допущены ошибки в математических преобразованиях – 8 баллов. Допущена ошибка в одном из слагаемых в уравнении теплового баланса – 6 баллов. Приведен только ответ – 0 баллов. Задача не решена или решена неверно – 0 баллов.

Задача 4. Один очень наблюдательный пассажир поезда во время стоянки обнаружил, что вагон поезда, идущего с постоянной скоростью по параллельным путям, проходит мимо него за время t_1 . Чуть позже, в пути, мимо него проехал поезд, движущийся с такой же скоростью, что и поезд на станции. Пассажир снова измерил время, за которое один вагон проходит мимо него, и это время оказалось равным t_2 . Определите, с какой скоростью едет поезд, в котором сидит пассажир. Все вагоны поезда одинаковые, длина каждого равна L . Во второй ситуации рассмотреть два случая:

1) поезда движутся на встречу друг другу;

2) поезда движутся в одну сторону.

Полученные ответы обоснуйте.

Ответ. 1) $\frac{L}{t_2} - \frac{L}{t_1}$; 2) $\frac{L}{t_1} - \frac{L}{t_2}$

Решение. Скорость поезда, проходящего мимо на станции, равна $u = \frac{L}{t_1}$. При движении поездов на встречу: $v + u = \frac{L}{t_2} \Rightarrow v = \frac{L}{t_2} - \frac{L}{t_1}$. При сонаправленном движении: $u - v = \frac{L}{t_2} \Rightarrow v = \frac{L}{t_1} - \frac{L}{t_2}$.

Комментарий. Полное обоснованное решение – 10 баллов. Рассмотрен только один случай – 4 балла. Приведен только ответ – 0 баллов. Задача не решена или решена неверно – 0 баллов.