

10 класс

Если учащийся верно рассуждал при решении задачи, ему выставляется максимальный балл вне зависимости от того, совпадает ли решение с авторским!

1. Саша каждый вечер ходит потренироваться. В зале, стоя на месте, он бросает строго вверх футбольный мяч, который возвращается к нему через 1 секунду. Если бросать мяч с 2 раза большей скоростью, он всё равно возвращается к Саше через 1 секунду. Рост Саши (уровень, с которого бросается и на котором ловится мяч) - 1,90 м. В какой по высоте зал ходит каждый вечер Саша?

Максимальный балл: 5

Ответ: $H = 5,65$ м

Решение

При первом броске имеем:

$$v_0 - g \frac{t}{2} = 0, \Rightarrow v_0 = g \frac{t}{2}.$$

Во время второго броска, с учётом того, что начальная скорость возросла в 2 раза, мяч ударяется о потолок и бросок производится с роста Саши h :

$$H - h = 2v_0 \cdot \frac{t}{2} - \frac{g}{2} \left(\frac{t}{2} \right)^2 = \frac{gt^2}{2} - \frac{gt^2}{8} = \frac{3gt^2}{8}$$

$$H = h + \frac{3gt^2}{8};$$

В числах $H = 5,65$ м.

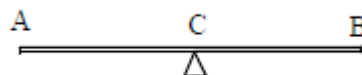
Разбалловка:

За выражение для начальной скорости – 1 балл

Высота потолка через начальную скорость, время и рост Саши – 3 балла

Верный численный ответ – 1 балл

2. Стержень АВ имеет массу m и находится в равновесии в т. С. Известно, что от т. С до краев стержня расстояния равны. АС согнули пополам под углом в 90 градусов. Груз



какой массы нужно привесить к левому концу стержня, чтобы равновесие не нарушилось?

Максимальный балл: 4

Ответ: $m/8$

Решение

Необходимо записать равенство моментов сил относительно оси, проходящей через т. С:

$$m_T \cdot \frac{AC}{2} + \frac{m}{4} \cdot \frac{AC}{2} + \frac{m}{4} \cdot \frac{AC}{4} = \frac{m}{2} \cdot \frac{AC}{2}$$

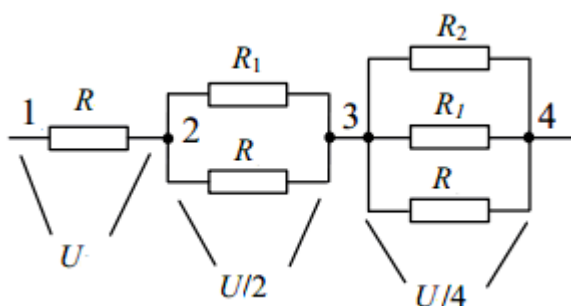
В решение учтено, что силы тяжести, действующие на «половинки» стержня, приложены к центрам половинок. Из геометрии и алгебры искомая масса груза - $m/8$.

Правило моментов относительно любой оси – 1 балл

Верное правило моментов – 3 балла

Верный аналитический ответ - 1 балла

3. Известно, что в схеме, изображённой на рисунке, $R = 10$ Ом, а $U = 20$ В. Чему будет равен ток через R_1 на участке 2-3 и через R_2 на участке 3-4?



Максимальный балл: 5

Ответ: $I_{R1} = 1$ А, $I_{R2} = 1$ А

Решение

Ток на участке 1-2: $I_{12} = U/R$. Ток через R на участке 2-3 $I_R = U/2R$. Тогда через резистор R потечёт $I_{R1} = I_{12} - I_R = U/2R$. Токи, протекающие через оба резистора на участке 2-3 одинаковы, то $R_1 = R = 10$ Ом.

На участке 3-4: $I_{R1} = I_R = U/4R$, тогда через R_2 идёт ток $I_{R2} = I_{12} - I_R - I_{R1} = U/2R$.

Разбалловка:

Найдено значение R_1 через R - 1 балл

Найдено значение R_2 через R - 1 балл

Указано, что при последовательном соединении сила тока постоянна + найдено её значение - 1 балл

Найдено значение силы тока через R_1 - 1 балл

Найдено значение силы тока через R_2 - 1 балл

4. В калориметре находилось 0,4 кг воды при 5 °С. К этой воде добавили ещё 0,2 кг воды с температурой 10 °С, и в эту «смесь» незамедлительно бросили кусок льда с температурой

- 60 °С и массой 400 г. Какая масса льда оказалась в калориметре после установления теплового равновесия? Теплоемкостью калориметра пренебречь. Удельные теплоемкости воды и льда равны $c_v = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$ и $c_l = 2100 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$.

Максимальный балл: 8

Ответ: примерно 502 г

Решение

Решение задач такого типа надо начинать с числовых оценок количеств теплоты, которыми обмениваются разные компоненты системы при установлении теплового равновесия.

$Q_{\text{воды}}$ (при остывании до 0°C) = $m_1 c_v t_1 + m_2 c_v t_2$, $Q_{\text{воды}} = 16,8 \text{ кДж}$.

Нагрев льда до температуры плавления $Q_{\text{льда}} = m_3 c_l |t_3|$, $Q_{\text{льда}} = 50,4 \text{ кДж}$.

Замерзая, вода отдает $Q_{\text{замерз}} = (m_1 + m_2)\lambda$, $Q_{\text{замерз}} = 198 \text{ кДж}$.

Из этого следует, при достижении теплового равновесия вода остынет до температуры замерзания, часть её замерзнет, и в калориметре установится 0°C .

Тогда искомая масса $m = (Q_{\text{льда}} - Q_{\text{воды}})/\lambda$, примерно 102 г. Надо не забыть про оставшуюся массу льда, который уже было в сосуде.

Разбалловка:

Q остывания воды – 1 балл

Q нагрева льда до нуля – 1 балл

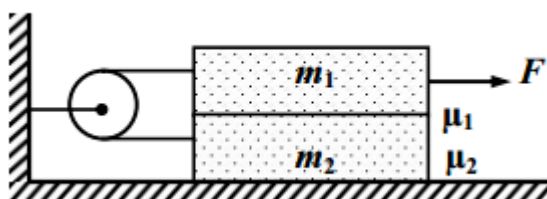
Q отдачи тепла при замерзании льда – 1 балл

Верная оценка всех Q , с выводом о том, какая будет температура – 2 балла

Верная формула для m – 2 балла

Верное численное значение – 1 балл

5. Два достаточно длинных бруска $m_1 = 1 \text{ кг}$ и $m_2 = 2 \text{ кг}$ лежат на полу. Известно, что в системе есть трение: коэффициенты трения между брусками $\mu_1 = 0,4$, между нижней доской и полом – $\mu_2 = 0,2$. Бруски связаны идеальной нитью, переброшенной через закреплённый блок. Какую минимальную горизонтальную силу F нужно приложить к верхней доске, чтобы она пришла в движение?



Максимальный балл: 6

Ответ: 22 Н

Решение

Запишем уравнение движения для нижней доски:

$$T - F_{mp1} - F_{mp2} = 0,$$

$$N_2 - m_2g - N_1 = 0.$$

$F_{тр1}$ - сила трения, действующая между обеими досками, а $F_{тр2}$ - сила трения между второй доской и поверхностью, реакции опоры – аналогично.

Для верхней доски:

$$F - F_{mp1} - T = 0,$$

$$N_1 - m_1g = 0.$$

Кроме того, $F_{mp1} = \mu_1 N_1 = \mu_1 m_1g$ и $F_{mp2} = \mu_2 (m_1 + m_2)g$.

В итоге получаем, что минимальная сила $F = 2\mu_1 m_1g + \mu_2 (m_1 + m_2)g$. Подстановка даёт 14 Н.

Разбалловка:

Верно записан закон движения для первой доски – 1 балл

Верно записан закон движения для второй доски – 1 балл

Любая верная запись связи силы трения с коэффициентом трения и реакцией опоры – 1 балл

Верная запись связи сил трения через коэффициенты трения и mg – 1 балл

Верная запись силы F – 1 балл

Верный численный подсчет силы – 1 балл