

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

СОШ №20

Место проведения

XI 33-71

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 47111

ФАМИЛИЯ ГНЕЛИЦКИЙ

ИМЯ ВЯЧЕСЛАВ

ОТЧЕСТВО ИВАНОВИЧ

Дата рождения 23.11.2000

Класс: 11

Предмет Комплекс

Этап: ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ

Работа выполнена на 3 листах

Дата выполнения работы: 16.02.2019  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

ГН

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этапа Олимпиады, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Дано.

$$m_c = 0,1 \text{ кг}$$

$$t_c = 100^\circ \text{C}$$

$$m_b = 0,1 \text{ кг}$$

$$t_b = 0^\circ \text{C}$$

$$c_b = 4,19 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ \text{C}}$$

$$c_c = 0,46 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ \text{C}}$$

$$\lambda = 334 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

в первую очередь выберем формулы, позволяющие посчитать температуру сверху после охлаждения порцией воды.

$$\begin{cases} Q = c_b m_b \Delta t_b = c_b m_b (t_b - t_b'), & t_b = 0 \\ Q = c_c m_c \Delta t_c = c_c m_c (t_c - t_b') \end{cases}$$

$$c_b m_b t_b' = c_c m_c t_c - c_c m_c t_b'$$

$$t_b' = \frac{c_c m_c t_c}{c_b m_b + c_c m_c} \quad (1)$$

Причем, что  $t_b = 0$ , потому что в данной задаче нет охлаждения водой другой температуры.

1) Вычисляем  $t_1$ :

$$t_1 = \frac{0,46 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ \text{C}} \cdot 0,1 \text{ кг} \cdot 100^\circ \text{C}}{4,19 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ \text{C}} \cdot 0,1 \text{ кг} + 0,46 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ \text{C}} \cdot 0,1 \text{ кг}} = \frac{4600}{419 + 46} \text{ }^\circ \text{C} \approx 9,892^\circ \text{C}$$

2) Вычисляем  $t_2$  придется в два этапа:

$$1) \quad t' = \frac{c_c m_c t_c}{c_b \frac{m_b}{2} + c_c m_c} = \frac{4600}{209,5 + 46} \text{ }^\circ \text{C} \approx 18,004^\circ \text{C}$$

$$2) \quad t_2 = \frac{c_c m_c t'}{c_b \frac{m_b}{2} + c_c m_c} \approx 3,241^\circ \text{C}$$

Вычисляем  $W_1$  и  $W_2$ :

$$W_1 = \frac{100^\circ \text{C}}{9,892^\circ \text{C}} \approx 10;$$

$$W_2 = \frac{100^\circ \text{C}}{3,241^\circ \text{C}} \approx 31$$

Составим программу.

Пользуясь формулой (1), определим функцию  $\text{cool}(mW, tD, localK)$ , где  $mW$  — масса одной порции воды,  $tD$  — температура сверху перед охлаждением,  $localK$  — количество оставшихся охлаждений.

Функция будет рекурсивной: на каждой итерации проверяется, равна ли  $localK$  единице. Если да, то



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

по формуле (1) вычисляется температура после установления теплового равновесия в системе, при этом изначально находится  $mW$  кг воды температурой  $0^\circ\text{C}$  и сверху массой  $0,1\text{ кг}$  и температурой  $tD$ , а затем эта температура возвращается; если  $k > 1$ , то функция вызывает `cool(mW, tD, localK-1)`, чтобы получить температуру сверху и подставить ее в формулу:

```
def cool(mW, tD, localK):
    if localK == 1:
        return ( (drillC * drillMass * tD) / (waterC * mW + drillC * drillMass) )
    elif localK > 1:
        return (drillC * drillMass * cool(mW, tD, localK-1)) / ...
    else:
        return 'Error'
```

Здесь используются заранее заданные константы `drillC` и `drillMass`.

Также определится функция вопроса пользователя ввести количество партий:

```
k = int(input('Введите k: '))
```

и посчитаем  $t_k$  и  $W_k$ :

```
finalTemperature = cool(waterMass/k, drillTemp, k)
```

```
W = round(drillTemp / finalTemperature)
```

(опять же `waterMass` и `drillTemp` заданы заранее)

и выведем данные на экран:

```
print(k)
```

```
print(round(finalTemperature, 3))
```

```
print(W)
```

Это программными данными заданной таблицы:

(на следующей странице)





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

k	t <sub>k</sub>	W <sub>k</sub>	θ <sub>k</sub>
1	9,892	10	9,174
2	3,241	31	2,47
3	1,521	66	0,736
5	0,559	179	0
10	0,159	649	0
20	0,055	1819	0
30	0,035	2848	0
50	0,023	4306	0
100	0,016	6109	0

4) Самое близкое к 8000 значение W, которое удалось посчитать — 7999 при k = ~~7999~~ 335; при k = 336 W = 8002

5) Приведем формулу, аналогичную (1), для случая, когда 1% массы 0,1 кг составляет лёд, а остальные 99% — вода при 0°C

$$\begin{cases} Q = \lambda \cdot m_{\text{л}} + c_{\text{в}}(m_{\text{в}} + m_{\text{л}})(\theta - t_{\text{в}}), & t_{\text{в}} = 0^{\circ}\text{C} \\ Q = c_{\text{с}} m_{\text{с}} (t_{\text{с}} - \theta) \end{cases}$$

$$\lambda \cdot m_{\text{л}} + c_{\text{в}} m_{\text{в}} \theta + c_{\text{в}} m_{\text{л}} \theta = c_{\text{с}} m_{\text{с}} t_{\text{с}} - c_{\text{с}} m_{\text{с}} \theta$$

$$\theta = \frac{c_{\text{с}} m_{\text{с}} t_{\text{с}} - \lambda m_{\text{л}}}{c_{\text{в}}(m_{\text{в}} + m_{\text{л}}) + c_{\text{с}} m_{\text{с}}} \quad (2) \quad \text{Нужно иметь в виду, что тогда как в формуле (1)}$$

$$m_{\text{в}} = 0,1 \text{ кг}, \text{ здесь } (m_{\text{в}} + m_{\text{л}}) = 0,1 \text{ кг}$$

Составим функцию coolWithIce, аналогичную предыдущей, используя новую формулу, но важно учесть случаи, когда лёд растаивает не полностью (серио охлаждается до 0°C до того, как лёд растаивает полностью, и тепловой обмен прекращается) или не растаивает вовсе (серио уже охлаждено до 0°C). Для этого нужно ввести проверку: если температура ниже 0, то функция должна вернуть 0. Также нужно учесть, что в этом случае невозможно

распределить, на формулу переносить не берём.

Полученные данные занесём в таблицу.

Ответы: 1)  $t_1 = 9,892^{\circ}\text{C}$ ,  $W_1 = 10$ ;

2)  $t_2 = 3,241^{\circ}\text{C}$ ,  $W_2 = 31$ ;

4)  $W = 7999$  при  $k = 335$ .

```

#Константы
drillMass = 0.1          # кг
drillTemp = 100         # гр. Цельсия
waterMass = 0.1        # кг,          начальная масса воды
waterTemp = 0           # гр. Ц.,      начальная температура воды
waterC = 4190           # Дж/(кг*гр.Ц)  уд. теплоемкость воды
drillC = 460            # Дж/(кг*гр.Ц)  уд. теплоемкость сверла
lambdaIce = 334000      # Дж/кг,        удельная теплота плавления
льда

#Возвращает конечную температуру сверла по массе одной порции воды, исходной
температуре сверла и количеству порций
def cool(mW, tD, localK):
    if localK == 1:
        return ( (drillC * drillMass * tD) / ( (waterC * mW) + (drillC *
drillMass) ) )
    elif localK > 1:
        return ( (drillC * drillMass * cool(mW, tD, localK - 1) ) / ( (waterC *
mW) + (drillC * drillMass) ) )
    else:
        return 'Error'

#То же самое, но 1% массы воды составляет лёд
def coolWithIce(mW, tD, localK):
    if localK == 1:
        return max(0, ( (drillC * drillMass * tD - lambdaIce * (mW/100)) / (
(waterC * mW) + (drillC * drillMass) ) ) )
    elif localK > 1:
        return max(0, ( (drillC * drillMass * coolWithIce(mW, tD, localK - 1) -
lambdaIce * (mW/100)) / ( (waterC * mW) + (drillC * drillMass) ) ) )
    else:
        return 'Error'

k = int( input('Введите k: ') )

#Без льда
finalTemperature = cool(waterMass/k, drillTemp, k)
W = round(drillTemp / finalTemperature)

#Со льдом
#finalTemperature = coolWithIce(waterMass/k, drillTemp, k)
#if finalTemperature != 0:
#    W = round(drillTemp / finalTemperature)
#else:
#    W = "огромный"

#Вывод данных
print('Порций: ', k)
print('Конечная температура: ', round(finalTemperature, 3))
print('Коэффициент охлаждения: ', W)

wait = input()

```

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МБОУ СОШ №2 г. Туль-Хрустальный

Место проведения

WI80-16

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 4111

ФАМИЛИЯ Демиденко

ИМЯ Екатерина

ОТЧЕСТВО Николаевна

Дата рождения 4.01.2002

Класс: 11

Предмет комплекс предметов

Этап: заключительный

Работа выполнена на 2 листах

Дата выполнения работы: 16.02.2019  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

Демид

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этапа Олимпиады, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Дано:

$$m_c = 0,1 \text{ кг}$$

$$t_c = 100^\circ \text{C}$$

$$m_b = 0,1 \text{ кг}$$

$$t_b = 0^\circ \text{C}$$

$$c_b = 4,19 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$$

$$c_c = 0,46 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$$

$$\lambda = 334 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$\mu_{\text{замр}} = 10\%$$

1)  $W_1 = ?$   $t_1 = ?$

2)  $W_2 = ?$   $t_2 = ?$

3)  $W_k = ?$   $t_k = ?$

4)  $W_{\text{замр}} = ?$

$W_{\text{max}} = ?$

5)  $Q_k = ?$

Решение:

$$W_k = \frac{t_c}{t_k}$$

Поскольку свертло охлаждается за счет теплообмена с водой, запишем уравнение теплового баланса.

$Q_1 = Q_2$ , где  $Q_1$  - теплота, отдаваемая свертлом,  $Q_2$  - теплота, полученная водой

$m_c \cdot c_c (t_c - t_n) = \frac{m_b}{k} \cdot c_b (t_n - t_b)$ , где  $t_n$  - температура после поручения в  $n$ -ый по счету объем воды ( $n \in \mathbb{Z}, n \geq 1$ ),  $n \leq k$ )

1) для первого объема поручения  $k=1$ 

$$m_c \cdot c_c (t_c - t_1) = \frac{m_b}{k} \cdot c_b (t_1 - t_b)$$

$$0,1 \cdot 0,46 \cdot 10^3 (100 - t_1) = 0,1 \cdot 4,19 \cdot 10^3 (t_1 - 0)$$

$$46(100 - t_1) = 419 t_1 \quad 4600 - 46 t_1 = 419 t_1 \quad 4600 = 465 t_1$$

$$t_1 = \frac{4600}{465} \approx 9,89^\circ \text{C} \quad W_1 = \frac{100}{9,89} \approx 10,1$$

2) для  $k=2$  нужно решить два уравнения: для первого и второго поручения

$$m_c \cdot c_c (t_c - t_1) = \frac{m_b}{k} \cdot c_b (t_1 - t_b) \quad 0,1 \cdot 0,46 \cdot 10^3 (100 - t_1) = 0,05 \cdot 4,19 \cdot 10^3 (t_1 - 0)$$

$$4600 - 46 t_1 = 209,5 t_1 \quad t_1 = \frac{4600}{255,5} = 18^\circ \text{C}$$

$$m_c \cdot c_c (t_1 - t_2) = \frac{m_b}{k} \cdot c_b (t_2 - t_b) \quad 0,1 \cdot 0,46 \cdot 10^3 (18 - t_2) = 0,05 \cdot 4,19 \cdot 10^3 \cdot t_2 \quad t_2 = \frac{828}{255,5} = 3,24^\circ \text{C}$$

$$W_2 = \frac{100}{3,24} \approx 30,85$$

3) Запишем формулу для нахождения  $t_n$  в общем виде.

$$m_c \cdot c_c (t_{n+1} - t_n) = \frac{m_b}{k} \cdot c_b (t_n - t_b) \quad t_b = 0 \Rightarrow$$

$$m_c \cdot c_c \cdot t_{n+1} - m_c \cdot c_c \cdot t_n = \frac{m_b \cdot c_b}{k} \cdot t_n$$

$$m_c \cdot c_c \cdot t_{n+1} = \left( m_c \cdot c_c + \frac{m_b \cdot c_b}{k} \right) \cdot t_n$$

$$t_{n+1} = \frac{m_c \cdot c_c \cdot t_n}{m_c \cdot c_c + \frac{m_b \cdot c_b}{k}}$$

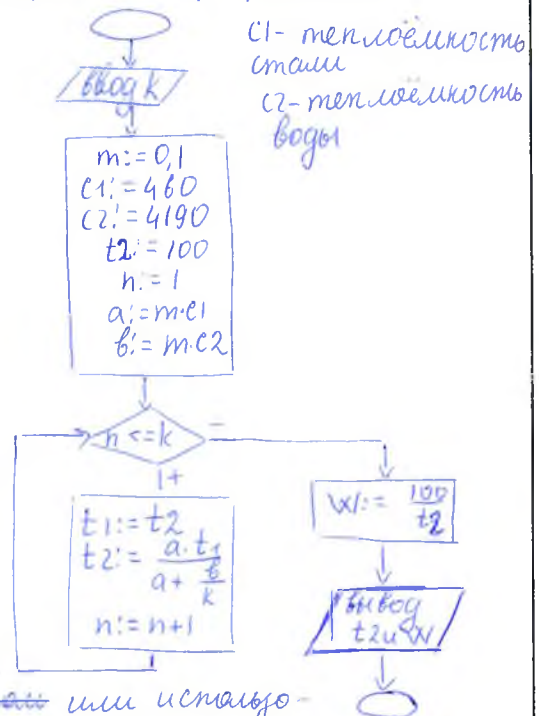
для первого случая  $t_0 = n=1$ , для последнего  $n=k$   
 Всегда \* такие числа и в, что

$a = m_c \cdot c_c$   
 $b = \frac{m_b \cdot c_b}{k}$ , тогда выражение для  $t_n$  принимает вид  $t_n = \frac{a \cdot t_{n-1}}{a + b}$

Поскольку  $t_n$  зависит только от  $t_{n-1}$  - предыдущего значения  $t$ , постоянные  $t$  можно не записывать.

Тогда переменная  $t$  - начальное значение  $t_1$  - температура воды свертла до поручения,  $t_2$  - после, соответственно для следующего значения  $t_2$  становится начальной температурой.  $n$ -сетки предложенных поручений, ~~каждый~~ или использовать разных порций воды.

Алгоритм программы





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

k	t <sub>k</sub>	X <sub>k</sub>	Q <sub>k</sub>
1	9,892	10	9,174
2	3,241	31	2,470
3	1,521	66	0,736
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

5)  $m_{\text{льда}} = 0,01 \cdot m$

таблица 1

Запишем новое уравнение теплового баланса

$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4$ , где  $Q_1$  - теплота, полученная водой при нагревании,  $Q_2$  - теплота, потраченная на то, чтобы растопить лёд,  $Q_3$  - теплота, потраченная на нагревание воды, полученной из растопившегося льда,  $Q_4$  - теплота, отданная поверху

$$\frac{m_0}{k} (1 - 0,01) \cdot c_w \cdot (t_n - t_0) + \frac{m_0 \cdot 0,01 \cdot \lambda}{k} + \frac{m_0 \cdot 0,01 \cdot c_w}{k} (t_n - t_0) = m_c \cdot c_c (t_{n+1} - t_n)$$

$$\frac{0,99 \cdot m_0 \cdot c_w}{k} (t_n - 0) + \frac{m_0 \cdot 0,01 \cdot \lambda}{k} + \frac{m_0 \cdot 0,01 \cdot c_w}{k} (t_n - 0) = m_c \cdot c_c (t_{n+1} - t_n)$$

$$t_n \left( \frac{0,99 \cdot m_0 \cdot c_w}{k} + \frac{m_0 \cdot 0,01 \cdot c_w}{k} \right) + \frac{m_0 \cdot 0,01 \cdot \lambda}{k} = m_c \cdot c_c \cdot t_{n+1} - m_c \cdot c_c \cdot t_n$$

$$t_n \left( \frac{m_0 \cdot c_w}{k} + m_c \cdot c_c \right) = m_c \cdot c_c \cdot t_{n+1} - \frac{m_0 \cdot 0,01 \cdot \lambda}{k} \quad t_n = \frac{m_c \cdot c_c \cdot t_{n+1}}{\frac{m_0 \cdot c_w}{k} + m_c \cdot c_c} - \frac{m_0 \cdot 0,01 \cdot \lambda}{\frac{m_0 \cdot c_w}{k} + m_c \cdot c_c}$$

$$t_n = \frac{m_c \cdot c_c \cdot t_{n+1} - \frac{m_0 \cdot 0,01 \cdot \lambda}{k}}{\frac{m_0 \cdot c_w}{k} + m_c \cdot c_c} \quad \text{---} = \frac{m_c \cdot c_c \cdot t_{n+1}}{\frac{m_0 \cdot c_w}{k} + m_c \cdot c_c} - \frac{m_0 \cdot 0,01 \cdot \lambda}{\frac{m_0 \cdot c_w}{k} + m_c \cdot c_c}$$

Алгоритм программы строится аналогично с алгоритмом в пункте 3), но добавляется новая переменная  $\ell = \lambda = 334000$  и используется новая формула ① для нахождения  $t_n$ . При помощи этой программы находим  $Q_k = t_k$ .

Ответ: 1)  $t_1 = 9,89^\circ\text{C}$ ;  $X_1 = 10$ ; 2)  $t_2 = 3,24^\circ\text{C}$ ;  $X_2 = 30,85$ ; 3) результаты представлены в таблице; 4) при уменьшении ровно в 8000 раз добиться нуля, минимально значение, при котором увеличение больше 8000  $k = 336$ ; 5) результаты представлены в табл. 1

4) Запомним, что, так как при уменьшении конвективной температуры сверху  $X$  увеличивается, значит, если можно найти  $t$ , при котором  $X_k > 8000$ , можно найти такое же число  $i$ , при котором  $X_i = 8000$ . С помощью программы  $X_{400} = 8156$ ,  $X_{330} = 7984$ ,  $X_{335} = 7999$ ,  $X_{336} = 8002$ . Значит делаем  $k$ , такое, что  $X_k = 8000$  нет, при  $k \geq 336$  температура сверху уменьшится более чем в 8000 раз.

5) Так как температура воды и льда  $0^\circ\text{C}$ , а температура сверху  $100^\circ\text{C}$ , температура системы не может быть меньше уменьшения льда, учтем это при выведении результата.



Зад

```
uses crt;
const m=0.1;c1=460;c2=4190;
var t1,t2,a,b,w:real;n,k:integer;
begin
  readln(k);
  t2:=100;
  a:=m*c1;
  b:=m*c2;
  for n:=1 to k do
    begin
      t1:=t2;
      t2:=a*t1/(a+b/k);
    end;
  w:=100/t2;
  writeln;
  writeln('конечная температура ',t2:8:3);
  writeln('коэффициент охлаждения ',w:5:0);
end.
```

5 год.

```
uses crt;
const m=0.1;c1=460;c2=4190;l=334000;
var t1,t2,a,b:real;n,k:integer;
begin
readln(k);
t2:=100;
a:=m*c1;
b:=m*c2;
for n:=1 to k do
begin
t1:=t2;
t2:=(a*t1-m*0.01*l/k)/(a+b/k);
end;
writeln;
if t2>=0 then
else t2:=0;
writeln('конечная температура ',t2:8:3);
end.
```

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

СОШ №20

Место проведения

XI 33-27

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант №

47111

ФАМИЛИЯ

ИВАНОВА

ИМЯ

ЮЛИА

ОТЧЕСТВО

АЛЕКСАНДРОВНА

Дата  
рождения

05.05.2001

Класс:

11

Предмет

КОМПЛЕКС

Этап: ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ

Работа выполнена на 3 листах

Дата выполнения работы: 16.02.2019  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этапа Олимпиады, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$$Q_{отданное} = - Q_{полученное}$$

$$Q_{отданное} = c_s m_c (t - t_c), \text{ где } t - \text{ темп-ра в тепловом равновесии}$$

$$Q_{полученное} = c_v m_v (t - t_v)$$

т.к.  $t < t_c$ , то внесем  $-1$  за скобки, получим:

$$- c_s m_c (t_c - t) = - c_v m_v (t - t_v) \quad (2)$$

$$c_s m_c t_c - c_s m_c t = c_v m_v t - c_v m_v t_v \quad (3)$$

$$t = \frac{c_s m_c t_c + c_v m_v t_v}{c_s m_c + c_v m_v} \quad (1)$$

Чтобы находить  $t$  для разных  $k$  создадим программу, в которой будет зависеть  $t$  для любой введенной нами  $k$ :

1. Заведем массив температур сверла после спуска  $n$  в каждую  $k$ -тую часть воды.

2. Считаем  $k$  и разделим на  $k$  частей начальную массу воды  $m_v$  (в программе  $m_v$ )

3. Присвоим нулевому элементу массива  $t[0]$  значение начальной температура сверла  $t_c$  ( $t[0] = t_c$ )

4. Создадим цикл который пробегает от первой части вода до  $k$ -той и находит температуру сверла после каждого охлаждения последовательно, т.е.  $t[i]$  - темп-ра сверла на  $i$ -том шаге

Тогда в цикле в формуле (1) на каждом  $i$ -том шаге берется новая (крайняя, актуальная) температура сверла  $t[i-1]$

5. Таким образом по окончании работы цикла мы получим искомую  $t_k$ .

6. Вычислим  $W_k = \frac{t_c}{t_k}$  и выведем  $t_k$  и  $W_k$  на экран.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Ответы на п. 1 и п. 2 содержатся в таблице п. 3  
вводи по очереди  $k = 1; 2; 3; 4; 5; 10; 20; 30; 50; 100$  и  
получаем  $t_k$  и  $W_k$ , которые приведены в таблице.

$k$	$t_k$	$W_k$	$\Theta_k$
1	9,892	10	9,174
2	3,241	31	2,470
3	1,521	66	0,736
4	0,867	115	0,077
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

п. 4: Путем подбора, вводе в программу п. 3 различных  $k$  я выяснила, что при вводе  $k = 335$   
 $W_k = 7998,92$ , а при вводе  $k = 336$   $W_k = 8001,77$ ,  
а.т.к  $k$  - кол-во машин, то есть ~~тако натуральное~~  
~~число, а значит целое число~~ ~~некоторо~~  $335 < k < 336$  не существует.  
Ответ: ~~нет~~  $k$  - натуральное  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  искомое  $k_m = 336$ .

Ответ 336.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Если уже

п.б.  $m_1 = 0,01 m_B$  — масса льда (в программе  $m_1$ )

Если учесть, что вода со льдом, то отданное сверху тепло пойдет сначала на плавление льда, а потом на нагревание воды изначальной и вода, полученной из льда.

Отпущенное =  $\lambda m_1 + c_B (m_2 + m_1)(t - t_B)$ , где  $m_2$  — начальная масса воды без льда

тогда  $m_2 + m_1 = m_B$

Получаем уравнение аналогичное (2)

$$-c_c m_c (t_c - \theta) = -(c_B m_B (\theta - t_B) + \lambda m_1)$$

$$c_c t_c m_c - c_c m_c \theta = c_B m_B \theta - c_B m_B t_B + \lambda m_1$$

$$\theta = \frac{c_c t_c m_c + c_B m_B t_B - \lambda m_1}{c_c m_c + c_B m_B} \quad (4)$$

(в программе  $\theta$  заменена на  $s$ )  
(а  $\lambda$  заменена на  $y$ )

Модернизируем программу п. 3, чтобы сразу получать ответ и для некоего 3-го столбца в таблице п. 3, где будут указываться  $\theta$  для заданной  $k$ .

Для этого добавим массив  $S$  и  $m_1 = 0,01 m_B$ , как только считывается  $k$   $m_1$  примет значение изначальной массы льда деленной на  $k$ , т.е.  $\frac{0,01 m_B}{k}$  (в программе  $m_1 / = m_1$ ). Также добавим значение  $S[0] = t_c$ . Далее в сам цикл добавим формулу (4) заменив  $t_c$  на  $S[i-1]$ , чтобы изменять актуальную полученную температуру. Третьей строкой будет выводиться  $S_k = \theta_k$

~~Наши~~ При  $k = 5$  программа выводит отрицательное значение, значит для того чтобы растопить лёд не хватает тепла, выделяемого сверху, тогда тепловой баланс наступит в при  $t = 0^\circ C$ . Тогда при всех  $k \geq 5$   $\theta_k = 0$



```
#include <iostream>

using namespace std;

int main()
{
    double mc=0.1, mb=0.1, tc=100, tb=0, cc=460, cb=4190, t[1001], w, ml=0.01*mb,
s[1001], y=334000;
    long long k, i;
    cin>>k;
    mb/=k;
    ml/=k;
    t[0]=tc;
    s[0]=tc;
    for (i=1; i<=k; i++){
        t[i]=(cb*mb*tb+cc*mc*t[i-1])/(cb*mb+cc*mc);
        s[i]=(cb*mb*tb+cc*mc*s[i-1]-y*ml)/(cb*mb+cc*mc);
    }
    w=tc/t[k];
    cout<<t[k]<< endl<< w<< endl<< s[k];
}
```

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

СОШ №20

Место проведения

IR15-48

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 47101

ФАМИЛИЯ КАПРАНОВ

ИМЯ СТЕПАН

ОТЧЕСТВО СЕРГЕЕВИЧ

Дата рождения 02.02.2002

Класс: 10

Предмет КОМПЛЕКС

Этап: ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ

Работа выполнена на 3 листах

Дата выполнения работы: 16.02.19  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:



Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этапа Олимпиады, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



Представленная программа вычисляет  $t_k$  и  $W_k$  при данном  $k$ .

Работает она по следующему алгоритму:

1. Из физики знаем, что для термодинамического равновесия справедливо:

$$C_c \cdot m_c \cdot (t_c - t) = C_0 \cdot \frac{m_0}{k} \cdot (t - t_0)$$

где  $C_c$  - удельная теплоемкость стали

$m_c$  - масса стали

$t_c$  - температура стали

$C_0$  - удельная теплоемкость воды

$m_0$  - масса воды

$k$  - кол-во порций воды

$t_0$  - температура воды

$t$  - температуры после наступления теплового равновесия

Известно, что температура каждой новой порции воды постоянна и равна  $0^\circ\text{C}$ . Также  $C_c, C_0, m_c, m_0, k$  - постоянные.

$t_c$  после каждого пребывания в новой порции воды принимает значение  $t$ .

Выразим из формулы  $t$ :

$$C_c m_c t_c - C_c m_c t = C_0 \frac{m_0}{k} \cdot t \quad | \cdot k$$

$$C_c m_0 t + k \cdot C_c m_c t = k C_c m_c t_c$$

$$t = \frac{k \cdot C_c m_c t_c}{C_0 m_0 + k \cdot C_c m_c}$$

На каждой итерации цикла (всего  $k$  итераций) алгоритм вычисляет значение  $t$  и в следующей итерации использует это значение для температуры стекла  $t_c$  и т.д.

Для того чтобы найти коэффициент охлаждения  $W_k$  находим:

$$W_k = \frac{t_c}{t}, \text{ где } t_c = 100^\circ\text{C}, t - \text{кожухная температура.}$$





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Для ответа на задания ①, ② и ③ будет использоваться данный алгоритм, приведенный мной на листе №1.

①  $t_1 = 9,892^\circ\text{C}$ ;  $W_1 = 10,109$

②  $t_2 = 3,241^\circ\text{C}$ ;  $W_2 = 30,85$

③

k	$t_k, ^\circ\text{C}$	$W_k$	$t_{\text{вк}}, ^\circ\text{C}$
1	9,892	10	9,892
2	<del>1,521</del> 3,241	31	10,623
3	1,521	66	10,812
5	0,559	179	10,917
10	0,154	649	10,962
20	0,055	1819	10,972
30	0,035	2848	10,975
50	0,023	4306	10,976
100	0,016	6109	10,977

④ Заметим, что для значения  $k = 335$ , коэффициент охлаждения  $W_k = 7998,9 \approx 7999$

А для значения  $k = 336$ ,  $W_k = 8001,7 \approx 8002$ . Делаем вывод, что нельзя подобрать  $k_m$ , при котором  $W_k = 8000$ .

С помощью написанной программы удается получить максимальное  $W_k = 9033,5$

⑤

Выведем формулы для  $t_{\text{вк}}$ :

Т.к. часть порций будет иметь температуру больше предполагаемой  $t_{\text{вк}}$ , а часть будет иметь температуру меньше предполагаемой  $t_{\text{вк}}$ , то можно записать уравнение теплового баланса:

$$c_{\text{в}} \frac{m_{\Delta}}{k} (t_{\text{вк}} - t_1) + c_{\text{в}} \frac{m_{\Delta}}{k} (t_{\text{вк}} - t_2) + \dots + c_{\text{в}} \frac{m_{\Delta}}{k} (t_{\text{вк}} - t_m) = c_{\text{в}} \frac{m_{\Delta}}{k} (t_{m+1} - t_{\text{вк}}) + \dots + c_{\text{в}} \frac{m_{\Delta}}{k} (t_k - t_{\text{вк}}) \quad \cdot c_{\text{в}} \frac{m_{\Delta}}{k}$$

$$t_{\text{вк}} - t_1 + t_{\text{вк}} - t_2 + \dots + t_{\text{вк}} - t_m = t_{m+1} - t_{\text{вк}} + \dots + t_k - t_{\text{вк}}$$

$$k \cdot t_{\text{вк}} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_k \Rightarrow t_{\text{вк}} = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_k}{k}$$



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Получили формулу для  $t_{\text{ок}}$  ( $t_{\text{ок}}$  = среднее арифметическое всех температур).  
Для того чтобы найти  $t_{\text{ок}}$  на каждой итерации цикла моей программы буду прибавлять значение текущей температуры ~~воды~~ (текущая температура воды равна текущей температуре ~~сверху~~). В конце полученную сумму разделим на  $k$  для получения ответа.

Результаты вычислений записаны мной в таблицу.

```
Cv = 4190 #удельная теплоемкость воды
Cc = 460 #удельная теплоемкость стали
tc = 100 #начальная температура стали
t0 = tc #текущая температура стали
mc = 0.1 #масса стали
mv = 0.1 #масса воды
T = 0
k = int(input()) #кол-во порций воды
for i in range(1,k+1):
    t = (k * Cc * mc * t0) / (Cv * mv + k * Cc * mc) #текущая температура порции
    воды и стали
    t0 = t #текущая температура стали равна температуре после установления
    теплового равновесия
    T += t
Wk = tc/t #коэффициент охлаждения
print("tk =", t, "Wk =", Wk, "k =", i)
print("Tvk =", T/k)
```

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

г. Москва

Место проведения

EV 96-29

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 47101

ФАМИЛИЯ Куляшова

ИМЯ Анастасия

ОТЧЕСТВО Александровна

Дата рождения 24.10.2002 г.

Класс: 10

Предмет Комплекс

Этап: Заключительный

Работа выполнена на 3 листах

Дата выполнения работы: 16.02.2019 г.  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: 

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этапа Олимпиады, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

## Задание 1.

Дано:

$k=1$

$m_c = 0,1 \text{ кг}$

$t_c = 100^\circ \text{C}$

$m_b = 0,1 \text{ кг}$

$t_b = 0^\circ \text{C}$

$c_b = 4,19 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$

$c_c = 0,46 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$

Найти:

$t_k, W_k - ?$

(тк - конечн. tc).

Решение:  $Q_c = Q_b$ .

$$m_c \cdot c_c \cdot (t_c - t_{\text{смеш}}) = \frac{m_b}{k} \cdot c_b \cdot (t_{\text{смеш}} - t_b)$$

$$m_c \cdot c_c \cdot t_c - m_c \cdot c_c \cdot t_{\text{смеш}} = m_b \cdot c_b \cdot t_{\text{смеш}}$$

$$t_{\text{смеш}} = \frac{m_c \cdot c_c \cdot t_c}{m_b \cdot c_b + m_c \cdot c_c} \quad t_{\text{смеш}} = \frac{0,1 \text{ кг} \cdot 100^\circ \text{C} \cdot 0,46 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}}{0,1 \text{ кг} \cdot 4,19 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}} + 0,1 \text{ кг} \cdot 0,46 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}}$$

$$= \frac{4600}{465} \approx 9,892^\circ \text{C} \Rightarrow t_k = 9,892^\circ \text{C}$$

$$W_k = \frac{t_c}{t_k} = \frac{100^\circ \text{C}}{9,892^\circ \text{C}} \approx 10$$

## Задание 2.

Дано:

см. задание 1.

$k=2$

Найти:

$t_k, W_k - ?$

Решение: 
$$\begin{cases} m_c \cdot c_c \cdot (t_c - t_{\text{смеш}1}) = \frac{m_b}{k} \cdot c_b \cdot t_{\text{смеш}1} \\ m_c \cdot c_c \cdot (t_{\text{смеш}1} - t_{\text{смеш}2}) = \frac{m_b}{k} \cdot c_b \cdot t_{\text{смеш}2} \end{cases}$$

$$t_{\text{смеш}1} = \frac{m_c \cdot c_c \cdot t_c}{\frac{m_b \cdot c_b}{k} + m_c \cdot c_c} = \frac{0,1 \cdot 100 \cdot 0,46 \cdot 10^3}{\frac{0,1 \cdot 4,19 \cdot 10^3}{2} + 0,1 \cdot 0,46 \cdot 10^3} = \frac{4600}{209,5 + 46} =$$

$$\approx 18^\circ \text{C} \text{ (новая температура свёрла)}$$

$$t_{\text{смеш}2} = \frac{m_c \cdot c_c \cdot t_{\text{смеш}1}}{\frac{m_b \cdot c_b}{k} + m_c \cdot c_c} = \frac{0,1 \cdot 18 \cdot 0,46 \cdot 10^3}{\frac{0,1 \cdot 4,19 \cdot 10^3}{2} + 0,1 \cdot 0,46 \cdot 10^3} = \frac{820}{209,5 + 46} \approx 3,241^\circ \text{C}$$

$$t_k = 3,241^\circ \text{C} \quad W_k = \frac{t_c}{t_k} = \frac{100^\circ \text{C}}{3,241^\circ \text{C}} \approx 31$$

## Задание 3.

~~На языке программирования и на языке~~~~Программа~~ Обозначим следующие переменные программы: $k$  - кол-во равных порций воды (вводится) $i$  - счетчик (от 1 до  $k$ ) $W$  - коэффициент охлаждения (выводим) $m_s, m_v$  - масса свёрла и воды соответственно. (0,1 и 0,1) $c_s, c_v$  - удельная теплоёмкость стали и воды соответственно (460 и 4190) $t_b$  - температура свёрла (меньшая после каждого опускания в воду). $t_k$  - конечная температура свёрла. (выводим) $t_n$  - температура свёрла начальная (const). (100) $t_v$  - температура воды (в данной программе const). (0)В начале программы мы получаем  $k$ .Дальше у нас начинается цикл от 1 до  $k$ , так как количество повторений цикла зависит от количества порций воды.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

В данном цикле мы сможем найти  $t_k$ . Её расчет производится по формуле:  $t_k = \frac{m \cdot c \cdot t_c}{\frac{m \cdot c \cdot c_v + m \cdot c \cdot c}{k}}$ . Но так как  $k$  может быть и больше 1, то в данной формуле переменная  $t_c$  будет каждый раз меняться. После 1 прогона (если  $k > 1$ )  $t_c$  будет  $= t_k$  и так каждый раз. После того как цикл выполнен, а мы получили  $t_k$ , по формуле  $W = \frac{t_k}{t_k}$  мы найдём коэффициент охлаждения. На выходе у программы на экран будут выведены  $k$ ,  $W$  (округлённое до целых) и  $t_k$  (округлённое до тысячных).

Таблица:

$k$	$W_k$ (целое)	$t_k$ (°C)	$t_{вк}$ (°C)
1	40	9,892	9,892
2	31	3,241	10,623
3	66	1,521	<del>10,312</del> 10,312
5	179	0,559	<del>10,917</del> 10,917
10	649	0,154	10,962
20	1819	0,055	10,972
30	2848	0,035	10,975
50	4306	0,023	10,976
100	6109	0,016	10,977

Задача №4.

Существует ли  $k_m$ , при  $k$ -рош  $W=8000$ -?

В программе при помощи подбора можно выявить, что при  $k=335$   $W=7999$ , а при  $k=336$   $W=8002$ . Поэтому нет  $k_m$ , при ( $k$ -целое число)

котором  $W$  будет равно именно 8000 раз, есть лишь  $k$ , приближённые к данному значению  $W$ . Чем больше  $k$ , тем сильнее ~~увеличится~~ увеличится значение  $W$  и уменьшится значение  $t_k$ .

Задача №5.

Добавим в программу из пункта 3 еще пару переменных и действий для расчета  $t_{вк}$ .

Переменные:

$t_{вк}$  — температура всей  $m$  после смешивания всех сосудов с использованной водой (выводим)

$t_c$  — (изначально равна нулю, потом будет увеличиваться после каждого прогона цикла на величину  $t_k$ ).





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

В тело цикла добавим еще два действия, с помощью к-рых можно будет ~~рассчитать~~ найти  $t_{vk}$  ( $t_{vk}$ ), округлённое до тысячных.

$$t_{vk} = \frac{\text{сумма } t \text{ всех порций воды}}{\text{кол-во порций}} = \frac{t_c}{k} \text{ (если } k=1\text{).}$$

так как  $k$  может быть больше 1, то ~~мы получаем~~ получаем:

$$t_{vk} = \frac{t_y + t_c}{k}; \quad t_y = t_y + t_c. \rightarrow \text{последнее поможет "запомнить"}$$

сумму предыдущих температур воды.

В конце программы теперь будет выведено ещё и значение  $t_{vk}$  воды. Данное значение см. в пункте.

```
var W, tc, tk, mc, mv, tvk, ty: real;
    i, k, tv, cv, cc, tn: integer;
begin
  mc:=0.1; mv:=0.1;
  tv:=0;
  cv:=4190; cc:=460;
  tn:=100; tc:=100;
  ty:=0;
  read (K);
  for i:=1 to k do
    begin
      tk:=(mc*cc*tc)/((mv/k)*cv+mc*cc);
      tc=tk;
      tvk:=(ty+tc)/k;
      ty=tc+ty;
    end;
  W:=tn/tk;
  write ('при k=',k, ' W=',W:5:0, ', tk=',tk:4:3, ', tvk=',tvk:6:3);
end.
```



# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Москва

Место проведения

ГЦ 98-45

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 49111

ФАМИЛИЯ Лукашов

ИМЯ Сергей

ОТЧЕСТВО Александрович

Дата рождения 18.06.2007

Класс: 11

Предмет КОМПЛЕКС

Этап: заключительный

Работа выполнена на 3 листах

Дата выполнения работы: 16.02.2019  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: 

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этапа Олимпиады, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

1) Пусть текущая температура свёрла массой  $m_c$   $x^\circ\text{C}$ . Пусть оно опущено в воду массой  $m$  с температурой  $0^\circ\text{C}$ . Удельные теплоёмкости свёрла и воды известны. Тогда составим уравнение теплового баланса ( $a$  - ~~получившаяся~~ <sup>температура</sup>, установившаяся после установления теплового равновесия):

$$c_s m_c (x - a) = c_w m a, \quad c_s m_c x = a (c_w m + c_s m_c)$$

$$a = \frac{c_s m_c x}{c_w m + c_s m_c} \quad (1). \text{ Итак мы } \underline{\text{ввели}} \text{ получили новую}$$

температуру свёрла после опускания в воду. По условию заданы  $m = \frac{m_0}{k}$ . Чтобы получить итоговую температуру после размешивания в  $k$  раз свёрла надо к праву применить формулу (1), как к каждой следующей итерации. Заменяя  $x$  на  $a$ , кипеть вода не сможет.

2) Теперь ~~предположим~~ пусть 0,01% килограмма свёрла - лёд, и 99% - вода. Тогда масса льда -  $0,01m$ , масса свёрла -  $0,99m$ , где  $m$  - масса  $k$ -той частиimmerующей свёрла. Составим и теперь уравнение теплового баланса:

~~Можно~~ (Допустим, что ~~всё~~ всё лёд растаял)

$$c_s m_c (x - a) = m_l \cdot \lambda + c_w m \cdot a$$

$$c_s m_c x - 0,01 m_l \lambda = a (c_w m + c_s m_c)$$

$$a = \frac{c_s m_c x - 0,01 m_l \lambda}{c_w m + c_s m_c} \quad (2). \text{ Ответ 5}$$

Но ведь может случиться так, что лёд растаял не полностью. Значит настоящая температура свёрла  $0^\circ\text{C}$ . Заметим, что в таком случае мы получим  $a < 0$ , значит очевидно можно сказать, что если  $a < 0$ , то свёрло достигло минимального значения -  $0^\circ\text{C}$ .

3) Теперь, пользуясь формулами (1) и (2) мы можем заполнить расширенную таблицу.

4) Получив с помощью программы таблицу можно



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

сказать, что  $W_1$  и  $W_{100} < 8000$ . Выберем  $k = 1000$  и посчитаем  $W_{1000}$ .  $W_{1000} > 8000$ . Значит  $W$  — кривая или коэффициент охлаждения достаточен с определённой погрешностью. Мы знаем, что искомого  $k$  ищет в промежутке от 1 до 1000. Перебор 1000 различных вариантов можно. Это займёт немало времени. Но можно заметить, что  $W$  убывает при увеличении  $k$ . Значит можно воспользоваться бинарным поиском по ответу. Найдем ответ  $k$  и выберем значение  $W_k$  где 2-ух элементов меньше и 2-ух не велика. Мы совершим всего  $\log_2$  примерно  $\log_2(1000-1) = \log_2(999) < 10$ . На деле же мы выполним 10 итераций, но это всё равно сильно быстрее перебора.

5) ~~Теперь реализуем алгоритм с затронутыми алгоритмами:~~

1) Определим структуру `test`, полями которой будут  $k$  — на сколько частей делим воду,  $t$  — температура ~~после~~ ~~сверху~~ ~~после~~  $k$  опусканий в воду (в соответствии с правилами),  $W$  и  $W_1$  — коэффициент охлаждения,  $t_1$  — температура сверху после  $k$  опусканий в воду и т.д. (в соответствии с правилами).

2) Определим функцию `get-result-t-by-k-using-water`, где будем принимать  $k$ , массу всей воды, массу сверху, ~~температуру~~ температуру сверху. В функции будем  $k$  раз использовать формулу (1). Вернём ответ в значении типа `test` с незаполненными полями  $t_1$ .

3) Определим функцию `get-result-t-by-k-using-ice`. В ней будем принимать те же значения, что и в `get-result-t-by-k-using-water`. Теперь  $k$ -раз используем формулу (2). Вернём получившуюся температуру  $t_1$ .

4) Основная программа (главные функции):  
Заведем массив `tests` каждым элементом которого будет `test`. Проищем все возможные значения  $k$  и заполним массив `tests` с помощью `get-result-t-by-k-using-water` и `get-result-t-by-k-using-ice`. Заведем полученный массив в формате таблицы.  
Далее ~~все~~ ~~раз~~ ~~раз~~ бинарным поиском на границе от 1 до 1000 ищем  $k$  при котором  $W_k = 8000$ . В бинарном поиске





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Также вернем погрешит количества итераций.  
Выводим полувыбитые несколько значений для  
ближайших  $k$  и количество ~~и~~ итераций, сформировавшихся  
в цикле.

Ответ:

1)  $t_1 = 9,892^\circ\text{C}$ ,  $W_1 = 10$

2)  $t_2 = 3,241^\circ\text{C}$ ,  $W_2 = 31$

3) Таблица будет в ответе на ~~вопрос~~ 5 вопрос.

4) Значение  $k_m$  нельзя подобрать так, чтобы  $W_{k_m} = 8000$ .

Можно ~~достигать~~ получить значения близкие к  
этому значению: при  $k = 335$ ,  $W_{335} = 7999$ , при  $k = 336$

$W_{336} = 8002$ .

5)

$k$	$t_k, ^\circ\text{C}$	$W_k$	$\Theta_k, ^\circ\text{C}$
1	9,892	10	9,174
2	3,241	31	2,47
3	1,521	66	0,736
5	0,559	178	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



```

#include<iostream>
#include<vector>
#include<iomanip>
#include<cmath>
#include<algorithm>
using namespace std;

#define lld long double

struct test{
    int k;
    lld t, W, t1;
    test(int k_ = 0, lld t_ = 0, lld W_ = 0){
        k = k_, t = t_, W = W_;
    }
};

const lld c_s= 0.46 * 1e3, c_w = 4.19 * 1e3, lambda = 334 * 1e3, inf =1e9+5;

test get_result_t_by_k_using_water(int k, lld m_w, lld m_s, lld t_s){
    lld m = m_w / k;
    lld x = t_s, t_new;
    for(int i=0;i<k;++i){ //emulaion
        t_new = (c_s* m_s * x) / ((c_w)* m + c_s * m_s);
        x = t_new;
    }
    return test(k, x, t_s / x);
}

lld get_result_t_by_k_using_ice(int k, lld m_w, lld m_s, lld t_s){
    lld m = m_w / k;
    lld x = t_s, t_new;
    for(int i=0;i<k;++i){ //emulaion
        t_new = (c_s* m_s * x - 0.01 * m * lambda) / (c_w * m + c_s * m_s);
        x = t_new;
    }
    lld W = t_s / x;
    return max((lld)0, x);
}

int main(){
    vector<int> it(9);
    vector<test> tests(9);
    it[0] = 1, it[1] = 2, it[2] = 3, it[3] = 5, it[4] = 10;
    it[5] = 20, it[6] = 30, it[7] = 50, it[8] = 100;

    lld m_w = 0.1, m_s = 0.1, t_w = 0, t_s = 100;

    for(int j = 0; j < 9; ++j){
        int k = it[j];
        tests[j] = get_result_t_by_k_using_water(k, m_w, m_s, t_s);
        tests[j].t1 = get_result_t_by_k_using_ice(k, m_w, m_s, t_s);
    }
    for(int i=0;i<9;++i){
        cout << "k = " << tests[i].k << "\t" << "t_water = " << fixed <<
setprecision(3) << tests[i].t << "\t" << "W_k = "
        << fixed << setprecision(0) << tests[i].W << "\t"
        << "t_ice = " << fixed << setprecision(3) << tests[i].t1 << endl;
    }

    test t_1000 = get_result_t_by_k_using_water(1000, m_w, m_s, t_s);
    cout << "\n\nk = 1000 W_1000 = " << t_1000.W << "\n";

    cout << "\nNow I`ll try to find such k, that W_k == 8000, using binary
search\n";
    int l = 1, r = 1000;
    int q = 0;
    while(l + 1 < r){
        ++q;
        int m = (l+r) / 2;
        test t = get_result_t_by_k_using_water(m, m_w, m_s, t_s);
        if(t.W > 8000){

```

```

        r = m;
    }
    else{
        l = m;
    }
}
for(int i = l - 2; i <=r + 2;++i){
    cout << "k = " << i << " W_k = " << fixed << setprecision(0) <<
get_result_t_by_k_using_water(i, m_w, m_s, t_s).W << endl;
}
cout << "Number of requests: " << q << "\n\n";
system("pause");
return 0;
}

```

## Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

СФ МЭИ

Место проведения

US85-32

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 47091

ФАМИЛИЯ МОИСЕЕНКОВА

ИМЯ ВИКТОРИЯ

ОТЧЕСТВО ВАСИЛЬЕВНА

Дата рождения 21.04.2003

Класс: 9

Предмет КОМПЛЕКС

Этап: ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ

Работа выполнена на 4 листах

Дата выполнения работы: 16 февраля 2019 г.  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: 

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этапа Олимпиады, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Дано:

$$m_c = 0,1 \text{ кг}$$

$$m_b = 0,1 \text{ кг}$$

$$t_c = 100^\circ \text{C}$$

$$t_b = 0^\circ \text{C}$$

$$c_c = 4,19 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$$

$$c_b = 0,46 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$$

$$(w_c = \frac{t_c}{t_b})$$

1)  $t_1 - ?$     2)  $t_2 - ?$

$w_1 - ?$      $w_2 - ?$

3)  $t_k - ?$     4)  $k_k - ?$

$w_k - ?$

Решение.

1)  $k=1$

по закону сохранения энергии.

$$|Q_c| = |Q_b|.$$

$$|Q_c| = c_c m_c (t_c - t_1),$$

$$|Q_b| = c_b m_b (t_1 - t_b),$$

$$c_c m_c (t_c - t_1) = c_b m_b (t_1 - t_b)$$

$$c_c m_c t_c - c_c m_c t_1 = c_b m_b t_1 - c_b m_b t_b,$$

$$t_1 = \frac{c_b m_b t_b + c_c m_c t_c}{c_b m_b + c_c m_c}$$

$$[t_1] = \left[ \frac{\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{град}} \cdot \text{кг} \cdot \text{град} + \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{град}} \cdot \text{кг} \cdot \text{град}}{\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{град}} \cdot \text{кг} + \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{град}} \cdot \text{кг}} \right] = [\text{град}]$$

$$t_1 = \frac{4,19 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot 100 + 0,46 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot 0}{4,19 \cdot 10^3 \cdot 0,1 + 0,46 \cdot 10^3 \cdot 0,1} = \frac{4600}{419 + 46} = \frac{4600}{465} \approx 9,892^\circ \text{C}$$

$$w_1 = \frac{t_c}{t_1}, \quad w_1 = \frac{100^\circ \text{C}}{9,892^\circ \text{C}} = \frac{9300}{93} \approx 10.$$

2)  $k=2$

$$\Delta m_2 = m_b$$

$$m_2 = \frac{m_b}{k}, \quad (m_k = \frac{m_b}{k}).$$

$$m_2 = 0,05 \text{ кг}$$

по закону сохранения энергии.

а)  $|Q_{c2}| = |Q_{b1}|,$

$$c_c m_c (t_c - t_2') = c_b m_2 (t_2' - t_b),$$

$$t_2' = \frac{c_b m_2 t_b + c_c m_c t_c}{c_b m_2 + c_c m_c}$$

$$t_2' = \frac{4,19 \cdot 10^3 \cdot 0,05 \cdot 0 + 4,19 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot 100}{4,19 \cdot 10^3 \cdot 0,05 + 4,19 \cdot 10^3 \cdot 0,1} = \frac{4600 \cdot 2}{419 + 92} = \frac{9200}{511} \approx 18,004^\circ \text{C}$$

б) по закону сохранения энергии:

$$|Q_{c2}| = |Q_{b2}|,$$

$$c_c m_c (t_2' - t_2) = c_b m_2 (t_2 - t_b).$$





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$$t_2 = \frac{c_1 m_1 t_1 + c_2 m_2 t_2}{c_1 m_1 + c_2 m_2}$$

$$t_2 = \frac{0,46 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot 18,004 + 4,19 \cdot 10^3 \cdot 0,05 \cdot 0}{0,46 \cdot 10^3 \cdot 0,1 + 4,19 \cdot 0,05} \approx 3,241^\circ\text{C}$$

$$W_2 = \frac{t_1}{t_2}, \quad W_2 = \frac{100^\circ\text{C}}{3,241^\circ\text{C}} \approx 31$$

3. Составление алгоритма.

Шаг 1. - Ввод переменных  
 $T_e, T_w, C_w, C_c, K, i$  - уличные  
 $i$  - счетчик.

$M_e, M_w, W_k, T_k$  - вещественные.

Шаг 2  
 Начало программы  
 Присваиваем значения к переменным  $M_e, T_e, M_w, T_w,$   
 $C_w$  и  $C_c$ .

Шаг 3.

Вводим значение  $K$  (кол-во равных частей воды, где  $K$  - натуральное число).

Шаг 4

Проверка введенного числа.  
 Если  $K \leq 0$ , то пишем «ошибка».

Шаг 5. (если число нам подходит, т.е.  $K > 0$ ).

$$T_k = \frac{C_w \cdot \frac{M_w}{K} + t_w + C_c m_c t_c}{C_w M_w + C_c m_c} \quad (\text{это температура сверху после первого опущения в воду}).$$

присваиваем значение счетчику.

$$i := i + 1;$$

Шаг 6.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Цикл

Пока  $i > 0$  делаем:

$$i := i - 1;$$

$$T_k := \frac{C_w \cdot \frac{m_w}{k} \cdot T_w + C_c m_c \cdot T_c}{C_w \cdot \frac{m_w}{k} + C_c m_c}$$

(температура после последующих охладений в воду (погружений)).

Шаг 6

Когда стало  $i \leq 0$  выходим из цикла и выводим на экран конечную температуру  $T_k$  (округляя до тысячных)

Шаг 7.

$$W_k := \frac{T_c}{T_k}$$

и выводим на экран  $W_k$  (коэффициент охлаждения) (округляя до целых)

Конец программы.

k	$t_k$	$W_k$
1	9,892	10
2	3,241	31
3	1,521	66
5	0,559	179
10	0,154	6489
20	0,055	1819
30	0,035	2848
50	0,023	4306
100	0,016	6109

4) Можно подобрать значение  $k_n$ , при котором температура сверла уменьшается в 8000 раз.

Если округлить до трех знаков после запятой (как сказано в условии до этого), то при  $k = 335$   $t_k = 0,013$ ,  
а при  $k = 336$   $t_k = 0,012$ .



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Но если округлить до четырех знаков после запятой, то при  $k=335$   $t_2=0,0125$ . Получается, что температура сверла уменьшилась ровно в 8000 раз.  
Средоватемно,  $k_M=335$ .

Ответ 1)  $t_1 \approx 9,892^\circ\text{C}$ ,

~~$W_1 \approx 10$~~

2)  $t_2 \approx 3,241^\circ\text{C}$ ,

$W_2 \approx 31$ .

4)  $k_M^k = 335$ .

```
var Tc, Tw, k, Cw, Cc, i: integer;
Mc, Mw, Wk, Tk: real;
Begin
Mc:=0.1;
Tc:=100;
Mw:=0.1;
Tw:=0;
Cw:=4190;
Cc:=460;
writeln('Введите количество k равных частей воды, где k-натуральное число');
readln(k);
if k<=0 then writeln ('ошибка')
else
begin
Tk:=(Cw*Mw/k*Tw + Cc*Mc*Tc)/(Cw*Mw/k + Cc*Mc);
i:=k-1;
while i>0 do
begin
i:=i-1;
Tk:=(Cw*Mw/k*Tw + Cc*Mc*Tk)/(Cw*Mw/k + Cc*Mc);
end;
writeln('Конечная температура сверла равна ',Tk:4:3, ' градусов');
Wk:=Tc/Tk;
writeln('Коэффициент охлаждения равен', Wk:5:0);
end;
End.
```



# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

	СОШ №20
--	---------

№ группы

Место проведения

ГЦ 58-01
----------

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 47091

ФАМИЛИЯ НИКИТИН

ИМЯ КИРИЛЛ

ОТЧЕСТВО АЛЕКСАНДРОВИЧ

Дата рождения 14.03.2004

Класс: 9

Предмет КОМПЬЮТЕР

Этап: ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ

Работа выполнена на 03 листах

Дата выполнения работы: 16.02.2019  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: Кирилл

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№1.

Итак, мы видим, что нам нужно получить тепловой баланс  $k$  раз. Приблизим к значению из формулы:

П.к у нас только охлаждение и нагревание воды, то

$$\uparrow Q_1 = c_s m_s (t_k - t_c) \quad \text{— энергия, выделяющаяся при охлаждении стали.}$$

$$\downarrow Q_2 = c_v m_v (t_k - t_b) \quad \text{— энергия, потребляемая водой.}$$

Составим ур-ие теплового баланса:

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$c_s m_s (t_k - t_c) + c_v m_v (t_k - t_b) = 0$$

$$(c_s m_s + c_v m_v) t_k - c_s m_s t_c = 0$$

$$t_k = \frac{c_s m_s t_c}{c_s m_s + c_v m_v} \approx 9,892^\circ\text{C, при } k=1.$$

$$W_1 = \frac{100}{9,892} \approx 10$$

При  $k=2$  проделаем этот алгоритм 2 раза, но при этом  $m_b := \frac{m_b}{2} = 0,05 \text{ кг.}$

$$t_k = \frac{c_s m_s t_c}{c_s m_s + c_v m_b} \approx 18,004^\circ\text{C, теперь } t_c = t = 18,004^\circ\text{C}$$

$$t_k = \frac{c_s m_s t_c}{c_s m_s + c_v m_b} \approx 3,241^\circ\text{C}$$

$$W_2 = 31.$$

И так далее при другом  $k$ , составим таблицу с результатами:



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$k$	$t_k, ^\circ\text{C}$	$W_k$
1	9,892	10
2	3,241	31
3	1,521	66
5	0,559	149
10	0,154	649
20	0,055	1819
30	0,035	2848
50	0,023	4306
100	0,016	6109

Программа:

- Задаём все константы и входные данные,  
 $m_c = 0,1 \text{ кг}$ ;  $t_c = 100^\circ\text{C}$ ;  $m_b = 0,1 \text{ кг}$ ;  
 $t_b = 0^\circ\text{C}$ ;  $c_b = 4,19 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ ;  
 $c_c = 0,46 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ , а так же  
 переменные  $t_k$ ,  $W$ . Все заданные  
 нами данные в соответствующем  
 типе (в ABX Pascal - real) данных.  
 Задаём  $i$  и  $k$  - integer;  
 $i := 1$ .
- Вводим неизвестную  $k$ .
- Находим массу воды в  
 одной части:  $m_b := \frac{m_b}{k}$
- Задаём цикл:

Пока  $i \leq k$  делаем начало

$t_k := (c_c \cdot m_c \cdot t_c) / (c_b \cdot m_b + c_c \cdot m_c)$ ; - находим темп.  
 после уст. состояния.

$t_c := t$ ; - ~~температура~~ изменяем температуру стали.  
 конец;

5. Находим коэффициент охлаждения

$$W := \frac{100}{t_k}$$

6. Выводим данные (как нас просят с округлением):

write (t:0:3, ' ', W:0:0)

7. Конец.

Нельзя подобрать  $k$  и, чтобы температура уменьшалась  
 в 8000 раз, т.к. чем больше  $k$ , тем больше коэффициент,  
 а при  $k = 336$   $W = 8002$ , а при  $k = 335$   $W \approx 7999$



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



$$W_{\max} \text{ при } k = 10000000 \text{ и } k = 20000000$$
$$W_{\max} = 9033,$$



F458-61

```
var
mc,mv,tc,tv,cv,cc,W,t,tn:real;
i,k:integer;
begin
tn:=100;
mc:=0.1;
tc:=100;
mv:=0.1;
tv:=0;
cv:=4190;
cc:=460;
read(k);
mv:=mv/k;
for i:=1 to k do begin
t:=(cc*mc*tc)/(cv*mv+cc*mc);
tc:=t;
end;
W:=100/t;
write(t:0:3,' ',W:0:0)
end.
```

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

СОШ №20

Место проведения

XI 33-54

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 47111

ФАМИЛИЯ РОМАНОВА

ИМЯ ТАТЬЯНА

ОТЧЕСТВО СЕРГЕЕВНА

Дата рождения 10.12.2001

Класс: 11

Предмет КОМПЛЕКС

Этап: заключительный

Работа выполнена на 2 листах

Дата выполнения работы: 16.02.2019  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

Анна

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этапа Олимпиады, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$$m_c = 0,1 \text{ кг}$$

$$t_c = 100^\circ \text{C}$$

$$m_B = 0,1 \text{ кг}$$

$$t_B = 0^\circ \text{C}$$

$$C_B = 4190 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$$

$$C_c = 460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$$

$$W_k = \frac{t_c}{t_k}$$

по ур-ю мен. баланса  $Q_{\text{наг}} = -Q_{\text{отг}}$ 

$$1. k=1: C_B m_B (t_1 - t_B) = C_c m_c (t_c - t_1), C_B m_B t_1 - C_B m_B t_B = C_c m_c t_c - C_c m_c t_1$$

$$t_1 = \frac{C_c m_c t_c + C_B m_B t_B}{C_B m_B + C_c m_c}, t_1 = \frac{4600 + 0}{419 + 46} \approx 9,892^\circ \text{C}$$

$$W_1 = \frac{100^\circ \text{C}}{9,892^\circ \text{C}} \approx 10$$

1.  $t_1, W_1$  -?
2.  $t_2, W_2$  -?
3.  $t_k, W_k$  -?
4.  $W=8000, k$  -?

$$2. k=2: m_0 = \frac{m_B}{2} = 0,05 \text{ кг};$$

$$1) C_B m_0 (t_1 - t_B) = C_c m_c (t_c - t_1), \text{ где } t_1 - \text{тем-ра сверху после 1 порции}$$

$$t_1 = \frac{C_c m_c t_c + C_B m_0 t_B}{C_B m_0 + C_c m_c}$$

$$2) C_c m_c (t_1 - t_2) = C_B m_0 (t_2 - t_B), \text{ где } t_2 - \text{тем-ра сверху после обеих порций}$$

$$t_2 = \frac{C_c m_c t_1 + C_B m_0 t_B}{C_c m_c + C_B m_0} = \frac{C_c^2 m_c^2 t_c}{(C_c m_c + C_B m_0)^2}$$

$$t_2 = \frac{460 \cdot 460 \cdot 0,01 \cdot 100}{(46 + 4190 \cdot 0,05)^2} \approx 3,241^\circ \text{C}, W_2 = \frac{100}{3,241} \approx 31$$

3. Оформим действия в программу. При каждом новом значении  $k$  изменяем  $m_0 = \frac{m_B}{k}$  - масса одной порции. В цикле от 1 до  $k$  будем на каждой шаге находить температуру сверху после прибавления в  $i$ -ой порции воды, каждая из которых имеет тем-пу  $t_B = 0^\circ \text{C}$  ( $i \in [1; k]$ ). По завершению цикла выводим конечное значение  $t_k$  и  $W_k = \frac{t_c}{t_k}$ . Эти действия повторяем 100 раз, выводя таблицу для  $k \in [1; 100]$ . Выводим для  $k = 1; 2; 3; 5; 10; 20; 30; 50; 100$

$k$	$t_k, ^\circ \text{C}$	$W_k$	$\Theta_k$
1	9,892	10	9,174
2	3,241	31	2,470
3	1,521	66	0,736
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. Используя программу п.3, изменяем диапазон  $k$  с  $[1; 100]$  до  $[1; x]$ , где  $x$  - то значение  $k$ , которое постоянно увеличиваем, пока достигнем  $k_n$ , при котором температура уменьшится в 8000 раз, т.е.  $W_{k_n} = 8000$ . Попробуем, что при  $k = 335$  тем-ра уменьшится в 7999 раз, а при  $k = 336$  - в 8002 раза, что нам подходит.  
Ответ:  $k_n = 336$

5. Введем  $m_{\text{ол}}$  - масса льда в одной порции. По ур-ю  $m_1 = 0,01 m_B$ , тогда  $m_{\text{ол}} = \frac{0,01 m_B}{k}$   
 $C_c m_c (t_c - t_{i-1}) = \lambda \frac{0,01 m_B}{k} + C_B m_{\text{об}} (t_i - t_B)$ , где  $m_{\text{об}}$  - масса образовавшейся (после таяния льда) воды,  $t_i$  - температура сверху после всех  $k$  порций,  $t_{i-1}$  - тем-ра сверху после предыдущей порции.  
 При  $k = 1; 2; 3$  значения  $t_k = \Theta_k$  записаны в таблицу



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Рассмотрим случай  $k=5$ :

$$1) t_1 = \frac{C_{\text{мет}} t_c - \lambda \cdot \frac{0,01 \text{ м}}{5}}{C_{\text{мет}} + C_c \cdot \frac{m_3}{5}}, \quad t_1 \approx 34,924^\circ\text{C} = \frac{4600 - \frac{334}{5}}{46 + \frac{419}{5}} \text{ - темп-ра свёрха после 1-ой порции}$$

$$2) t_2 = \frac{C_{\text{мет}} t_1 - \lambda \cdot \frac{0,01 \text{ м}}{5}}{C_{\text{мет}} + C_c \cdot \frac{m_3}{5}}, \quad t_2 \approx \frac{46 \cdot 34,924 - 66,8}{129,8} \approx 11,862^\circ\text{C} \text{ - после 2-ой порции}$$

$$3) t_3 = \frac{C_{\text{мет}} t_2 - \lambda \cdot \frac{0,01 \text{ м}}{5}}{C_{\text{мет}} + C_c \cdot \frac{m_3}{5}}, \quad t_3 \approx \frac{46 \cdot 11,862 - 66,8}{129,8} \approx 3,689^\circ\text{C} \text{ - после 3-ей}$$

$$4) t_4 = \frac{C_{\text{мет}} t_3 - \lambda \cdot \frac{0,01 \text{ м}}{5}}{C_{\text{мет}} + C_c \cdot \frac{m_3}{5}}, \quad t_4 \approx \frac{46 \cdot 3,689 - 66,8}{129,8} \approx 0,793^\circ\text{C} \text{ - после 4-ой}$$

Для пятой порции имеем:  $-Q_{\text{отг}} = C_{\text{мет}} (t_4 - t_5) \neq$

$$Q_{\text{пл}} = \lambda m_{\text{л}} + C_{\text{в}} m_{\text{в}} (t_5 - t_5^{\text{пл}})$$

Предположим, что  $t_5 = 0^\circ\text{C}$ , т.е. вода нагреваться не будет, но лёд растает.

$$C_{\text{мет}} t_4 = \lambda m_{\text{л}} \quad 460 \cdot 0,1 \cdot 0,793 = 36,478 \text{ Дж - на охлаждение свёрха до } 0^\circ\text{C}$$

$$\lambda m_{\text{л}} = 334000 \cdot 0,01 \cdot \frac{0,1}{5} = 66,8 \text{ Дж - таяние всего льда}$$

$C_{\text{мет}} t_4 < \lambda m_{\text{л}} \Rightarrow$  растает не весь лёд в 5-ой порции, а только часть; вода в ней нагреваться не будет и больше обмена тепла не произойдёт. Заканчивается  $t = 0^\circ\text{C}$ , как и при  $k=6 \dots 100$ .



```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{
    int k,i,kol=0; double t[10000],m0,m1,a,b;
    double mc=0.1, tc=100, mv=0.1, tv=0, cv=4190, cc=460; //mc,mv-массы сверла и
    воды; tc,tv- начальные температуры сверла и воды; cc,cv-удельные теплоемкости
    сверла и воды.
    cout<<"k"<<" "<<"tk"<<" "<<"Wk"<<endl;
    for (k=1;k<=100;k++)
        if (k==1||k==2||k==3||k==5||k==10||k==20||k==30||k==50||k==100)
        {
            cout<<k<<" ";
            m0=mv/k;
            t[0]=tc;
            for (i=1;i<=k;i++)
            {
                a=cc*mc*t[i-1];
                b=cv*m0+cc*mc;
                t[i]=a/b;
            }
            cout<<fixed;
            cout.precision(3);
            cout<<t[k]<<" ";

            cout<<fixed;
            cout.precision(0);
            cout<<tc/t[k]<<endl;
        }
    system("pause");
}
```

1-3

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{
    int k,i,kol=0; double t[10000],m0,a,b;
    double mc=0.1, tc=100, mv=0.1, tv=0, cv=4190, cc=460;
    cout<<"k"<<" " <<"tk"<<" " <<"Wk"<<endl;
    for (k=1;k<=337;k++)
    {
        cout<<k<<" ";
        m0=mv/k;
        t[0]=tc;
        for (i=1;i<=k;i++)
        {
            a=cc*mc*t[i-1];
            b=cv*m0+cc*mc;
            t[i]=a/b;
        }
        cout<<fixed;
        cout.precision(3);
        cout<<t[k]<<" ";

        cout<<fixed;
        cout.precision(0);
        cout<<tc/t[k]<<endl;
    }
    system("pause");
}
```

```

#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{
    int k,i,kol=0; double t[10000],m0v,m0l,a,b;
    double mc=0.1, tc=100, mv=0.1, tv=0, cv=4190, cc=460, y=334000; //у-удельная
    теплота плавления льда;
    cout<<"k"<<" " <<"tk"<<" " <<"Wk"<<endl;
    for (k=1;k<=100;k++)
        if (k==1||k==2||k==3||k==5||k==10||k==20||k==30||k==50||k==100)
        {
            cout<<k<<" ";
            m0v=mv/k;m0l=0.01*mv/k; // m0l-масса льда в одной порции, m0v-масса
            образовавшейся(после таяния льда) воды в одной порции
            t[0]=tc;
            for (i=1;i<=k;i++)
            {
                a=cc*mc*t[i-1]-y*m0l;
                b=cv*m0v+cc*mc;
                t[i]=a/b;
            }
            cout<<fixed;
            cout.precision(3);
            cout<<t[k]<<" ";

            cout<<fixed;
            cout.precision(0);
            cout<<tc/t[k]<<endl;
        }
    system("pause");
}

```

```

    m0v,m0l,a,b;
    mv=0.1, tv=0, cv=4190, cc=460,
    cout<<"k"<<endl;

```

```

    m0v,m0l,a,b;
    mv=0.1, tv=0, cv=4190, cc=460,
    cout<<"k"<<endl;

```

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

СОШ №20

Место проведения

IR15-46

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 47101

ФАМИЛИЯ Рытик

ИМЯ Софья

ОТЧЕСТВО Михайловна

Дата рождения 14.02.2002

Класс: 10

Предмет комплекс

Этап: заключительный

Работа выполнена на 2 листах

Дата выполнения работы: 16.02.2019  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: 

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этапа Олимпиады, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Дано:  
 $m_c = 0,1 \text{ кг}$   
 $t_c = 100^\circ\text{C}$   
 $m_b = 0,1 \text{ кг}$   
 $t_b = 0^\circ\text{C}$   
 $c_b = 4190 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$   
 $c_c = 460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$   
 $W = \frac{t_c}{t_k}$

Решение:  
 Процесс охлаждения сверла: сверло погружается в воду меньшей, чем у сверла. Вода охлаждает сверло, сверло отдает тепло воде и охлаждается, сверло отдает тепло и кристаллизуется, сверло отдает тепло и кристаллизуется, сверло отдает тепло и кристаллизуется. Процесс кристаллизации до установления теплового равновесия.

N1 (K=1)

$$\left. \begin{aligned} Q_b &= c_b m_b (t_1 - t_b) - \text{тепло, принятое водой} \\ Q_c &= c_c m_c (t_c - t_1) - \text{тепло, отданное сверлом} \\ Q_b &= Q_c \end{aligned} \right\} \begin{aligned} c_b m_b (t_1 - t_b) &= c_c m_c (t_c - t_1) \\ t_1 &= \frac{c_c m_c t_c + c_b m_b t_b}{c_b m_b + c_c m_c} \end{aligned}$$

и.к.  $t_b = 0^\circ\text{C}$ , тогда  $t_1 = \frac{c_c m_c t_c}{c_b m_b + c_c m_c} \quad t_1 \approx 9,892^\circ\text{C} \quad W = \frac{t_c}{t_1} = \frac{100}{9,892} \approx 10,11 \approx 10$

N2 (K=2)

при  $K=2$   $m_b$  в каждой порции =  $0,1 : 2 = 0,05 \text{ кг}$

I погружение:

$$\left. \begin{aligned} Q_{b1} &= c_b m_{b1} (t_1 - t_b) \\ Q_{c1} &= c_c m_c (t_c - t_1) \\ Q_{b1} &= Q_{c1} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} t_1 &= \frac{c_c m_c t_c}{c_b m_{b1} + c_c m_c} \\ t_1 &\approx 18,004^\circ\text{C} \end{aligned}$$

II погружение:

$$\left. \begin{aligned} Q_{b2} &= c_b m_{b2} (t_2 - t_b) \\ Q_{c2} &= c_c m_c (t_1 - t_2) \\ Q_{b2} &= Q_{c2} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} t_2 &= \frac{c_c m_c t_1}{c_b m_{b2} + c_c m_c} \\ t_2 &\approx 3,241^\circ\text{C} \quad W = \frac{100}{3,241} \approx 30,85 \approx 31 \end{aligned}$$

N3.

Программа для нахождения миним. сверла и когда охлаждение для любого заданного значения  $K$  будет работать следующим образом:

- считываем значение  $K$
- находим массу воды в каждой порции: масса всей воды делится на кол-во порций
- задаем цикл, в котором будет  $K$  шагов / для каждой порции воды. В цикле находим температуру сверла после очередного погружения по формуле из N1.
- после нахождения конечной миним. сверла находим  $W (= 100 / t_{\text{сверла}})$

С помощью программы находим таблицу:





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

K	t <sub>K</sub>	W <sub>K</sub>
1	9,892	10,11 <sup>≈</sup> ≈ 10
2	3,241	30,85 <sup>≈</sup> ≈ 31
3	1,521	65,25 <sup>≈</sup> ≈ 66
5	0,559	178,89 <sup>≈</sup> ≈ 179
10	0,154	649,10 <sup>≈</sup> ≈ 649
10	0,055	1819,04 <sup>≈</sup> ≈ 1819
30	0,035	2848,15 <sup>≈</sup> ≈ 2848
50	0,023	4305,95 <sup>≈</sup> ≈ 4306
100	0,016	6108,53 <sup>≈</sup> ≈ 6109

```

//определить на языке C++
#include <iostream>
using namespace std;
main()
{long double tc=100, tv=0, mv=0.1, mc=0.1, cc=460, cv=4190, k,
w, int i;
cin >> k;
mv = mv/k;
for (i=1; i<=k; i++)
tc = (cc*mc*tc)/(cv+mv+cc*mc);
cout << tc << endl;
w = 100/tc;
cout << w;
}

```

№4  
При помощи двойного поиска можно найти ближайший к целому K, при K-ых знаке  $W \approx 8000$ . При  $K = 335$ ,  $W = 7998,92 \approx 7999$ . При  $K = 336$ ,  $W = 8001,77 \approx 8002$ .

№5.  
Создали массив a[K], в k-ой будем сохранять температуру воды каждой незагретой порции.  
Если смесь две порции воды одинаковой массы, то равновесная темп-а будет равна:  $\frac{t_1+t_2}{2}$  (где t1-темп-а 1 порции, а t2- t2-ой).  
Если смесь k-ой порции, то общая темп-а будет равна среднему арифметическому всех температур.  
С помощью программы составили таблицу:

K	1	2	3	5	10	10	30	50	100
t <sub>вк</sub>	9,892	10,623	10,812	10,917	10,962	10,973	10,975	10,976	10,977

Вывод: качество охлаждения сильно действительно увеличивается в разы, если воду для его охлаждения размешать на газе.

```
#include<iostream>
using namespace std;
main()
{long double tc=100, tv=0, mv=0.1, mc=0.1, cc=460, cv=4190, k, t=0, w; int i;
cin>>k;
long double a[int (k)]; //массив для сохранения температуры каждой порции воды
mv=mv/k; //масса воды в каждой порции
for (i=1; i<=k; i++)
{tc=(cc*mc*tc)/(cv*mv+cc*mc); //температура сверла и воды после каждого
погружения и установления темплового баланса
a[i]=tc;
}
cout<<"temperatura sverla: "<<tc<<endl;
w=100/tc;
cout<<"koefficient ohlajdeniya: "<<w;
for (i=1; i<=k; i++)
{t=t+a[i];
}
cout<<endl<<"ustanovivshayasya temperatura vsej massi vodi: "<<t/k;
cin.get(); cin.get();
}
```

temperatura vsej massi vodi :

temperatura vsej massi vodi :

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Москва

Место проведения

EV96-42

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 47101

ФАМИЛИЯ

Сизов

ИМЯ

АЛЕКСЕЙ

ОТЧЕСТВО

АЛЕКСАНДРОВИЧ

Дата  
рождения

14.05.2003

Класс:

10

Предмет

КОМПЛЕКС

Этап:

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ

Работа выполнена на 2 листах

Дата выполнения работы:

(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

Алексей

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этапа Олимпиады, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

1)

**Дано:**  
 $m_C = 0,1 \text{ кг}$   
 $m_B = 0,1 \text{ кг}$   
 $t_C = 100^\circ\text{C}$   
 $t_B = 0^\circ\text{C}$   
 $c_C = 460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{K}}$   
 $c_B = 4190 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{K}}$   
 $k=1$   
 $t'=?$   
 $W_1=?$

**Решение:**  
 $Q_C + Q_B = Q'_0$   
 $Q_C = c_C m_C t_C$   
 $Q_B = c_B m_B t_B$   
 $Q'_0 = t'(c_C m_C + c_B m_B)$   
 $W_1 = \frac{t_C}{t'}$

**Объем:** при  $k=1$ ,  $t_K \approx 9,892^\circ\text{C}$   $W_1 \approx 10,109$

2)

**Дано:**  
 $k=2$   
 $t''=?$   
 $W_2=?$

**Решение:**  
 $Q'_C + Q_B = Q''_0$   
 $Q'_C = t'' \cdot c_C \cdot m_C$   
 $Q'_C + Q_B = Q''_0$   
 $Q''_0 = t''(c_C m_C + c_B \frac{m_B}{2})$   
 $W_2 = \frac{t_C}{t''}$

**Объем:** при  $k=2$ ,  $t_K \approx 3,241^\circ\text{C}$   $W_2 \approx 30,855$

k	$t_K$	$W_k$	$t_{BK}$
1	9,892	10,108	9,892
2	3,241	30,857	10,622
3	1,527	65,755	10,871
5	0,559	148,88	10,974
10	0,154	649,7	10,981
20	0,0549	1419	10,992
30	0,0357	2848	10,995
50	0,0232	4305	10,996
100	0,0164	6708	10,997

$t_K$  и  $t_{BK}$  в  $^\circ\text{C}$   
 Ставим данные по заданию в Excel  
 По заданию и формуле  
 При  $k=500$  впервые в моем наборе данных встречается  $W_k > 5000$   
 Самые данные ищется в файлах data-sizov.txt и data-sizov.txt  
 Программа - скрипт Sizov.py  
 Алгоритм под модулем и страницей

500	0,0120156	8322,5284	10,9972072
-----	-----------	-----------	------------



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Алгоритм

#объявление переменных

$$mol = 0,1$$

$$mw = 0,1$$

$$cd = 460$$

$$cw = 4190$$

$$td = 100$$

$$tw = 0$$

$$k\_list = [1, 2, 3, 5, 10, 20, 30, 50, 100]$$

#основной цикл

Для каждого  $k$  в  $k\_list$ :

$$tk = td$$

$$tk\_temp\_list = []$$

Для каждого  $i$  в  $[1..k]$ :

$$tk = (cd * mol * tk + cw * (mw/k) * tw) / (cd * mol + cw * (mw/k))$$

В  $tk\_temp\_list$  добавить  $tk$

Вывести ( $k, tk, td/tk, \text{сумма всего в } (tk\_temp\_list)/k$ )

По задаче №5: Обоснование к алгоритму решения

$$Q_{B1} + Q_{B2} + \dots + Q_{Bk} = Q_B$$

$$c \frac{m_B}{k} \cdot t_1 + c \frac{m_B}{k} \cdot t_2 + \dots + c \frac{m_B}{k} \cdot t_k = c m_B \cdot t_{B\#}$$

$$\frac{t_1}{k} + \frac{t_2}{k} + \dots + \frac{t_k}{k} = t_B = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_k}{k}$$

Дополнительно:

Я попытался найти предельные  $t_k, W_k$  и  $t_{Bk}$

$$\text{При } k = 5 \cdot 10^7 \quad t_k \approx 0,01106991^\circ\text{C}, \quad W_k \approx 9033,49684776, \quad t_{Bk} \approx 10,973309949$$

После этого программа завершилась из-за нехватки оперативной памяти, выполнялось  $\approx$  8 минут и заняло 1,7 Гб оперативной памяти (файл `sizeov_2.py`)

$$\text{При } k = 10^9 \quad t_k \approx 0,011069900^\circ\text{C}, \quad W_k \approx 9033,504529652627$$

Программа выполнялась примерно 1 час 17 минут (файл `sizeov_3.py`)

Больше данных есть в файлах `data_sizeov.txt` и `data_sizeov_2.txt`

```
md=0.1
mw=0.1
cd=460
cw=4190
td=100
tw=0

k_list=[1,2,3,5,
        10,20,30,50,
        100,200,300,500]

for k in k_list:
    tk=td*k
    tk_temp_list=[]
    for i in range(k):
        tk=(cd*md*tk+cw*mw/k*tw)/(cd*md+cw*mw/k)
        tk_temp_list.append(tk)
    print(k,tk,str(td/tk),str(sum(tk_temp_list)/k))
```

```
md=0.1
mw=0.1
cd=460
cw=4190
td=100
tw=0
```

```
k_list=[1,2,3,5]
n=1
```

```
for k in k_list:
    tk=td*1
    tk_temp_list=[]
    for i in range(k):
        tk=(cd*md*tk+cw*mw/k*tw)/(cd*md+cw*mw/k)
        tk_temp_list.append(tk)
    print(k,tk,str(td/tk),str(sum(tk_temp_list)/k))
    if str(k)[0]=='5':
        n*=10
        k_list.append(n)
        k_list.append(n*2)
        k_list.append(n*3)
        k_list.append(n*5)
```



```
md=0.1
mw=0.1
cd=460
cw=4190
td=100
tw=0

k_list=[1,2,3,5]
n=1

for k in k_list:
    tk=td*k
    for i in range(k):
        tk=(cd*md*tk+cw*mw/k*tw)/(cd*md+cw*mw/k)
    print(k,tk,str(td/tk))
    if str(k)[0]=='5':
        n*=10
        k_list.append(n)
        k_list.append(n*2)
        k_list.append(n*3)
        k_list.append(n*5)
```

data cupob 1

Start time: 11:12  
End time: 11:20

1	9.89247311827957	10.108695652173912	9.89247311827957
2	3.241409155142635	30.850779773156898	10.622661524733743
3	1.520798493626707	65.75493099123615	10.811559115258168
5	0.5590050046994598	178.8892749784296	10.91714980855328
10	0.15405988384266225	649.0982435254051	10.961606790795317
20	0.054972439080482736	1819.093379749703	10.9724851260198
30	0.035110554770871334	2848.14639508239	10.974665667017998
50	0.023223700470076086	4305.945993785563	10.975970667728818
100	0.016370562414311	6108.525624787386	10.97672304088054
200	0.013538810893449231	7386.17303890293	10.977033925295718
300	0.012676800487015567	7888.425798167821	10.977128561283022
500	0.012015579203044581	8322.528469926892	10.977201153595825
1000	0.01153589845916092	8668.592251745049	10.977253815443667
2000	0.01130120247164196	8848.61591064574	10.977279581590286
3000	0.011223726132553612	8909.697084460853	10.977288087346114
5000	0.011162015977096757	8958.955103199021	10.977294862208192
10000	0.011115891067615806	8996.12990013301	10.977299926040851
20000	0.0110928792299411	9014.79209564341	10.977302452400028
30000	0.011085216109695813	9021.023948512275	10.9773032936955
50000	0.011079088309612347	9026.013441308056	10.977303966435285
100000	0.011074494031969487	9029.757902376694	10.977304470818893
200000	0.01107219739866182	9031.630885851615	10.977304722973322
300000	0.011071431929027082	9032.255325331495	10.977304807010908
500000	0.01107081957992602	9032.75491737968	10.977304874200335
1000000	0.01107036033407579	9033.129634650551	10.977304924619606
2000000	0.011070130717914085	9033.316999425886	10.977304950013135
3000000	0.011070054175960001	9033.379458716872	10.977304958044945
5000000	0.011069992948813208	9033.429421535522	10.977304965139949
10000000	0.011069947026059207	9033.46689596572	10.977304970181445
20000000	0.011069924064721993	9033.485633264943	10.977304972702127
30000000	0.011069916428045973	9033.491865091857	10.977304975402344
50000000	0.011069910322124963	9033.496847768876	10.977304977936061

Out of Memory  
Program used approximately 1.1GB of RAM

10.977304977936061  
 10.977304977936061  
 10.977304977936061  
 10.977304977936061  
 10.977304977936061

10.977304977936061  
 10.977304977936061  
 10.977304977936061  
 10.977304977936061  
 10.977304977936061

EV96-42  
data Cup 62

Start time: 11:30  
End time: 12:47

1 9.89247311827957 10.108695652173912  
2 3.241409155142635 30.850779773156898  
3 1.520798493626707 65.75493099123615  
5 0.5590050046994598 178.8892749784296  
10 0.15405988384266225 649.0982435254051  
20 0.054972439080482736 1819.093379749703  
30 0.035110554770871334 2848.14639508239  
50 0.023223700470076086 4305.945993785563  
100 0.016370562414311 6108.525624787386  
200 0.013538810893449231 7386.17303890293  
300 0.012676800487015567 7888.425798167821  
500 0.012015579203044581 8322.528469926892  
1000 0.01153589845916092 8668.592251745049  
2000 0.01130120247164196 8848.61591064574  
3000 0.011223726132553612 8909.697084460853  
5000 0.011162015977096757 8958.955103199021  
10000 0.011115891067615806 8996.12990013301  
20000 0.0110928792299411 9014.79209564341  
30000 0.011085216109695813 9021.023948512275  
50000 0.011079088309612347 9026.013441308056  
100000 0.011074494031969487 9029.757902376694  
200000 0.01107219739866182 9031.630885851615  
300000 0.011071431929027082 9032.255325331495  
500000 0.01107081957992602 9032.75491737968  
1000000 0.01107036033407579 9033.129634650551  
2000000 0.011070130717914085 9033.316999425886  
3000000 0.011070054175960001 9033.379458716872  
5000000 0.011069992948813208 9033.429421535522  
10000000 0.011069947026059207 9033.46689596572  
20000000 0.011069924064721993 9033.485633264943  
30000000 0.011069916428045973 9033.491865091857  
50000000 0.011069910322124963 9033.496847768876  
100000000 0.011069905729900215 9033.500595212514  
200000000 0.011069903433732065 9033.502468981012  
300000000 0.011069902497080194 9033.503233328032  
500000000 0.011069902227708752 9033.503453146397  
1000000000 0.011069900908528675 9033.504529652671

10.14574  
8908.460853  
8958.955103199021

8908.460853  
8958.955103199021

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Москва

Место проведения

ГИ 98-34

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 47111

ФАМИЛИЯ

Степанов

ИМЯ

Степан

ОТЧЕСТВО

Андреевич

Дата

рождения

22.04.2002

Класс:

11

Предмет

комплекс  
~~информатика~~

Этап:

факлогический

Работа выполнена на 3 листах

Дата выполнения работы: 16.02.19

(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

Степанов

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этапа Олимпиады, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

По закону сохранения энергии:

$$Q_{отданное} = Q_{полученное}$$

$$m_c c_c (t_c - t_k) = \frac{m_k}{k} c_k (t_k - t_0), \text{ где } t_k - \text{конечная температура.}$$

$$m_c c_c t_c - m_c c_c t_k = \frac{m_k}{k} c_k t_k - \frac{m_k}{k} c_k t_0$$

$$t_k = \frac{m_c c_c t_c + \frac{m_k}{k} c_k t_0}{\frac{m_k}{k} c_k + m_c c_c} \quad (1)$$

1. Чтобы найти температуру  $t_1$ , которую приобретёт сверло, если будет опущено сразу во всю имеющуюся воду, достаточно посчитать значение выражения (1) при  $k=1$ :

$$t_1 \approx 9,82^\circ\text{C}$$

$$W_1 = \frac{t_c}{t_1} \approx 10,11$$

2. Чтобы найти температуру  $t_2$ , которую приобретёт сверло при использовании двух порций воды, нужно:

Найти значение выражения (1) при  $k=2$ , затем подставить полученное значение вместо  $t_0$  в выражение (1) и найти его значение при  $k=2$ . Полученное значение  $t_k$  будет являться искомым нам результатом:

$$t_2 \approx 3,24^\circ\text{C}$$

$$W_2 = \frac{t_c}{t_2} \approx 30,85$$

3. Алгоритм программы (Степанов 1. рас):

1. Выводим  $k$

2. Запускаем цикл от 1 до  $k$ .

Каждая итерация цикла - новое опускание сверла в следующую порцию воды, поэтому после подсчёта температуры  $t_k$  сверла после опускания в воду, мы присваиваем полученное значение  $t$  начальной температуре сверла  $t_c$  для следующего погружения.

3. Находим  $W_k$  как отношение начальной температуры сверла  $t_0$  к конечной  $t_k$ .

4. Выводим полученные значения  $t_k$  и  $W_k$ .



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$k$	$t_k, ^\circ\text{C}$	$W_k$	$\theta_k, ^\circ\text{C}$
1	3,892	10	9,174
2	3,241	31	2,470
3	1,521	66	0,736
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  $k=335$  значение  $W_k$  максимально приближается к отметке в 8000 (можно находится подбором значений):

$$W_{335} \approx 7998,92$$

$$W_{336} \approx 8001,77$$

Заметим, что максимального значения  $W_k$  не существует, т.к. оно постоянно увеличивается с увеличением  $k$ :

$$k \rightarrow \infty$$

$$t_k \rightarrow 0$$

$$W_k \rightarrow \infty$$

Например, при  $k=232.141414$   $W_k \approx 9033,5$

5.  $m_n = \frac{0,1}{100} = 0,001 \text{ (кг)}$

По закону сохранения энергии:

$$Q_{\text{полученное}} = Q_{\text{отданное}}$$

$$\frac{m_n}{k} \lambda + \frac{m_b}{k} c_b (\theta_k - t_b) = m_c c_c (t_c - \theta_k)$$

$$\frac{m_n}{k} \lambda + \frac{m_b}{k} c_b \theta_k - \frac{m_b}{k} c_b t_b = m_c c_c t_c - m_c c_c \theta_k$$

$$\theta_k = \frac{m_c c_c t_c + \frac{m_b}{k} c_b t_b - \frac{m_n}{k} \lambda}{\frac{m_b}{k} c_b + m_c c_c} \quad (2)$$

Заметим, что после опускания в смесь разогретого сверла, сначала растает лёд, и только после этого начнёт нагреваться вся вода (в том числе бывшая льдом), т.к. нерастопленный лёд охлаждает воду, если она начнёт греться.





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Заметим, что ниже нуля температура сверла быть не может, т.к. вся смесь воды и льда изначально находится при температуре  $0^{\circ}\text{C}$ . Начиная с  $k=5$  сверло в любой порции смеси (и последующих порциях тоже) не сможет растопить лёд, т.е. охладится до  $0^{\circ}\text{C}$ . Т.о. при  $k \in [5; +\infty)$  сверло охлаждается до  $0^{\circ}\text{C}$ .

Алгоритм программы для этого пункта схож с алгоритмом для пункта 3 за исключением двух отличий:

1. вместо формулы (1) используется формула (2)
2. после цикла имеется строка, присваивающая конечной температуре  $t$  нулевое значение в случае, если из цикла она вышла с отрицательным значением (это означает, что вода не смогла растопить лёд во всех порциях смеси):

```
if  $t < 0$  then  $t := 0$ ;
```

Название программы: Stevanov2.pas.

```
const mc=0.1; tn=100; mv=0.1; tv=0; cc=460; cv=4190;
var w, t, tc: real;
    i, k: integer;
Begin
read(k);
tc:=tn;
for i:= 1 to k do begin
    t:=(mc*cc*tc + mv*cv*tv/k)/(mv*cv/k + mc*cc);
    tc:=t;
end;
w:=tn/t;
writeln('t=',t,' w=', w);
end.
```



```
const mc=0.1; tn=100; mv=0.1; tv=0; cc=460; cv=4190; ml=0.001; h=334000;
var t, tc: real;
    i, k: integer;
Begin
read(k);
tc:=tn;
for i:= 1 to k do begin
    t:=(mc*cc*tc + mv*cv*tv/k - ml*h/k)/(mv*cv/k + mc*cc);
    tc:=t;
end;
if t<0 then t:=0;
writeln('t=',t);
end.
```

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

CDLL №20

Место проведения

XI 33-3.1

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 47111

ФАМИЛИЯ Чайкина

ИМЯ Екатерина

ОТЧЕСТВО Юрьевна

Дата рождения 08.03.2001

Класс: 11

Предмет КОМПЛЕКС

Этап: ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ

Работа выполнена на 3 листах

Дата выполнения работы: 16.02.2019  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

Чайкина

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этапа Олимпиады, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Рассмотрим случай, когда  $k=1$ , т.е. свёрло опускается во всю глубину. Для этого заменим уравнение теплового баланса:

В получаемое - -Q отработанное, т.е.

$C_b m_b (t_1 - t_b) = -C_c m_c (t_1 - t_c)$ , где  $t_1$  - конечная температура воды и сверла, установившаяся при тепловом балансе;  $t_b = 0^\circ\text{C}$ , значит это уравнение можно исключить. Преобразуем уравнение:

$$C_b m_b t_1 - C_b m_b t_b = C_c m_c t_c - C_c m_c t_1$$

$$t_1 (C_c m_c + C_b m_b) = C_c m_c t_c + C_b m_b t_b$$

$$t_1 = \frac{C_c m_c t_c + C_b m_b t_b}{C_c m_c + C_b m_b} \quad - \text{это формула для}$$

определения конечной температуры. Т.к. начальная температура воды гринакова при любых  $k$ , то начальное  $C_b m_b t_b = 0$  (т.к.  $t_b = 0$ ), и его можно исключить, тогда мы получаем конечную формулу:

$$t_1 = \frac{C_c m_c t_c}{C_c m_c + C_b m_b}$$

Для  $k=1$  можно представить в нее значение в заданное значение. Для  $k>1$  сначала найдем массу каждой "порции" воды (здесь и в программе обозначим ее  $m_k$ ). Тогда  $m_k = \frac{m_b}{k}$ . После каждого окуряния сверла в воду его температура уменьшается (обозначим  $t_i$ ). В цикле, выполняющемся  $k$  раз, найдем температуру после каждого окуряния по формуле  $t_i = \frac{C_c m_c t_i}{C_c m_c + C_b m_k}$ , где  $t_i$  в числителе - температура до очередного взаимодействия с водой



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

После последнего выполнения цикла переменная  $t$ , принимает значение конечной температуры. Коэффициент охлаждения находим по формуле  $W_k = \frac{t_c}{t}$ . Определим с помощью программы значения  $t_k = t$ , и  $W_k$  для различных  $k$ .

$k$	$t_k$	$W_k$	$Q_k$
1	9.892	10	9.174
2	3.241	31	2.470
3	1.521	66	0.736
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

Рассмотрим случай использования варт со льдом. Малошмие найдем массу порций льда и варт ( $m_{lv}$  и  $m_{ve}$  соответственно):

$$m_{lv} = \frac{m_l}{k}, \quad m_{ve} = \frac{m_v}{k}$$

В начале каждого цикла проверяем, хватает ли тепла от таяния льда на охлаждение стержня до  $0^\circ\text{C}$  (сравниваем значение  $\lambda \cdot m_{lv}$  и  $c_s m_s t_1$ ). Если тепла хватает, то  $t_1 = 0^\circ$  (уст. температурой талана), если нет - находим конеч. темп-ру на каждом шаге.





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$$c_0 m_c (t_c - t_1) = \lambda m_{\lambda k} + c_0 (m_{bk} + m_{\lambda k}) t_1$$

$$c_0 m_c t_c - c_0 m_c t_1 = \lambda m_{\lambda k} + c_0 t_1 m_{bk} + c_0 t_1 m_{\lambda k}$$

$$t_1 (c_0 (m_{bk} + m_{\lambda k}) + c_0 m_c) = c_0 m_c t_c - \lambda m_{\lambda k}$$

$$t_1 = \frac{c_0 m_c t_c - \lambda m_{\lambda k}}{c_0 (m_{bk} + m_{\lambda k}) + c_0 m_c}$$

При этом  $t_c$  - температура сверху в начале контр. шара (в программе  $t_{c1}$ ),  $t_1$  - в конце (в программе также  $t_{c1}$ ). По таблице мы видим, что при  $k=5$  и дальше устанавливается тепловой баланс при  $t=0^\circ\text{C}$ . Для выполнения пункта №4 я использовала таблицу поиска по ответу Граммши поиска методом перебора установив ~~499~~ 330 и 340 (значения  $k$ , при которых значение  $W_k$  близко к 8000). Перебором  $k$  записываются в переменной  $x$ . В итоге поиск находит наименее приближенное значение  $k=335$  при котором  $W_k=7999$ . Если же условие предполагает, что  $W_k$  должно быть больше или равно 8000, то минимальное значение  $k=336$ , при котором  $W_k=8002$ .

Примечание: программа разветвлена по пунктам (при выполнении задания пункта 3 требуется ввер "3", при задании 4, 5 аналогично)

```

#include <iostream>
#include <cmath>
using namespace std;
int main()
{
    float k, Cc=460, Cv=4190, Mc=0.1, Mv=0.1, Tc=100, Tv=0, Wk, Mk, Tc1, i, l=330, r=340, x, Ml, L
=334000, Mlk, Mvk, enter;
    cout<<"Choose the number of the task>> ";
    cin>>enter;
    if (enter==3)
    {
        cout<<"Task 3: "<<endl;
        cin>>k;
        Mk=Mv/k;
        Tc1=Tc;
        for (i=1; i<=k; i++)
        {
            Tc1=(Cc*Mc*Tc1)/(Cv*Mk+Cc*Mc);
        }
        Wk=Tc/Tc1;
        cout<<fixed;
        cout.precision(3);
        cout<<"Tk="<<Tc1<<endl;
        cout<<fixed;
        cout.precision(0);
        cout<<"Wk="<<Wk<<endl<<endl; }

        else if (enter==4)
        { cout<<"Task 4: ";
        cout<<fixed;
        cout.precision(0);
        Wk=1;
        Tc1=100;
        while (Wk<7995||Wk>8005)
        {
            x=(1+r)/2;
            Mk=Mv/x;
            for (i=1; i<=x; i++)
            {
                Tc1=(Cc*Mc*Tc1)/(Cv*Mk+Cc*Mc);
            }
            Wk=Tc/Tc1;
            if (Wk>8005) r=x; else l=x;
        }
        cout<<x<<endl; }

        else if (enter==5)
        {cout<<"Task 5: "<<endl;
        cout<<fixed;
        cout.precision(3);
        Ml=0.01*0.1; Mv=Mv-Ml;
        cin>>k;
        Mlk=Ml/k; Mvk=Mv/k;
        Tc1=100;
        for (i=1; i<=k; i++)
        {
            if (L*MLk>=Cc*Mc*Tc1) Tc1=0;
            else Tc1=(Cc*Mc*Tc1-L*MLk)/(Cv*(Mvk+MLk)+Cc*Mc);
        }
        cout<<Tc1<<endl; }
        cin.get(); cin.get();
        return 0;
    }
}

```

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

№ 805 „ЛОМ No2” 2.  
Бум - Кристаллы  
Место проведения

КС 92-84  
шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 47091

ФАМИЛИЯ Чеснов

ИМЯ Илья

ОТЧЕСТВО Игоревич

Дата рождения 27.01.2004

Класс: 9

Предмет Комплекс

Этап: Заключительный

Работа выполнена на 7 листах

Дата выполнения работы: 16.02.2019  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: Чеснов

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этапа Олимпиады, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Дано:

$$m_c = 0.1 \text{ кг} \quad (m_c - \text{масса верха})$$

$$t_c = 100^\circ\text{C} \quad (\text{начальная температура верха} - t_c)$$

$$m_b = 0.1 \text{ кг} \quad (m_b - \text{масса шестеренчатой воды})$$

$$t_b = 0^\circ\text{C} \quad (t_b - \text{начальная температура воды (при разливе воды по корпусу начальная температура воды в них тоже будет равна } t_b))$$

$$c_b = 4.19 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \quad (\text{удельная теплоемкость воды})$$

$$c_c = 0.46 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \quad (\text{удельная теплоемкость верха})$$

Найти:

1)  $t_1, W_1 - ?$

2)  $t_2, W_2 - ?$

3) Какое значение, при котором  $W_k$  - максимально приближено к 8000.

3) заполнить таблицу

Решение:

1) По условию  $W_1 = \frac{t_c}{t_1}$ , где  $t_1$  - конечная температура верха после погружения его в смесь с водой,  $t_c$  - начальная температура верха и  $W_1$  - коэффициент охлаждения,  $t_1$  нам неизвестна, чтобы найти её найдем из уравнения теплового баланса:





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$Q_{\text{охлаждения}} = Q_{\text{нагревания}}$  - уравнение теплового баланса.

$c_c m_c \Delta t_c = Q_{\text{охлажд.}}$ , где  $\Delta t_c$  - изменение температуры  
 сверху:  $t_c - t_1$

$c_b m_b \Delta t_b = Q_{\text{нагрев.}}$ , где  $\Delta t_b$  - изменение температуры  
 снизу:  $t_1 - t_b$

$$c_c m_c (t_c - t_1) = c_b m_b (t_1 - t_b)$$

н.к.  $t_b = 0$  - по условию

$$c_c m_c (t_c - t_1) = c_b m_b t_1$$

$$c_c m_c t_c - c_c m_c t_1 = c_b m_b t_1$$

$$c_b m_b t_1 + c_c m_c t_1 = c_c m_c t_c$$

$$t_1 (c_b m_b + c_c m_c) = c_c m_c t_c$$

$$t_1 = \frac{c_c m_c t_c}{c_b m_b + c_c m_c}$$

$$t_1 = \frac{0,46 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,7 \text{ кг} \cdot 100^\circ\text{C}}{0,46 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,7 \text{ кг} + 4,19 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,7 \text{ кг}} =$$

$$= \frac{0,46 \cdot 10^4}{0,46 \cdot 10^2 + 4,19 \cdot 10^2} = \frac{0,46 \cdot 10^4}{4,65 \cdot 10^2} = \frac{0,46 \cdot 10^2}{4,65} = \frac{46}{4,65} = 9,892^\circ\text{C}$$

$$W_1 = \frac{100^\circ\text{C}}{\left(\frac{46}{4,65}\right)^\circ\text{C}} = \frac{100 \cdot 4,65}{46} = \frac{465}{46} = 10,1$$

1) Ответ:  $t_1 = 9,892^\circ\text{C}$ ,  $W_1 = 10,1$

2)  $W_2 = \frac{t_1}{t_2}$   $t_2$  - комнатная температура воздуха  
 (после опускания воздуха в оба сосуда)

Составим уравнение теплового баланса для воздуха, когда мы погрузим воздух в 1-й сосуд:



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$$Q_{\text{охлажд.1}} = Q_{\text{нагрев.1}}$$

$$c_c m_c \Delta t_{c1} = Q_{\text{охлажд.1}}, \text{ где } \Delta t_{c1} = t_c - t_1$$

$c_b m_b \Delta t_{b1} = Q_{\text{нагрев.1}}$ , где  $m_b = \frac{1}{2} m_b$  м.к. воды уже разделили по 2-ым сосудам (в каждом сосуде ~~одинаково~~ равное количество воды) и  $\Delta t_{b1} = t_1 - t_b$

$$c_c m_c (t_c - t_1) = c_b m_b \cdot (t_1 - t_b)$$

$$\text{м.к. } t_b = 0^\circ\text{C, мо}$$

$$c_c m_c t_c - c_c m_c t_1 = c_b m_b \cdot t_1$$

$$c_b \frac{1}{2} m_b \cdot t_1 + c_c m_c t_1 = c_c m_c t_c$$

$$t_1 (c_b \frac{1}{2} m_b + c_c m_c) = c_c m_c t_c$$

$$t_1 = \frac{c_c m_c t_c}{\frac{1}{2} (c_b m_b + c_c m_c)}$$

$t_1$  — температура верха, после погружения в 1-й сосуд. Не надо сразу считать температуру во 2-й сосуд и потом найти температуру верха —  $t_2$ , для этого составим уравнение между собой:

$$Q_{\text{охлажд.2}} = Q_{\text{нагрев.2}}$$

$$c_c m_c \Delta t_{c2} = Q_{\text{охлажд.2}}, \text{ где } \Delta t_{c2} = t_1 - t_2$$

$$c_b m_b \Delta t_{b2} = Q_{\text{нагрев.2}}, \text{ где } m_b = \frac{1}{2} m_b \text{ и } \Delta t_{b2} = t_2 - t_b$$

$$c_c m_c (t_1 - t_2) = c_b m_b (t_2 - t_b)$$

$$\text{м.к. } t_b = 0^\circ\text{C, мо}$$





$$C_c m_c t_1 - C_b m_b t_2 = C_b \frac{7}{2} m_b t_2$$

$$C_b \frac{7}{2} m_b t_2 + C_c m_c t_2 = C_c m_c t_1$$

$$t_2 (C_b \frac{7}{2} m_b + C_c m_c) = C_c m_c t_1$$

$$t_2 = \frac{C_c m_c t_1}{C_b \frac{7}{2} m_b + C_c m_c}$$

из през. уравнения методом баланса

$$t_1 = \frac{C_c m_c t_c}{\frac{7}{2} C_b m_b + C_c m_c}$$

$$t_2 = \frac{C_c m_c t_c}{\frac{7}{2} C_b m_b + C_c m_c} \cdot \frac{C_c m_c}{\frac{7}{2} C_b m_b + C_c m_c}$$

$$t_2 = \frac{C_c^2 m_c^2 t_c}{(\frac{7}{2} C_b m_b + C_c m_c)^2}$$

Подставляем числовые значения:

$$t_2 = \frac{(0.46 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}})^2 \cdot (0.1 \text{ кг}) \cdot 700^\circ\text{C}}{(\frac{7}{2} \cdot 4.19 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} + 0.46 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}})^2} =$$

$$= \frac{0.2776 \cdot 10^6 \cdot 0.07 \cdot 100}{(\frac{7}{2} \cdot 4.19 \cdot 10^2 + 0.46 \cdot 10^2)^2} = \frac{0.2776 \cdot 10^6}{(\frac{419}{2} + 46)^2} = \frac{2776 \cdot 10^2}{(209.5 + 46)^2} =$$

$$= \frac{2776 \cdot 10^2}{(255.5)^2} = 3.2474^\circ\text{C}$$

$$W_2 = \frac{100^\circ\text{C}}{(\frac{2776 \cdot 10^2}{(255.5)^2})^\circ\text{C}} = \frac{(255.5)^2 \cdot 100}{2776 \cdot 10^2} = \frac{6528025}{277600} = 30.85$$

2) Ответ:  $t_2 = 3.2474$ ,  $W_2 = 30.85$

3) всю программу я писал на основе формулы, которую мы изучили в 7-ом задании:  $t_{\text{конечное}} =$   
 $= \frac{C_c m_c t_c}{C_b m_b + C_c m_c}$  (f)



200 СС, 100, СВ - константы равные 400, 0.1,

4190 - соответственно, ~~тогда мы не берем~~  
~~константы, но только для программы, которая~~  
~~будет запущена на т.т. тв - масса воды в сосуд,~~  
~~тогда она определяется от тв - в сосуде.~~

100 - масса не константа, равная 0.1.  $t_{ст}$  - то же  
 константа, равная 100. В массиве хранятся  
 кол-ва сосудов: 1, 2, 3, 5, 10, 20, 36, 50, 100.

Мы проходим по массиву и ~~берем~~ ~~константы~~  
 берем его значения: 1, 2, 3 и т.д., ~~тогда~~  
 тогда мы взяли значения ~~и~~ мы вычисляем  
 массу воды ~~тогда~~ в каждом сосуде для  
~~каждого кол-ва~~ ~~взято~~ кол-ва сосудов.

(1) значение кол-ва кол-ва сосудов

После этого мы создаем переменную  $t_c$  - в которой  
 будет храниться температура воды перед  
 погружением в очередную воду. Затем  
 вычисляем по кол-ву сосудов ~~и считаем~~ ~~температуру~~  
 сверху после погружения его в очередную воду  
 по формуле (F) <sup>расчетная</sup> значение ~~и считаем~~  
 в переменной  $t_c$ . После ~~и считаем~~  
 коэффициент охлаждения (W) по формуле  
 из условия, После ~~и считаем~~ на экран  
 три значения: кол-во сосудов (j), начальную  
 температуру воды (t\_c) и коэффициент





отладки (VK), различные шиваны  
таблицы.

Моя программа называется: ~~№~~  $\text{che9kov3}^{\#}$

3) Ответ:

K	tK	Wk
1	9.893	10
2	9.241	31
3	7.521	66
5	0.559	179
10	0.154	649
20	0.055	1819
30	0.035	2648
40	0.023	4306
100	0.016	6709

4) Моя программа <sup>отвечает</sup> ~~работает~~ на  
алгоритме бинарного поиска и код из  
3-его задания.

Алгоритм этой программы такой же как  
и программа для 3-его задания с одной лишь  
отличией так-во вход  $\epsilon$  и шаг бинарного  
поиска в диапазоне от 0 до 1000 (график)  
диапазон был выбран мной ~~и~~ выбором т.е.  
я проверял <sup>сначала</sup> ~~диапазон~~ ~~до~~ до того момента  
пока не получил корректный ответ, позже  
я проверял вернуть ответ, и ~~оста~~  
по моему мнению он правильный.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано  
с этой стороны листа в рамке справа

В ответе моя программа получила 2 най-ва  
соурса: 735 при которой ~~каждый~~ сверх  
охладится в 7998.9 раз и 736 при которой  
сверх охладится в 8001.8 раз.

Моя программа называется: chepov4

Ответ: охладить сверх ровно в 8000 раз нельзя,  
но наиболее близк<sup>ие</sup> значен<sup>ия</sup> охлаждения к  
8000 это, 7998.9 раз и 8001.8 раз.

```
k = [1, 2, 3, 5, 10, 20, 30, 50, 100]
mv = 0.1
mc = 0.1
cv = 4190
cc = 460
tcn = 100
print('k', 'tk', 'wk', sep='\t')
for j in k:
    mvk = mv / j
    tc = 100
    for i in range(j):
        tc = (cc * mc * tc) / (cv * mvk + cc * mc)
    wk = tcn / tc
    print(j, tc, wk, sep='\t')
```

```
mv = 0.1
mc = 0.1
cv = 4190
cc = 460
tc = 100
tv = 0
tcn = 100
left = 0
r = 1000
while r - left > 1:
    print(r, left)
    m = (r + left) // 2
    tc = 100
    mv = 0.1 / m
    for i in range(m):
        tc = (cc * mc * tc) / (cv * mv + cc * mc)
    wk = tcn / tc
    print(tc, wk)
    if wk >= 8000:
        r = m
    else:
        left = m
print(r, left)
```