

### Решение варианта 1

1) Катер идет по течению реки из А в Б в течение времени 2,5 ч, обратно 5 ч. Как долго будет идти катер обратно, если мощность мотора вырастет в 4 раза? Считать силу вязкого трения пропорциональной скорости относительного движения.

**Решение:** Пусть  $S$  — расстояние по берегу между пунктами А и Б.  $V$  — скорость катера относительно воды.  $U$  — скорость течения относительно земли. Мысль о скорости катера с более мощным мотором может быть высказана так:

=

=

≠

Новая скорость  $V^1$  может быть выражена через  $V$ , как

Тогда имеем

≡

=

=

Полезно ввести  $m=V/U$ . Решая систему, получаем

$$m=(t_1+t_2)/(t_1-t_2)=3 ;$$

$$t_2=(m-1)/(n^{0,5}*m-1)=2\text{ч.}$$

#### Критерии оценивания.

Закон движения по течению с маломощным мотором Формула 4	2 балла
Формула 5	2 балла
Формула 6	6 баллов
Система решена и получен ответ	5 баллов
Итог	15 баллов

2) Бетонную плиту, плотностью  $2500 \text{ кг/м}^3$  размерами  $10 \text{ мм} \times 1500 \text{ мм} \times 3000 \text{ мм}$  вынимают из водоема глубины 5 м подъемным краном на высоту 2 м, считая от нижней грани плиты до воды. В конце подъема плита висит длинной стороной вниз. Найдите работу, совершенную краном. Объемом тросов и других элементов, кроме плиты, пренебречь.

**Решение:** Выберем 0 потенциальной энергии взаимодействия тел с Землей на поверхности жидкости. Работа крана будет складываться из работы по подъему плиты и работы по опусканию жидкости, вытесняющей плиту (она отрицательна, жидкость с поверхности ушла на дно).

Работа по подъему плиты

последний член отвечает за высоту центра масс плиты относительно дна водоема. С учетом точности входных данных, этой высотой можно пренебречь, на фоне  $H$  и  $h$ . Имеем

=

Работа по опусканию воды

=

Р

Результат  $A=7,3\text{кДж}$  (5).

о

### Критерии оценивания.

Расчет работы по подъему груза.	2 балла
Оценена высота подъема с учетом центра масс висящей плиты	2 балла
Расчет работы силы Архимеда	6 баллов
Система решена и получен ответ.	5 баллов
Итого	15 баллов

ж

Если предложено решение, в котором балка в начальном положении стоит способом, отличным от приведенного в критериях, задачу следует оценивать исходя из того условия, которое понял ребенок.

Изменится лишь последний член в формуле, для расчета работы плиты.

т

8) На графике представлена зависимость температуры остывающего образца от времени. Найдите по графику температуру окружающей среды. Считайте мощность тепловых потерь пропорциональной разности температур.

.

**Решение:** теплота, отданная образцом в каждый момент времени, равна мощности тепловых потерь, умноженной на промежуток времени, в течение которого мощность считается постоянной

.

Строится график зависимости  $\Delta T(T)$  по точкам из данного графика (30;4), (26;2). Из (1) видно, что зависимость должна быть линейной. По 2 точкам строится прямая до пересечения с  $\Delta T(T_{\text{комнаты}}) = 0$ .

Отсюда  $T_{\text{комнаты}} = 22^\circ$ .

.

### Критерии оценивания.

Написан закон сохранения энергии, формула (1)	4 балла
Угадан ответ	10 баллов
Приведен анализ графика	21 балл
Итого	25 баллов

4) Нелинейный элемент с ВАХ, представленной на рисунке, соединен последовательно с

батарежкой 18В и лампочкой 1,5кОм. Рассчитайте, пользуясь ВАХ, установившееся значение силы тока в цепи.

Решение: Определение напряжение при последовательном соединении проводников

=

Закон Ома для лампы

(2) — линейная функция. Ищем точку пересечения  $\varepsilon - IR$  с  $U(I)$  на графике.

Видно, это  $U=12$  В,  $I=4$  мА.

*e*

**Критерии оценивания.**

Определение напряжение при последовательном соединении проводников	3 балла
Закон Ома для лампы	3 балла
Работа с графиком и ответ	9 балла
Итого	15 баллов

*й*

*ѐ*

*ѓ*

*н*

*о*

*г*

*Ѡ*

*л*

*ѡ*

*м*

*е*

*м*

*ѣ*

*я*

*ѣ*

*а*

*л*

*=*

*.*

## Вариант 2.

**1. (13 баллов)** К сосуду, в котором находится смесь воды и льда в соотношении 1:2 соответственно, прикладывают количество теплоты, такое, что ко времени  $t$  смесь получает  $Q(t) = 2,25 \cdot t^2$  Дж. Найдите время, за которое вся смесь испарится, если её масса 1,5 кг. Удельная теплоёмкость воды 4200 Дж/кг·°С, удельная теплота плавления льда  $3,4 \cdot 10^5$  Дж/кг, удельная теплота парообразования воды  $2,3 \cdot 10^6$  Дж/кг. Ответ выразите в минутах и округлите до целых.

**Возможное решение:**

Выразим количество теплоты, которое получит смесь воды и льда к моменту времени  $\tau$ , когда вся смесь испарится, через затраты на плавление льда, нагрев и испарение всей воды:

$$Q = 2,25\tau^2 = m_{\text{л}}\lambda_{\text{л}} + (m_{\text{в}} + m_{\text{л}})c_{\text{в}}\Delta T + (m_{\text{в}} + m_{\text{л}})r_{\text{в}}$$

откуда выразим  $\tau$ :

$$\tau = \sqrt{\frac{m_{\text{л}}\lambda_{\text{л}} + (m_{\text{в}} + m_{\text{л}})c_{\text{в}}\Delta T + (m_{\text{в}} + m_{\text{л}})r_{\text{в}}}{2,25}} \approx 1402 \text{ с} \approx 23 \text{ мин}$$

**2. (21 баллов)** Каким должен быть зазор между рельсами длиной 25 метров, чтобы при нагреве с 20 до 60 градусов Цельсия рельсы полностью его заместили? При нагреве на 1 градус рельсы увеличиваются в длине в  $(1+12 \cdot 10^{-6})$  раз, плотность стали при 20°С 7850 кг/м<sup>3</sup>, один метр рельса весит 65 кг. Ответ выразите в миллиметрах и округлите до целых.

**Возможное решение:**

Увеличение длины рельса при нагреве на  $\Delta T$  составит:

$$\Delta l = l \cdot k \cdot \Delta T - l$$

При этом увеличение длины у каждого рельса происходит равномерно в обе стороны, и зазоры размещены с обеих сторон; то есть половина увеличения длины рельса должна соответствовать половине длины зазора, а искомая длина зазора и есть  $\Delta l$ :

$$\Delta l = l \cdot k \cdot \Delta T - l \approx 12 \text{ мм}$$

**3. (18 баллов)** Газовый котёл сжигает 0,5 м<sup>3</sup> природного газа за 1 час, при этом температура стен дома повышается с 19 до 22 градусов Цельсия. Определите среднюю удельную теплоёмкость дома массой 50 т без учёта потерь и нагрева воздуха. Удельная теплота сгорания природного газа  $4 \cdot 10^7$  Дж/кг, плотность природного газа 0,75 кг/м<sup>3</sup>. Ответ дайте в Дж/кг·°С и округлите до целых.

**Возможное решение:**

Выразим количество теплоты, выделяемое в ходе сгорания природного газа за 1 час:

$$Q = q_{\text{газа}} V_{\text{газа}} \rho_{\text{газа}}$$

Всё это количество теплоты пойдёт на нагрев дома:

$$Q = c_{\text{дома}} m_{\text{дома}} \Delta T$$

откуда выразим среднюю удельную теплоёмкость дома:

$$c_{\text{дома}} = \frac{q_{\text{газа}} V_{\text{газа}} \rho_{\text{газа}}}{m_{\text{дома}} \Delta T} \approx 100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

**4. (18 баллов)** Чугунный кубик вывели на орбиту Венеры и расположили так, что только одна его грань освещена Солнцем. На таком расстоянии от Солнца каждый квадратный метр абсолютно чёрного тела, расположенного перпендикулярно направлению солнечных лучей, поглощает 2600 Вт солнечной энергии; при этом каждый квадратный метр абсолютно чёрного тела излучает тепловую энергию по закону:  $N = \sigma \cdot T^4$ , где  $N$  – выделяемая мощность в ваттах,  $T$  – температура в кельвинах,  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт} \cdot \text{К}^{-4}$ . Определите, до какой температуры нагреется кубик. Ответ дайте в градусах Цельсия и округлите до целых.

**Возможное решение:**

Чугунный кубик будет поглощать тепловую энергию только одной своей гранью, при этом излучать он будет всеми гранями. При нагреве до искомой температуры вся поглощаемая мощность будет излучаться:

$$6 \cdot \sigma T^4 = N_{\text{погл}}$$

Откуда выразим температуру и переведём в градусы Цельсия:

$$T = \sqrt[4]{\frac{N_{\text{погл}}}{6\sigma}} \approx 296 \text{ К} = 23^\circ\text{C}$$