

Решения и критерии оценивания

1. За одну треть периода, т.е. за время

$$t = \frac{1}{3} \frac{2\pi R}{v}$$

тело совершает треть полного оборота, т.е. поворачивается на угол 120° . Поэтому модуль вектора изменения скорости равен

$$\Delta v = 2v \cos 30^\circ = \sqrt{3}v$$

Отсюда находим величину среднего ускорения

$$a_{cp} = \frac{\Delta v}{t} = \frac{3\sqrt{3}v^2}{2\pi R}$$

Критерии оценки решения задачи (максимальная оценка за решение – 5 баллов)

1. Правильное использование определения ускорения – 1 балл
 2. Правильное использование определения среднего ускорения – 1 балл
 3. Правильно учтен векторный характер ускорения – 1 балл
 4. Правильно найдена величина изменения скорости тела за одну треть периода – 1 балл
 4. правильно найден подъем уровня воды – 1 балл
 5. правильно найдено опускание уровня масла – 1 балл
- Оценка за решение задачи равна сумме оценок за перечисленные пункты.

2. Поскольку температура воды не изменилась, не изменилась и ее внутренняя энергия. Следовательно, вода в калориметре и не получала энергию от тел, и не отдавала им свою внутреннюю энергию. Поэтому установление теплового равновесия тел в рассматриваемой ситуации происходит так же, как будто бы воды не было, но конечная температура тел равна температуре воды. Поэтому уравнение теплового баланса имеет вид

$$cm(t_1 - t) + c2m(t_1 - \Delta t - t) = 0$$

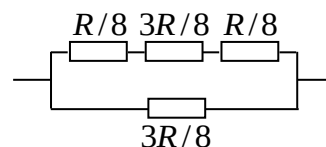
где c - удельная теплоемкость вещества тел, t_1 - температура первого тела, $t_1 - \Delta t$ - температура второго тела. Отсюда находим

$$t_1 = t + \frac{2}{3} \Delta t = 60^\circ \text{C}, \quad t_2 = t_1 - \Delta t = t - \frac{1}{3} \Delta t = 0^\circ \text{C}$$

Критерии оценки задачи (максимальная оценка за задачу – 5 баллов)

1. Правильное использование формулы $cm\Delta t$ для количества полученной теплоты – 1 балл
 2. Правильная идея решения – исключение из теплового баланса калориметра с водой, поскольку температура воды не изменилась – 1 балл
 3. Правильное уравнение теплового баланса с конечной температурой равной температуре воды в калориметре – 1 балл
 4. Правильный ответ для начальной температуры тела с массой m – 1 балл
 5. Правильный ответ для начальной температуры тела с массой $2m$ – 0,5 балла
- Оценка за задачу находится как сумма оценок за перечисленные пункты.

3. Очевидно, сопротивление каждой длинной стороны равно $3R/8$, короткой - $R/8$. Поэтому схема включения прямоугольника в цепь



является такой, как это показано на рисунке. Сопротивление верхнего участка равно $5R/8$.

Поэтому полное сопротивление цепи r находится из формулы $\frac{1}{r} = \frac{8}{3R} + \frac{8}{5R} = \frac{64}{15R}$. Отсюда находим

$$r = \frac{15R}{64}$$

Критерии оценки задачи (максимальная оценка за задачу – 5 баллов)

1. Правильное понимание, что сопротивление провода пропорциональное его длине – 1 балл
2. Правильная эквивалентная схема – 1 балл
3. Правильное сложение последовательно соединенных резисторов – 1 балл
4. Правильное сложение параллельно соединенных резисторов – 1 балл
5. Правильный ответ – 1 балл

Оценка за задачу находится как сумма оценок за перечисленные пункты.

4. Пусть плотность самого лёгкого тела - ρ . Тогда плотности других тел - 2ρ и 3ρ . На тела действуют силы тяжести, силы Архимеда и силы натяжения нитей. Поскольку силы Архимеда, действующие на тела, одинаковы (у них одинаковый объем), то внизу будет самое массивное тело с плотностью 3ρ , посередине – тело с плотностью 2ρ , сверху – с плотностью ρ . Так как тела находятся в равновесии, сумма сил тяжести и сил Архимеда, действующих на все тела равны друг другу

$$\rho Vg + 2\rho Vg + 3\rho Vg = 3\rho_0 gV$$

Отсюда находим плотности тел

$$\rho = \frac{1}{2}\rho_0$$

Сила натяжения T_1 верхней нити не дает всплывать верхнему телу, на которое, кроме этой силы натяжения, действуют сила тяжести ρVg (вниз) и сила Архимеда $\rho_0 gV$ (вверх). Поэтому

$$\rho gV + T_1 = \rho_0 gV \quad \Rightarrow \quad T_1 = \frac{1}{2}\rho_0 gV$$

На нижнее тело вверх действуют сила натяжения T_2 нижней нити и сила Архимеда $\rho_0 gV$, вниз – сила тяжести $3\rho Vg$. Отсюда

$$3\rho gV = T_2 + \rho_0 gV \quad \Rightarrow \quad T_2 = \frac{1}{2}\rho_0 gV.$$

Критерии оценки задачи (максимальная оценка за задачу – 5 баллов)

1. Правильное понимание того, как расположатся тела в жидкости – 1 балл
2. Правильная плотность тел – 1 балл
3. Правильные условия равновесия нижнего тела и верхнего (или двух нижних, или центрального) – 1 балл
4. Правильный ответ для силы натяжения нижней нити – 1 балл
5. Правильный ответ для силы натяжения верхней нити – 1 балл

Оценка за задачу находится как сумма оценок за перечисленные пункты.

5. В первом случае сумма внешней силы и составляющей силы тяжести, направленной вдоль плоскости, должна «победить» максимальную силу трения покоя. Во втором случае максимальную силу трения покоя должна «победить» их разность. В третьем – векторная сумма. Поэтому условия начала движения в трех случаях дают

$$F + mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha$$

$$F_1 - mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha$$

$$\sqrt{F_2^2 + (mg \sin \alpha)^2} = \mu mg \cos \alpha$$

Из двух первых уравнений находим

$$\mu mg \cos \alpha = \frac{(F_1 + F)}{2}$$

$$mg \sin \alpha = \frac{(F_1 - F)}{2}$$

Подставляя эти равенства в третье уравнение, получим

$$F_2 = \sqrt{(\mu mg \cos \alpha)^2 - (mg \sin \alpha)^2} = \sqrt{FF_1} = 12 \text{ Н}$$

Критерии оценки задачи (максимальная оценка за задачу – 5 баллов)

1. Правильное условие начала движения при приложении силы вниз – 1 балл
2. Правильное условие начала движения при приложении силы вверх – 1 балл
3. Правильное условие начала движения при приложении силы вбок – 1 балл
4. Правильное решение системы уравнений – 1 балл
5. Правильный ответ – 1 балл

Оценка за задачу находится как сумма оценок за перечисленные пункты.

Оценка работы участника

Итоговая оценка работы равна сумме оценок за каждую задачу. Пересчет на 50-балльную шкалу осуществлялся умножением итоговой оценки на 2.