**Министерство науки и высшего образования РФ**

**Совет ректоров вузов Томской области**

**Открытая региональная межвузовская олимпиада**

**2019‑2020**

**ФИЗИКА**

**9 класс**

**II этап**

**Задача 1**

На лабораторных работах по определению теплоёмкости воды, ученикам выдавали калориметры, в которые наливалось воды и электрический нагреватели мощностью , подключённые к источникам питания. Спустя время , когда вода ещё не закипела, один из учеников заметил, что потребляемая мощность снизилась на . Определите, при какой температуре воды произошло падение мощности источника тока, если начальная температура воды , температура воды в конце эксперимента . Плотность воды , а удельная теплоемкость воды .

**Оценка задания № 1 - 20 баллов**

**Решение**

Пусть – температура при которой произошло падение мощности, – время при котором произошло падение мощности. Запишем уравнения теплового баланса для двух этапов нагревания:

Здесь мы заменили массу воды . Складывая два этих уравнения получим

Отсюда легко получить выражение для

Подставим полученной выражение в первое уравнение теплового баланса и выразим

Наконец получим численное значение

**Ответ:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Критерий** | **Баллы** |
| Записаны уравнения теплового баланса для 2-х случаев | **6** |
| Получено выражение для времени при котором произошло падение мощности | **6** |
| Получено выражение в общем виде для | **4** |
| Получено численное выражение для | **4** |

**Задача 2**

Для сцепки четырёх вагонов, отличающихся по массе на в сторону увеличения, первый вагон скатывают с горки длиной и углом наклона . Остальные вагоны расположены на горизонтальной поверхности и отстоят друг от друга на небольшом расстоянии. Считая каждую сцепку абсолютно не упругой, найти скорость такого состава сразу после последней сцепки.

**Оценка задания № 2 - 20 баллов**

**Решение**

Пусть *m* – масса 1-го вагона, тогда 1,1*m* – масса второго вагона, 1,2*m* – масса третьего вагона, 1,3*m* – масса четвертого вагона. Высота горки с которой скатывается первый вагон

Следовательно, по закону сохранения энергии скорость первого вагона перед первой сцепкой выражается из уравнения

Тогда

Рассмотрим первую сцепку. По закону сохранения импульса имеем

где – скорость системы из второго и первого вагонов. Отсюда следует

Аналогично рассматриваем вторую сцепку:

где – скорость системы из 3-х вагонов, и

Наконец для последней сцепки

где – скорость системы 4-х вагонов отсюда:

Подставляем выражение для и получаем

**Ответ:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Критерий** | **Баллы** |
| Получено выражение для скорости с использованием закона сохранения энергия | **4** |
| Получено выражение для скорости (закон сохранения импульса) | **4** |
| Получено выражение для скорости (закон сохранения импульса) | **4** |
| *Два предыдущих пункта у некоторых школьников могут отсутствовать, т.к. для каждой сцепки выполнен закон сохранения импульса и можно сразу записать*  *где – скорость системы из четырех вагонов сразу после сцепки.* | ***8*** |
| Получено выражение для скорости (закон сохранения импульса) через | **4** |
| Получено окончательное выражение для скорости | **4** |

**Задача 3**

|  |  |
| --- | --- |
| Электрическая цепь подключена к источнику постоянного тока. Показания амперметра , а вольтметров и соответственно. Найти сопротивления всех приборов, если вольтметры одинаковы.  **Оценка задания № 3 - 20 баллов** |  |

**Решение**

Поскольку амперметр подключен параллельно с вольтметром напряжение на нем совпадает с напряжением на вольтметре 2, тогда по закону Ома сопротивление амперметра:

Если обозначить – силу тока на вольтметре 1, а – силу тока на вольтметре 2, должно быть выполнено равенство

Так как вольтметры одинаковы имеем:

где – сопротивление вольтметров. Из последнего выражения получим

Наконец получим:

**Ответ:** 600 Ом

|  |  |
| --- | --- |
| **Критерий** | **Баллы** |
| Определено напряжение на амперметре | **4** |
| Получено выражение в общем виде для сопротивления амперметра | **4** |
| Записано соотношение связывающее токи на приборах | **6** |
| Получено выражение в общем виде для сопротивления вольтметров | **4** |
| Получены численные выражения сопротивлений | **2** |

**Задача 4**

|  |  |
| --- | --- |
| На данном рычаге через равные расстояния прикреплены крючки. Крючки пронумерованы от до , где приходится на середину рычага. Все грузы одинаковой массы. Определите номер крючка, к которому нужно подвесить такой же груз, чтобы рычаг находился в равновесии.  **Оценка задания № 4 - 20 баллов** |  |
|  |  |

**Решение**

Обозначим массу весящую на крючке под номером . Во введенных обозначения момент силы тяжести действующий на крючке под номером имеет вид

*,*

где – длина отрезка рычага между двумя крючками. Таким образом можно записать уравнение моментов:

,

где номер крючка на который нужно повесить груз. Последнее уравнение можно записать следующим образом

**Ответ:** № 3

|  |  |
| --- | --- |
| **Критерий** | **Баллы** |
| Правильно записано уравнение моментов | **12** |
| Правильно вычислен номер крючка | **8** |

**Задача 5**

Скатываясь равноускоренно с наклонной плоскости, брусок проезжает мимо четырёх меток, отстоящих на одинаковом расстоянии друг от друга. На прохождение между двумя первыми метками он затратил , а между второй и третей проехал за . Определите время движения бруска между третьей и четвертой метками.

**Оценка задания № 5 - 20 баллов**

**Решение**

Имеют место тождества

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |
|  | (2) |
| Из тождества (3) следует квадратное уравнение на | (3) |

где

Положительный корень этого уравнения имеет вид

Вычислим значения и . Из уравнений (1) и (2) после соответствующих переобозначений получим систему:

Решение этой системы

Следовательно

**Ответ:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Критерий** | **Баллы** |
| Записаны тождества (1), (2) и (3) | **6** |
| Получено квадратное уравнение на , решено и выбран верный корень уравнения | **4** |
| Получена система уравнений для определения и | **4** |
| Получены верные значения для и | **4** |
| Правильно вычислено значение | **2** |