**Всероссийская олимпиада школьников. Школьный этап 2019/20 уч.г.**

**Физика, 11 класс, решения**

**Время выполнения 150 мин. Максимальное кол-во баллов - 40**

1. **Средняя скорость**

Велосипедист проехал первую половину пути со скоростью  . Затем он поехал с большей скоростью, но проколол шину. После попытки ликвидировать прокол велосипедист был вынужден оставшуюся часть пути пройти пешком. Чему равна средняя скорость движения велосипедиста на всём пути, если первую треть времени, затраченного им на вторую половину пути, он ехал со скоростью , вторую треть занимался проколом и последнюю треть шел пешком со скоростью 

**Решение:**

Для нахождения средней скорости нам потребуется формула , где – это весь путь, а – все время, затраченные на поездку.

,

где – время, потраченное на прохождение участка , а – участка .

Найдем время :

;

Найдем время :

; ,

по условию , поэтому второй множитель будет равен 0.

; *"*

Найдем время :

Найдем среднюю скорость :

**Критерии оценивания:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Критерий | Балл |
|  | Записана формула средней скорости. | 1 |
|  | Записано выражение для нахождения времени, затраченного для прохождения первой половины пути. | 1 |
|  | *Учтено*, что время Т1≠Т2, Т= Т1+Т2;  S=S1+S2=2 S1. | 1 |
|  | Получена верная формула для расчета второй половины пути с учетом времени, затраченного на ремонт колеса. | 2 |
|  | Получена верная формула для расчета полного времени движения. | 2 |
|  | Получена верная итоговая формула для расчета средней скорости. | 2 |
|  | Получен верный числовой ответ | 1 |

1. **Газовые законы**

Для отопления обычной квартиры площадью S=60 *м2* в месяц требуется при сильных морозах, судя по квитанциям ЖКХ, примерно  теплоты (1*кал*≈4,2 *Дж*). Она получается в основном при сжигании на теплоэлектростанциях природного газа – метана с КПД *η* преобразования энергии экзотермической реакции в теплоту около 50 %. Уравнение этой химической реакции имеет вид:

,

где *q*≈1,33·10-18 *Дж*. Представим себе, что пары воды, получившиеся в результате сжигания метана, сконденсировались, замёрзли на морозе и выпали в виде снега на крыше дома, равной по площади квартире. Будем считать плотность такого снега равной . Какова будет толщина *h* слоя снега, выпавшего за месяц в результате этого процесса?

**Решение.**

Толщина слоя снега определяется формулой , где *V* – объем выпавшего снега. Объем можно выразить соотношением , , где  – где количество вещества. Так как количество вещества связано с число Авогадро и числом молекул, то , следовательно , где *N* – количество молекул воды, образовавшихся за месяц в ходе реакции и образующих слой снега объемом *V*. Это число молекул воды *N*, образовавшихся за месяц при получении для отопления количества теплоты в 1 Гкал=4,2 ГДж. Молярная масса воды .

Поскольку в ходе реакции окисления (процесса горения) из одной молекулы метана образуется две молекулы воды, значит, образованию одной молекулы воды соответствует количество теплоты, равное половине от общего количества энергии *q*, выделившейся при реакции окисления, т.е. **. Теплоэлектростанция вырабатывает энергию , до потребителя доходит энергия .

Выразим число молекул воды, образовавшейся за месяц, которая сконденсировавшись, превращается на морозе в снег

, следовательно .

Таким образом толщина слоя снега составит:

.

**Критерии оценивания:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Критерий | Балл |
|  | Установлена связь между толщиной слоя снега и площадью данного слоя: | 1 |
|  | Установлена связь между объемом выпавшего снега и количеством молекул воды, содержащихся в данном объеме, например, . | 3 |
|  | Установлена связь между количеством молекул воды и количество теплоты, выделившейся при реакции окисления. Показано, что энергия, приходящаяся на одну молекулу воды равна . | 2 |
|  | Представлено соотношение между выработанной и потребленной энергиями с учетом КПД, т.е. учтено, что потребленная энергия равна . | 1 |
|  | Получена верная итоговая формула для расчета толщины слоя снега | 2 |
|  | Получен верный числовой ответ | 1 |

1. **Цепи с конденсатором**

Два одинаковых плоских конденсатора емкостью  каждый соединили параллельно, зарядили до напряжения  и отключили от источника тока. Затем пластины одного из конденсаторов раздвинули на расстояние, вдвое превышающее первоначальное. Какой заряд прошел при этом по соединительным проводам.

**Решение:**

Заряд каждого из конденсаторов после отключения питания . Так как конденсаторы отключены от источника питания, то суммарный заряд системы конденсаторов при увеличении расстояния между пластинами одного из конденсаторов остается неизменным .

После раздвижения пластин происходит перераспределение зарядов между конденсаторами, и их заряды становятся равны и , а напряжение обкладках конденсатора после раздвижения пластин равно :





Получаем, что 



Так как при раздвижении пластин электроемкость уменьшается, то 

Преобразовываем  , отсюда 

Найдем электрический заряд, который протечет по соединительным проводам во время раздвижения пластины:







**Критерии оценивания:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Критерий | Балл |
|  | Указано, что суммарный заряд на конденсаторах остается постоянным | 1 |
|  | Указано, что электроемкость второго конденсатора уменьшилась в 2 раза | 1 |
|  | Получена связь напряжений до и после увеличения расстояния между пластинами | 1 |
|  | Получена верная итоговая формула для расчета величины прошедшего заряда | 1 |
|  | Получен верный числовой ответ | 1 |

1. **Влажность**

На некоторой высоте над поверхностью Земли слой воздуха объемом  имеет температуру при относительной влажности 70%. Воздух охладился до. Найдите массу выпавшего дождя. Плотности насыщенного пара при температурах  и  соответственно  и 

**Решение:**

Дождь будет выпадать в том случае, если плотность водяных паров, содержащихся в воздухе, в процессе охлаждения превысит максимально возможное значение, равное плотности насыщенного пара при температуре 



При  плотность водяных паров составит

Получившееся значение больше плотности насыщенного пара при .Это значит, что лишняя вода выпадет в виде дождя.

Начальная масса водяного пара . Масса водяного пара, которая может содержаться в воздухе при  составляет. В виде дождя выпадет разность этих масс.







**Критерии оценивания:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Критерий | Балл |
|  | Указано, при каком условии выпадет дождь | 1 |
|  | Найдена плотность водяного пара при | 1 |
|  | Указано, что масса водяного пара, которая может содержаться в воздухе при  составляет | 1 |
|  | Получена верная итоговая формула для расчета массы выпавшего дождя | 1 |
|  | Получен верный числовой ответ | 1 |

1. **Смешанные соединения проводников**

Источник постоянного тока замыкается один раз проводником сопротивлением , другой раз – проводником сопротивлением . В том другом случае количество тепла, выделяющегося в проводниках за одно и то же время, оказывается одинаковым. Каково внутреннее сопротивление источника?

**Решение:**

В решении будем отталкиваться от условия, что тепловая мощность в первом и втором случаях одинакова , где ; . Следовательно 

Из закона Ома для полной цепи ; 





Раскрыв скобки и приведя подобные, получим:



Отсюда 



**Критерии оценивания:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Критерий | Балл |
|  | Записана формула определения тепловой мощности. | 2 |
|  | Записано закон Ома для полной цепи. | 2 |
|  | *Учтено* равенство тепловых мощностей в первом и во втором случаях | 1 |
|  | Получена верная итоговая формула для расчета внутреннего сопротивления. | 4 |
|  | Получен верный числовой ответ. | 1 |