**Министерство науки и высшего образования РФ**

**Совет ректоров вузов Томской области**

**Открытая региональная межвузовская олимпиада**

**2019‑2020**

**ФИЗИКА**

**10 класс**

**II этап**

**Задача 1**

Однородный металлический стержень согнут под прямым углом в отношении и шарнирно подвешен за середину длинной стороны. Определить угол, который образует длинная сторона с вертикалью.

**Оценка задания № 1 – 20 баллов**

**Решение**

О

𝛼

|  |  |
| --- | --- |
| Запишем уравнение моментов относительно точки *O*  Где – длина 1 части стержня, а – масса одной части стержня.  По второму закону Ньютона |  |

Тогда уравнение моментов принимает вид:

Отсюда легко получить

Или

**Ответ:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Критерий** | **Баллы** |
| Есть рисунок и расставлены силы | **4** |
| Записано уравнение моментов сил относительно точки *О* | **6** |
| Использован второй закон Ньютона для определения силы реакции опоры | **4** |
| Получено выражение для тангенса или котангенса угла | **4** |
| Получен ответ | **2** |

**Задача 2**

|  |  |
| --- | --- |
| Определите КПД цикла идеального одноатомного газа, изображённого на рисунке. Участки 2-3 и 3-4 на чертеже представляют собой дуги окружностей с центрами в точках и соответственно.  **Оценка задания № 2 – 20 баллов** | **10_3.jpg** |

**Решение**

Для начала вспомним, что КПД цикла можно вычислить, как отношение работы за цикл к подведенному от нагревателя теплу, то есть

где – работа газа за цикл, – тепло подведенное от нагревателя.

Работа газа за цикл численно равна площади цикла в координатах следовательно

Теперь заметим, что тепло к газу подводится только на участках 1-2, 2-3 и 3-4. На участке 1-2 работа газом не совершается, значит по первому началу термодинамики

Из уравнения Менделеева-Клейперона следует, что

Тогда

Рассмотрим теперь участок 2-3-4. Аналогично имеем

Работа газа на этом участке определяется площадью под графиком участка 2-3-4 и равна

Для вычисления изменения внутренней энергии запишем уравнение Менделеева-Клейперона в точке 4:

Теперь легко видеть, что

Наконец, поскольку

несложно вычислить значение КПД

**Ответ:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Критерий** | **Баллы** |
| Записано определение КПД цикла | **2** |
| Вычислена работа газа за цикл | **4** |
| Правильно определены участки на которых подводится тепло | **4** |
| Получено выражение для подведенного тепла на участке 1-2 | **2** |
| Правильно определенно подведенное тепло на участке 2-3-4 | **6** |
| Получен верное выражение для КПД цикла | **2** |

**Задача 3**

Для лабораторных испытаний на мини-плитке с сопротивлением , её подключили последовательно с сопротивлением . При длительной работе плитка нагрелась до максимальной температуры от комнатной . Определите максимальную температуру плитки, если параллельно c ней включить ещё одну такую же плитку?

**Оценка задания № 3 – 20 баллов**

**Решение**

Заметим, что изменение температуры от комнатной до максимальной пропорционально мощности плитки.

Рассмотрим первый случай. Пусть в этом случае через плитку проходит ток , тогда

Поскольку (последовательное соединение):

где *u –* ЭДС источника, легко видеть

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |

Теперь рассмотрим второй случай. Если ток проходящий через плитку обозначить , тогда

где – искомая температура. Так как источник тока остался прежним:

Следовательно

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2) |

Разделим уравнение (2) на уравнение (1) и проделаем алгебраические преобразования получим:

Вычисления дают

.

**Ответ:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Критерий** | **Баллы** |
| Сказано о том, что изменение температуры плитки пропорционально мощности | **6** |
| Записано выражение для тока | **2** |
| Получена формула (1) | **4** |
| Записано выражение для тока | **2** |
| Получена формула (2) | **4** |
| Верно решена система уравнений (1), (2) и получен правильное выражение для | **2** |

**Задача 4**

|  |  |
| --- | --- |
| На рисунке показан ход светового луча до линзы и после линзы. Найти построением точные положения *каждого* фокуса линзы и ход светового луча после линзы.  **Оценка задания № 4 – 20 баллов** | *1*  *1’*  *2* |

**Решение**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Для построения фокуса справа, проведем побочную оптическую ось (голубым цветом) параллельную лучу 1 до пересечения с лучом 1’. Полученная точка пересечения является побочным фокусом справа от линзы. Опустим из нее перпендикуляр до главной оптической оси (также голубым цветом). Полученная точка пересечения фокальной плоскости справа с главной оптической осью есть главный фокус линзы. Затем построим побочную оптическую ось (оранжевым цветом) параллельную лучу 1’ до пересечения с лучом 1. Это есть побочный фокус линзы слева. Проведем перпендикуляр (фокальную плоскость) из этого побочного фокуса до пересечения с главной оптической осью линзы. Данная точка пересечения – главный фокус линзы справа. Для построения луча 2’ необходимо построить побочную оптическую ось (зеленым цветом) параллельную лучу 2 до пересечения с фокальной плоскостью справа. Данная точка пересечения – побочный фокус, через который проходит луч 2’ (красным цветом). Этот луч параллелен главной оптической оси. | *1*  *1’*  *2*  F  F  2’ | |
| **Критерий** | | **Баллы** |
| Используя ход луча 1-1’ получена фокальная плоскость справа от линзы | | **6** |
| Для построения фокуса слева линзы после оси использовано обращение лучей | | **8** |
| Построен ход луча 2’ | | **6** |

**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** |