**Всероссийская олимпиада школьников по физике**

**(2019-2020 уч.г.) Школьный этап, 10 класс**

**Время выполнения -150 минут**

Все задачи оцениваются по следующим критериям:

|  |  |
| --- | --- |
| Правильность (ошибочность) решения | Баллы |
| Полное верное решение | 10 |
| Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение | 8 |
| Решение в целом верное, однако, содержит существенные ошибки (не физические, а математические). | 5-6 |
| Найдено решение одного из двух возможных случаев | 5 |
| Есть понимание физики явления, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений, в результате полученная система уравнений не полна и невозможно найти решение. | 2-3 |
| Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении). | 0-1 |
| Решение неверное, или отсутствует | 0 |

**Задача 1.**

В вертикальном теплоизолированном цилиндре под тяжёлым подвижным поршнем находится одноатомный идеальный газ, занимающий объём V. На поршень ставят груз, имеющий массу вдвое большую, чем масса поршня. Найдите объём газа в новом положении равновесия. Давлением над поршнем и трением поршня о стенки цилиндра можно пренебречь.

**Ответ V2 = 3/5 · V**

*Возможное решение*

Запишем для начального состояния n молей газа уравнение Клапейрона‒ Менделеева:

(mg/S)·V = νRT1

Здесь m – масса поршня, S – площадь его сечения, T1 – начальная температура газа. Для конечного состояния, в котором газ занимает объём V2:

(3mg/S)·V2 = νRT2

Из закона сохранения энергии, применённого для системы «газ + поршень + груз», следует:

3/2·νR(T2 – T1) = 3mg·(V – V2)/S

Решая систему уравнений, получаем:

V2 = 3/5 · V

**Задача 2**

Всё пространство между обкладками плоского конденсатора занимает непроводящая пластина с диэлектрической проницаемостью ε= 2. Этот конденсатор через резистор с большим сопротивлением подключён к батарее с ЭДС ξ = 100 B. Пластину быстро вынимают так, что заряды пластин конденсатора за время удаления пластины не успевают измениться. Определите, какую минимальную работу необходимо совершить для такого удаления пластины. Какое количество теплоты выделится в цепи к моменту, когда система придёт в новое равновесное состояние? Электрическая ёмкость незаполненного конденсатора C0 = 100 мкФ.

**Ответ A = 1Дж ,Q = 0.5 Дж:**

*Возможное решение*

До удаления пластины энергия конденсатора была равна: W1= q2/2C0ε=1 Дж , где заряд на пластинах конденсатора q1 = εC0 ξ=2\*100\*10-6\*100= 0,02 Кл

При удалении пластины заряд конденсатора не успевает измениться. Это означает, что энергия конденсатора после удаления пластины стала равна W2 = q2/2C0=.2 Дж.

Работа, которую необходимо совершить при удалении пластины, равна:

A = W2 –W1= 1 Дж

В новом равновесном состоянии заряд конденсатора будет равен q2 =C0ξ. Заряд уменьшился. Δq= ( q2- q1) = C0 ξ – 2C0 ξ= -C0 ξ =-0,01 Кл

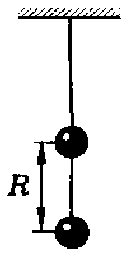
Батарея при этом совершит отрицательную работу по перемещению заряда.

А=ΔqU= Δqξ = -0,01\*100=-1 Дж

Энергия конденсатора тоже изменится: W3= С0U2/2=(10-4(100)2)/2=0,5 Дж

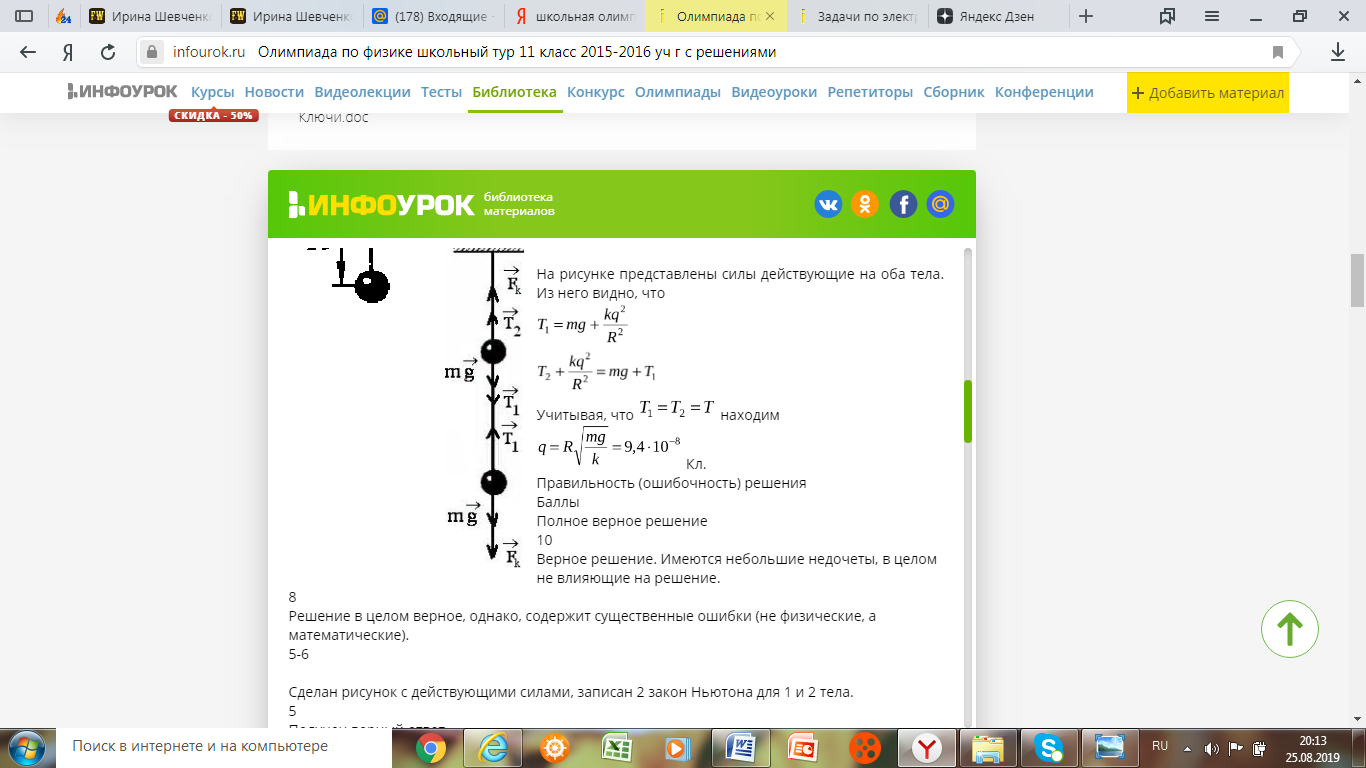
Запишем закон сохранения энергии для двух последних состояний:

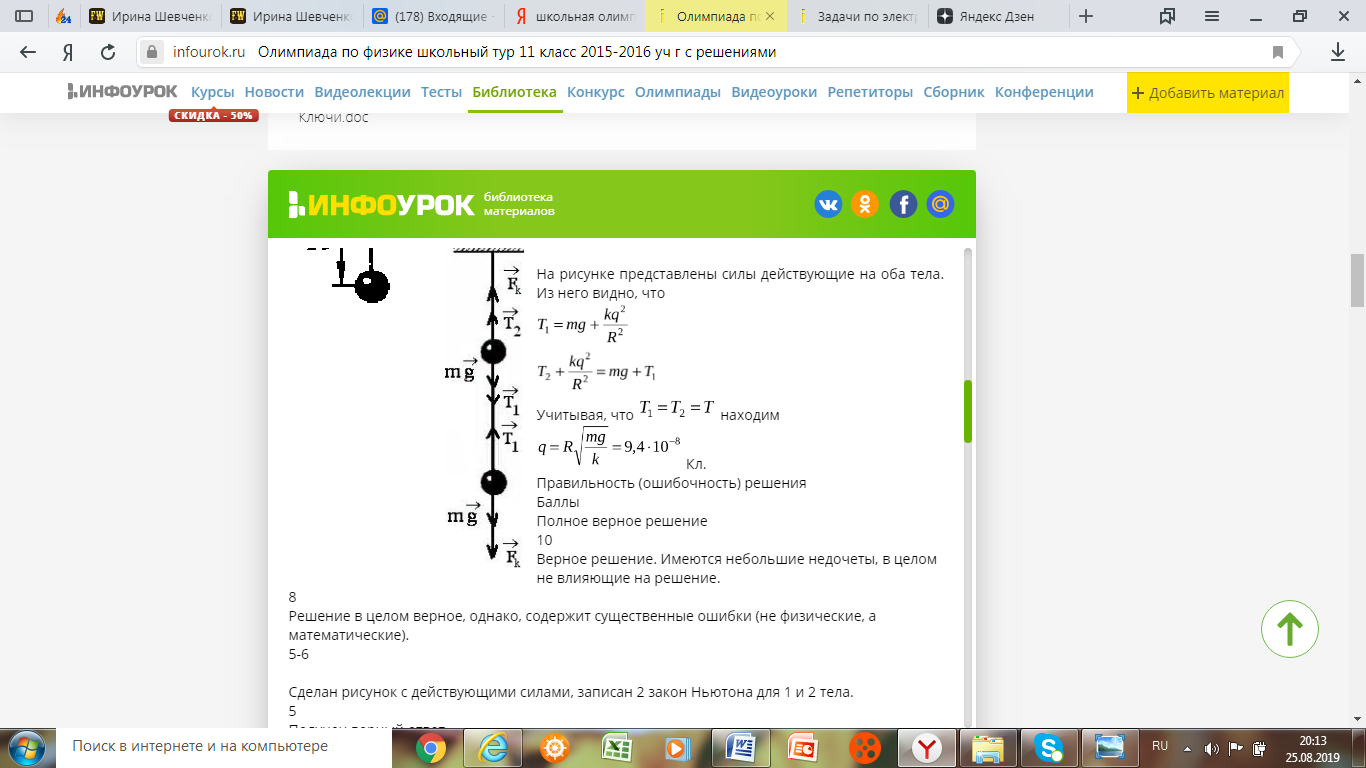
W2 + Aб = W3 + Q:

2-1=0,5+ Q: Отсюда Q=0,5 Дж

**Задача 3**

Два одинаковых шарика, массой 0,09 г каждый, заряжены одинаковыми знаками, соединены нитью и подвешены к потолку (рис.). Какой заряд должен иметь каждый шарик, чтобы натяжение нитей было одинаковым? Расстояние между центрами шариков 0,3 м. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k = 9·109Нм2/Кл2.

*Возможное решение*



**Задача 4**

Чтобы охладить воду, из холодильника в стакан переложили лед массой mл = 80 г. В

холодильнике поддерживается температура tл = –12 оC. Определите конечную температуру в калориметре. Удельная теплоёмкость воды Cв = 4200 Дж/(кг\*оC), удельная теплоёмкость льда Cл = 2100 Дж/(кг\*оC), удельная теплота плавления льда λ = 334 кДж/кг.

**Решение 3:**

Так как неясно, каким будет конечное содержимое калориметра (растает ли весь лёд?)

будем решать задачу «в числах».

Количество теплоты, выделяемое при охлаждении воды:

Q1 = 4200\*0,16\*30 Дж = 20160 Дж.

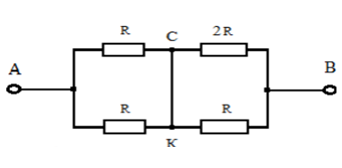
Количество теплоты, поглощаемое при нагревании льда:

Q2 = 2100\*0,08\*12 Дж = 2016 Дж.

Количество теплоты, поглощаемое при таянии льда: Q3 = 334000\*0,08 Дж = 26720 Дж.

Видно, что количества теплоты Q1 недостаточно для того, чтобы расплавить весь лёд

(Q1 < Q2 + Q3). Это означает, что в конце процесса в сосуде будут находится и лёд, и вода, а температура смеси будет равна t = 0 оC.

**Задача 4**

Найдите силу тока через перемычку СК в схеме, представленной на рис. 2, полагая, что R = 6 Ом, а напряжение между клеммами А и В равно 21 В. Сопротивление перемычки СК пренебрежимо мало

**Решение 4:**

