

9 класс.

Задача 1. От дуба до берёзы... (Замятнин М.). Автомобиль и мотоцикл (одновременно с линии старта) начинают равноускоренное движение из состояния покоя по прямой дороге. Через некоторое время автомобиль проезжает мимо дуба, разогнавшись до скорости v_1 . Мотоцикл, достигнув скорости $v_2 = 10$ м/с, поравнялся с тем же дубом, когда автомобиль уже находился у берёзы и двигался со скоростью $v_3 = 40$ м/с. Определите с какой скоростью v_4 мотоцикл проедет мимо берёзы. Чему равна скорость v_1 ?

Возможное решение.

Пусть автомобиль доехал до берёзы, а мотоцикл до дуба за время τ . Ускорение автомобиля

$$a_A = \frac{v_3}{\tau}, \text{ а ускорение мотоцикла, } a_M = \frac{v_2}{\tau}.$$

$$\text{Расстояние от места старта до дуба } L_D = \frac{a_M \tau^2}{2} = \frac{a_A t_1^2}{2}. \quad (1)$$

Здесь t_1 - время проезда автомобиля до дуба.

$$\text{Из этого соотношения находим } t_1 = \tau \sqrt{\frac{a_M}{a_A}} = \tau \sqrt{\frac{v_2}{v_3}}. \quad (2)$$

$$\text{Скорость } v_1 = a_A t_1 = \frac{v_3}{\tau} \tau \sqrt{\frac{v_2}{v_3}} = \sqrt{v_2 v_3} = 20 \text{ м/с}.$$

$$\frac{v_4}{v_2} = \frac{v_3}{v_1} \text{ откуда следует } v_4 = \frac{v_3 v_2}{v_1} = \frac{v_3 v_2}{\sqrt{v_3 v_2}} = \sqrt{v_3 v_2} = 20 \text{ м/с}.$$

Критерии оценивания

- | | |
|---|---------|
| 1) Записано выражение для ускорения автомобиля и мотоцикла (по 1 баллу) | 2 балла |
| 2) Установлена связь между ускорениями автомобиля и мотоцикла | 2 балла |
| 3) Установлена связь между временем t_1 и τ | 2 балла |
| 4) Найдена скорость v_1 | 2 балла |
| 5) Найдена скорость v_4 | 2 балла |

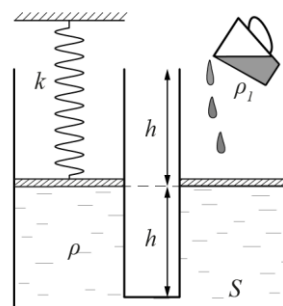
Задание можно уносить с собой!!!

Сегодня, 16 декабря 2018 года, на портале abitu.net составители олимпиады проведут онлайн-разборы задач. Время начала разборов: 7 класс 15:30, 8 класс 16:30, 9 класс 17:30, 10 класс 19:00, 11 класс 20:30.

Для участия в разборе необходимо заранее зарегистрироваться на портале abitu.net.

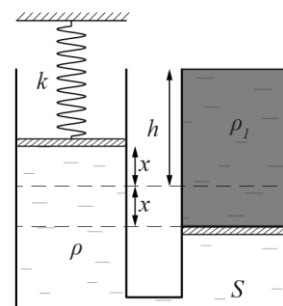
Задача 2. Сообщающиеся сосуды (2). (Кутелев К.).

В сообщающихся сосудах высотой $2h$ и площадью горизонтального сечения S находится жидкость плотностью ρ . Справа жидкость закрыта тонкими лёгким поршнями, а слева такой же поршень подвешен на лёгкой пружине жесткости k . В начальный момент оба сосуда заполнены наполовину. В правый сосуд доливают жидкость плотностью ρ_1 до его заполнения. Определите смещения поршней.



Возможное решение. Заметим, что равенство уровней жидкости означает, что на поршни не действуют силы со стороны жидкости, а значит и со стороны пружины. Это говорит о том, что вначале пружина не растянута. Атмосферное давление в открытых сосудах не влияет на результат.

Пусть при доливании жидкости поршни сместятся на x вверх и вниз соответственно. Рассмотрим равенство давлений в жидкости на уровне раздела(под правым поршнем):



$$\frac{kx}{S} + 2\rho gx = \rho_1 g(h + x)$$

$$x = \frac{\rho_1 gh}{2\rho g - \rho_1 g + \frac{k}{S}} \quad (1)$$

Отметим, что знаменатель данного выражения имеет особенность: он может обращаться в ноль при достаточно большой $\rho_1 \geq 2\rho + \frac{k}{gS}$. Однако уже при вдвое меньшей плотности $\rho_{1\text{крит}} = \rho + \frac{k}{2gS}$ смещение x будет больше h , и тяжелая жидкость будет перетекать в левый сосуд полностью вытесняя легкую жидкость. Таким образом, при $\rho_1 < \rho_{1\text{крит}}$ ответом служит выражение (1). При $\rho_1 \geq \rho_{1\text{крит}}$, $x = h$.

Критерии оценивания

- | | |
|---|---------|
| 1) Отсутствие начальной деформации пружины | 1 балл |
| 2) Связь смещения поршней с перепадом уровней жидкости | 1 балл |
| 3) Выражение для равенства давлений в жидкости на нужном уровне | 2 балла |
| 4) Выражение для x | 2 балла |
| 5) Анализ случая полного вытеснения и окончательный ответ | 4 балла |

Задание можно уносить с собой!!!

Сегодня, 16 декабря 2018 года, на портале abitu.net составители олимпиады проведут онлайн-разборы задач. Время начала разборов: 7 класс 15:30, 8 класс 16:30, 9 класс 17:30, 10 класс 19:00, 11 класс 20:30.

Для участия в разборе необходимо заранее зарегистрироваться на портале abitu.net.

Задача 3. Теплоотдача. (Кармазин С.). Замкнутая цепь состоит из последовательно включенных идеального источника тока с напряжением U , резистора с сопротивлением r и провода, длина которого L_1 , диаметр d , изготовленного из материала с удельным сопротивлением ρ . При протекании тока по проводу он нагревается до температуры t_1 . Какой длины L_2 должен быть провод из того же материала с тем же диаметром, чтобы разность между температурой провода t_2 и температурой t_0 окружающей среды стала в $n = 4$ раза меньше, чем в первом случае?

Примечание. Закон Ньютона-Рихмана: поток тепла через единицу поверхности (выражается в Вт/м²) на границе двух сред пропорционален разности их температур: $q = \alpha \Delta t$, где α – коэффициент пропорциональности.

Возможное решение. Согласно условию, количество тепла, выделяющееся в проводе при протекании по нему электрического тока, равно количеству тепла, рассеиваемому проводом в окружающее пространство. В первом случае, при длине провода L_0

$$(U^2 R_0)/(r+R_0)^2 = \alpha(T_1-T_0)\pi d L_0 \quad (1)$$

$$\text{где } R_0 = (\rho L_0/S) \text{ – сопротивление провода} \quad (3)$$

$$S = (\pi d^2)/4 \text{ – площадь сечения провода} \quad (4)$$

α – коэффициент пропорциональности.

Во втором случае, когда длина провода равна L_1 , а сопротивление

$$R_1 = (\rho L_1/S) \text{ соответственно} \quad (5)$$

уравнение теплового баланса принимает вид

$$(U^2 R_1)/(r+R_1)^2 = \alpha(T_2-T_0)\pi d L_1 \quad (2)$$

Так как по условию $(T_2-T_0) = (T_1-T_0)/4$ из (1) и (2) с учетом (3)-(5) окончательно получаем

$$L_1 = 2L_0 + (\pi r d^2)/(4\rho)$$

Критерии оценивания

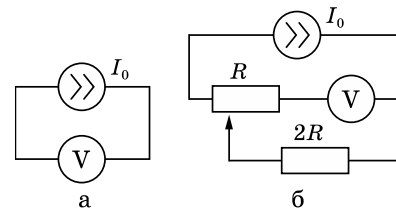
1. Используется идея равенство тепловых потоков, получаемого проводом при прохождении по нему электрического тока и отдаваемого проводом при теплопередаче
2 балла
2. Правильно записано выражение для электрической мощности (для двух случаев)
2 балла
3. Правильно записано выражение для мощности теплоотдачи (для первого и второго случая)
2 балла
4. Правильно записано выражение для величины сопротивления провода
1 балл
5. Правильно записано выражение для площади боковой поверхности провода
1 балл
6. Решена система уравнений и получен ответ
2 балла

Задание можно уносить с собой!!!

Сегодня, 16 декабря 2018 года, на портале abitu.net составители олимпиады проведут онлайн-разборы задач. Время начала разборов: 7 класс 15:30, 8 класс 16:30, 9 класс 17:30, 10 класс 19:00, 11 класс 20:30.

Для участия в разборе необходимо заранее зарегистрироваться на портале abitu.net.

Задача 4. Источник тока. (Замятнин М.). Идеальный источник постоянного тока поддерживает силу тока I_0 через любой подключенный к нему резистор, независимо от его сопротивления.



Подключенный к такому источнику вольтметр (рис. а) показывает напряжение $U_1 = 12$ В. В каком диапазоне будут изменяться показания вольтметра при смещении ползунка реостата в цепи, схема которой приведена на рис. б? Сопротивление вольтметра равно R .

Возможное решение.

Выразим I_0 через U_1 и R :
$$I_0 = \frac{U_1}{R}.$$

Пусть сопротивление части резистора правее ползунка равно r , а части левее ползунка, соответственно, $R - r$. Запишем систему уравнений для цепи (рис. б).

$$(R - r)I_1 = 2RI_2.$$

$$I_1 + I_2 = I_0.$$

Здесь I_1 и I_2 – это силы токов в участках цепи, содержащих вольтметр и резистор сопротивлением $2R$. Решая эту систему уравнений относительно силы тока I_1 , текущего вольтметр, получим:

$$I_1 = I_0 \left(\frac{2R}{3R + r} \right).$$

Показание вольтметра $U = I_1 R = I_0 R \left(\frac{2R}{3R + r} \right) = U_1 \left(\frac{2R}{3R + r} \right)$.

Если ползунок сместить влево, то $U = U_1 \left(\frac{2R}{3R + R} \right) = \frac{1}{2} U_1 = 6$ В.

Если ползунок сместить вправо, то $U = U_1 \left(\frac{2R}{3R} \right) = 8$ В.

Таким образом, диапазон показаний вольтметра [6 В; 8 В].

Критерии оценивания.

- | | |
|---|---------|
| 1) Получена связь U_1 и I_0 . | 1 балл |
| 2) Ползунок сместить влево. Найдено показание вольтметра в этом случае Ползунок сместить вправо. | 2 балла |
| 3) Найдено отношение силы тока в верхней и нижней ветвях | 2 балла |
| 4) Найдена сила тока в верхней ветви | 2 балла |
| 5) Найдено показание вольтметра в этом случае | 2 балла |
| 6) Явно указан диапазон изменения показаний вольтметра (от 6 В до 8 В) | 1 балл |

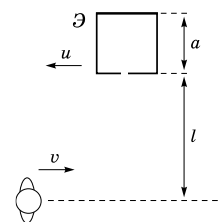
Задание можно уносить с собой!!!

Сегодня, 16 декабря 2018 года, на портале abitu.net составители олимпиады проведут онлайн-разборы задач. Время начала разборов: 7 класс 15:30, 8 класс 16:30, 9 класс 17:30, 10 класс 19:00, 11 класс 20:30.

Для участия в разборе необходимо заранее зарегистрироваться на портале abitu.net.

Задача 5. В камере... (Замятнин М.).

Вдоль квадратной камеры-обскуры со стороной a на расстоянии l от нее движется человек со скоростью v (см. рис.). С какой скоростью движется изображение человека на экране камеры (её задней стенке), если сама камера движется во встречном направлении со скоростью u ?



Возможное решение.

Перейдём в систему отсчёта, связанную с камерой-обскурой. В ней человек движется относительно камеры со скоростью $V = v_1 + u$.

Пусть за малое время Δt человек сместился на расстояние $\Delta L = V\Delta t$, а изображение – на расстояние $\Delta l = v_2\Delta t$. Из подобия треугольников получим:
$$\frac{\Delta l}{\Delta L} = \frac{v_2\Delta t}{V\Delta t} = \frac{a}{b}. \quad (1)$$

Искомая скорость $v_2 = V \frac{a}{b} = (v_1 + u) \frac{a}{b}$.

Критерии оценивания.

- | | |
|--|---------|
| 1) Получено выражение для относительной скорости $V = v_1 + u$ | 3 балла |
| 2) Записано отношение подобия (1) | 3 балла |
| 3) Найдена скорость изображения | 4 балла |

Задание можно уносить с собой!!!

Сегодня, 16 декабря 2018 года, на портале abitu.net составители олимпиады проведут онлайн-разборы задач. Время начала разборов: 7 класс 15:30, 8 класс 16:30, 9 класс 17:30, 10 класс 19:00, 11 класс 20:30.

Для участия в разборе необходимо заранее зарегистрироваться на портале abitu.net.