

ЗАДАНИЕ ПО КОМПЛЕКСУ ПРЕДМЕТОВ
ФИЗИКА, ИНФОРМАТИКА, МАТЕМАТИКА

ВАРИАНТ 47111 для 11 класса

Одна из легенд Северомуйского тоннеля рассказывает о бригадире-оптимизаторе, у которого «гвозди сами забивались, а рельсы сами прокладывались». «Хотите охладить сверло водой?» – говорил он – «не используйте всю воду сразу, а разделите на части, и тогда качество охлаждения увеличится в тысячи раз».

Проверьте это утверждение.

Пусть имеется стальное сверло, масса которого $m_C = 0.1$ кг, а температура $t_C = 100^\circ\text{C}$. Для его охлаждения можно использовать $m_B = 0.1$ кг воды с температурой $t_B = 0^\circ\text{C}$. Всю имеющуюся воду можно разделить на k равных частей и опускать сверло по очереди в каждую часть так, что после наступления теплового равновесия сверло вынимается и погружается в следующую, еще не использованную, порцию воды. Вода, уже побывавшая в употреблении, повторно не используется. Изменения температур сверла и воды за счет иных тепловых процессов будем считать пренебрежимо малыми. Удельная теплоемкость воды $c_B = 4.19 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{град}}$, удельная теплоемкость стали $c_C = 0.46 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{град}}$.

Коэффициентом охлаждения W_K назовем отношение начальной температуры сверла t_C к той конечной температуре t_K , которую приобретет сверло, побывав во всех k порциях воды.

1. Найдите температуру сверла t_1 , которую оно приобретет, если будет опущено сразу во всю имеющуюся воду. Вычислите соответствующий коэффициент охлаждения W_1 .

2. Найдите температуру сверла t_2 и коэффициент охлаждения W_2 при использовании воды двумя равными порциями.

3. Составьте программу, позволяющую по заданному значению k найти температуру сверла t_K и коэффициент охлаждения W_K . Для значений k равных 1, 2, 3, 5, 10, 20, 30, 50, 100 заполните таблицу (t_K округляйте до тысячных, W_K – до целых)

k	t_K	W_K
1		
...		
100		

4. Можно ли подобрать значение k_M , при котором температура сверла уменьшается в 8000 раз? Либо найдите такое минимальное k_M , либо укажите максимальное значение W_K , которое удастся получить (за разумное время) с помощью написанной в п. 3 программы.

5. Следующим шагом оптимизации может стать использование воды со льдом. Пусть имеется та же масса $m_B = 0.1$ кг, из которой 1% составляет лед, остальное – вода с температурой $t_B = 0^\circ\text{C}$ (удельная теплота плавления льда $\lambda = 334 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$). Вся эта масса аналогичным образом разделяется на k равных порций. Для каждого из значений k , указанных в п. 3, определите, до какой температуры θ_k охладится сверло. Добавьте в таблицу четвертый столбец, содержащий значения θ_k .

Дополнение

Предполагается, что имеются технические приспособления, позволяющие разделить небольшой объем воды (и льда) на любое количество равных частей, а также обеспечить тепловой контакт всего сверла с полученной малой частью воды.

ЗАДАНИЕ ПО КОМПЛЕКСУ ПРЕДМЕТОВ
ФИЗИКА, ИНФОРМАТИКА, МАТЕМАТИКА

ВАРИАНТ 47111 для 11 класса. ОТВЕТЫ

1. $t_1 = 9.89^\circ\text{C}$, $W_1 \approx 10$ (раз).
2. $t_2 = 3.24^\circ\text{C}$, $W_2 \approx 31$ (раза).
- 3.

k	t_K	W_K	θ_k
1	9.892	10	9.17
2	3.241	31	2.47
3	1.521	66	0.74
5	0.559	179	0
10	0.154	649	0
20	0.055	1819	0
30	0.035	2848	0
50	0.023	4306	0
100	0.016	6109	0

4. При $k_M = 336$ достигается $W_k = 8002$.
5. Ответ вписан в таблицу п. 3. (выше)