

Задача 1

На планете системы звезды Шедар один из пунктов зарядки роботов-исполнителей обслуживает по одному роботу со скоростью 60 роботов в час (р/ч). В один из дней роботы приходили на пункт в течение 8 часов. Первый час они приходили со скоростью 70 р/ч. В течение второго часа скорость поступления роботов равномерно увеличивалась, составив к его концу 80 р/ч. Потом в течение третьего часа скорость поступления роботов равномерно уменьшалась и упала к его концу обратно до 70 р/ч. На четвёртом часу скорость прихода роботов равномерно падала, составив к концу часа 20 р/ч, и потом оставалась такой в течение пятого и шестого часов. На седьмом часу опять был равномерный подъём скорости поступления роботов – до 100 р/ч в конце часа, а на восьмом часу – наблюдалось равномерное убывание скорости поступления до 60 р/ч. Роботы строго соблюдают очерёдность, а после зарядки сразу покидают пункт.

1. Сколько времени работал пункт в этот день, если были заряжены все роботы?

2. Какова наибольшая продолжительность пребывания робота на пункте зарядки (в очереди и на самой зарядке) в этот день?

Ответ: 1) Всего пункт зарядки работал 8,5 часов. 2) Наибольшее время пребывания робота в пункте зарядки составило 41 минуту.

Всякое полностью правильное решение оценивается в 10 баллов вне зависимости от выбранного участником способа решения! Не допускается снижать оценки за плохой почерк, решение способом, отличающимся от авторского и т.д.

Критерии

Составлена таблица (или нарисован график) для определения количества роботов на пункте к концу каждого часа – 3 балла.

Найдено, что к концу 8-го часа на пункте оставалось 30 роботов – 1 балл.

Найдено полное время работы пункта – 1 балл.

Замечено, что в течение четвертого часа очередь достигла максимального значения – 1 балл.

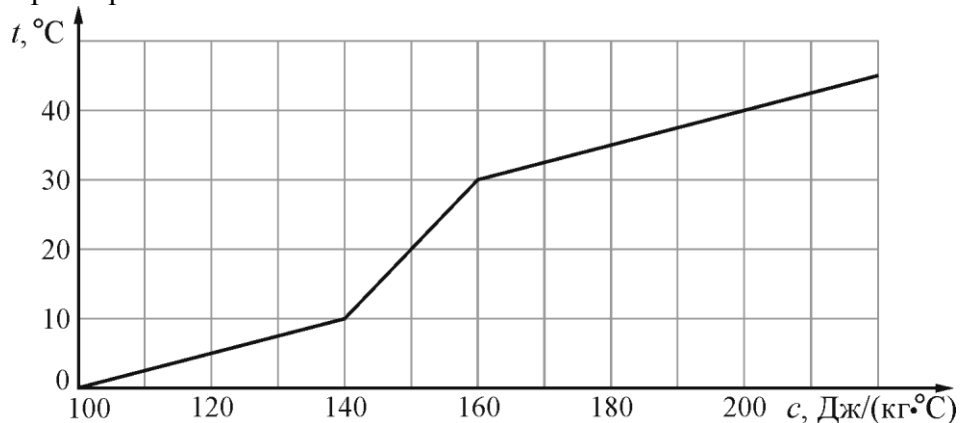
Найден момент, когда очередь стала максимально длинной – 2 балла.

Найдено максимальное количество роботов в очереди и таким образом определено максимальное время ожидания зарядки – 2 балла.

ВСЕГО: 10 баллов.

Задача 2

В некоей лаборатории было получено новое вещество неполитропен с удельной теплоемкостью c , изменяющейся в зависимости от его температуры t так, как показано на графике. Какая температура установится в калориметре, если в нем смешать равные массы неполитропена, взятые при температурах $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$? Удельная теплоемкость калориметра мала, потерями теплоты можно пренебречь.



Ответ: в калориметре установится температура $t_x = 10(2\sqrt{58} - 13) \approx 22,3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Всякое полностью правильное решение оценивается в 10 баллов вне зависимости от выбранного участником способа решения! Не допускается снижать оценки за плохой почерк, решение способом, отличающимся от авторского и т.д.

Критерии

Указано (или в явном виде использовано), что при линейном характере зависимости теплоемкости от температуры можно использовать для расчета количества теплоты среднюю теплоемкость – 2 балла.

Хотя бы один раз правильно составлено уравнение теплового баланса для произвольной конечной температуры смеси – 2 балла.

Правильно составлено уравнение теплового баланса для конечной температуры, лежащей в диапазоне от $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ – 3 балла (если сразу составлено это уравнение, а предыдущий пункт пропущен – то предыдущий пункт считается выполненным, и ставится 5 баллов).

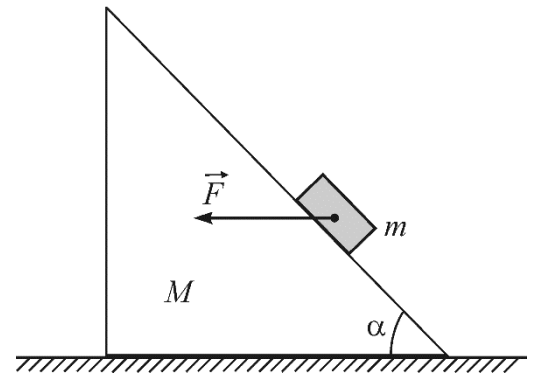
Получено правильное квадратное уравнение для определения конечной температуры смеси – 1 балл.

Получен правильный ответ – 2 балла.

ВСЕГО: 10 баллов.

Задача 3

Клин массой $M = 5\text{ кг}$ с углом при основании $\alpha = 45^{\circ}$ расположен на гладком горизонтальном столе. На наклонной поверхности клина лежит брусок массой $m = 1\text{ кг}$. На брусок начинает действовать сила, направленная горизонтально в сторону клина. Модуль этой силы возрастает с течением времени t по закону $F = \delta t$, где коэффициент пропорциональности $\delta = 1\text{ Н/с}$. Коэффициент трения между клином и бруском равен $\mu = 1,2$. Найдите модуль силы трения, действующей со стороны клина на брусок через время $T = 12\text{ с}$ после начала действия силы F , если клин к этому моменту еще не начал опрокидываться. Ускорение свободного падения можно считать равным $g = 10\text{ м/с}^2$.



Ответ: через время $T = 12\text{ с}$ после начала действия силы F модуль силы трения, действующей со стороны клина на брусок, равен 0 Н (т.е. сила трения между телами в этот момент отсутствует).

Всякое полностью правильное решение оценивается в 10 баллов вне зависимости от выбранного участником способа решения! Не допускается снижать оценки за плохой почерк, решение способом, отличающимся от авторского и т.д.

Критерии

Указано, что первоначально брусок покоился – 1 балл.

Найден модуль ускорения тел при малых модулях силы F – 2 балла.

Правильно записан второй закон Ньютона для бруска в проекциях на координатные оси (при любом выборе осей) – 4 балла (по 2 балла за каждое уравнение).

Найдено выражение для модуля силы трения, действующей на брусок – 2 балла.

Получен ответ – 1 балл.

ВСЕГО: 10 баллов.

При наличии арифметической ошибки в вычислении модуля силы трения снимается 1 балл.

Задача 4

Алиса и Василиса играют в игру «Постоянный ток». Они соединили последовательно два реостата и идеальный амперметр, и подключили полученную цепь к источнику напряжения. Амперметр показал ток $I_0 = 100\text{ мА}$. Школьницы «ходят» по очереди. Одна двигает ползунок своего реостата, и показания амперметра меняются. Другая должна тоже подвинуть ползунок своего реостата, как можно быстрее вернуть ток к прежнему значению. После этого «ход» переходит к ней. Реостаты у девушек разные, но на каждом из них ползунок перемещается прямолинейно и в начале

игры находится в среднем положении. У Алисы расстояние между крайними возможными положениями ползунка равно $L_A = 36$ см, а у Василисы $L_B = 40$ см.

1. Первой «ходит» Алиса. Она сдвинула свой ползунок на 4 см вправо, и амперметр стал показывать ток $I_1 = 90$ мА. Василиса сдвинула свой ползунок на 5 см влево, и ток вернулся к прежнему значению. Теперь «ходит» Василиса. Она двигает ползунок на 6 см влево. На сколько и в каком направлении должна сдвинуть ползунок Алиса, отвечая на «ход» Василисы?

2. Может ли в течение игры возникнуть ситуация, когда Алиса не сможет ответить на «ход» Василисы?

3. Может ли в течение игры возникнуть ситуация, когда Василиса не сможет ответить на «ход» Алисы?

4. Чему равно напряжение источника, если его внутреннее сопротивление $r = 4$ Ом?

Ответ: 1) Алиса должна сдвинуть ползунок вправо на $a = 4,8$ см; 2) ситуация, когда Алиса не сможет ответить на «ход» Василисы, возникнуть не может; 3) ситуация, когда Василиса не сможет ответить на «ход» Алисы, возникнуть может; 4) напряжение источника равно $U = 7,2$ В.

Всякое полностью правильное решение оценивается в 10 баллов вне зависимости от выбранного участником способа решения! Не допускается снижать оценки за плохой почерк, решение способом, отличающимся от авторского и т.д.

Критерии

Указано, что сопротивление реостата пропорционально координате ползунка – 1 балл.

Найдена связь между изменениями координат ползунков Алисы и Василисы на каждом «ходе» – 1 балл.

Найдено, на сколько и в каком направлении должна сдвинуть ползунок Алиса, отвечая на первый «ход» Василисы – 1 балл.

Найдено, что максимальное сопротивление реостата Василисы меньше, чем максимальное сопротивление реостата Алисы – 1 балл.

Даны правильные ответы на вопросы 2) и 3) задачи – 2 балла (по 1 баллу за каждый вопрос).

Найдено соотношение между сопротивлениями реостатов Алисы и Василисы перед началом игры – 1 балл.

Записан закон Ома для цепи перед началом игры – 1 балл.

Записан закон Ома для цепи после первого «хода» Алисы – 1 балл.

Найдено напряжение источника – 1 балл.

ВСЕГО: 10 баллов.