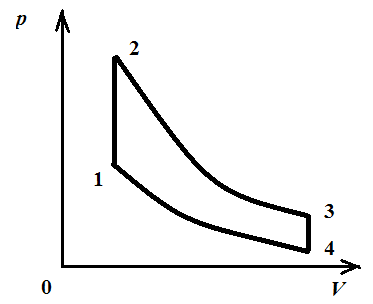
**11 класс, вариант 4**

**1.** Тепловой двигатель работает по циклу, состоящему из двух изохор и двух адиабат. Рабочим телом является одноатомный идеальный газ. Температуры в 1, 2 и 4 состояниях равны *Т*1 = 524 К, *Т*2 = 786 К и *Т*4 = 300 К. Определите коэффициент полезного действия двигателя.

***Решение***

Определим температуру *Т*3. Для адиабат имеем:

Для изохор имеем:

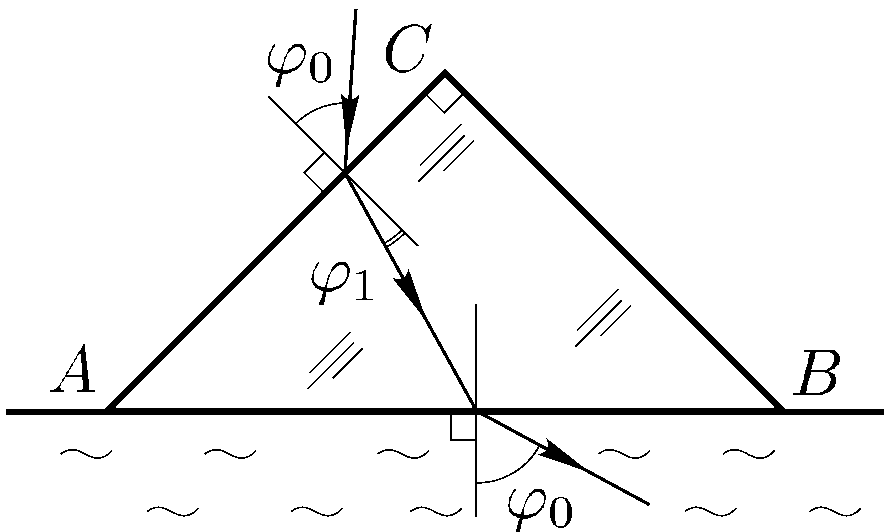
Тогда

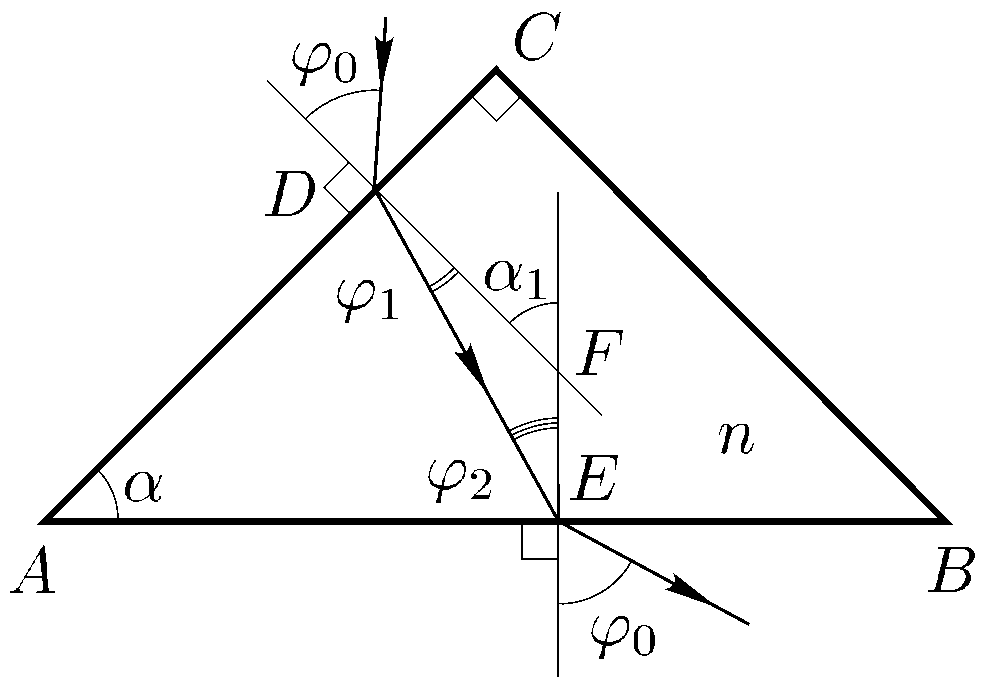
Коэффициент полезного действия определяется как

Процессы, в которых происходят получение и отдача теплоты, являются изохорными, поэтому

Тогда

***Ответ:***

**2.** Равнобедренная стеклянная призма *ABC* касается поверхности воды. Луч света, падающий из воздуха под углом ϕ0 на грань *АС*, после прохождения призмы выходит через грань *АВ* под тем же углом ϕ0. Угол преломления равен 19°. Угол *С* при вершине призмы – прямой. Определите показатель преломления воды *n*0. Значение ϕ0 не задано.



***Решение***

Пусть показатель преломления стекла равен *n*. Для луча, преломляющегося на гранях *АС* и *АВ*:

;

;

.

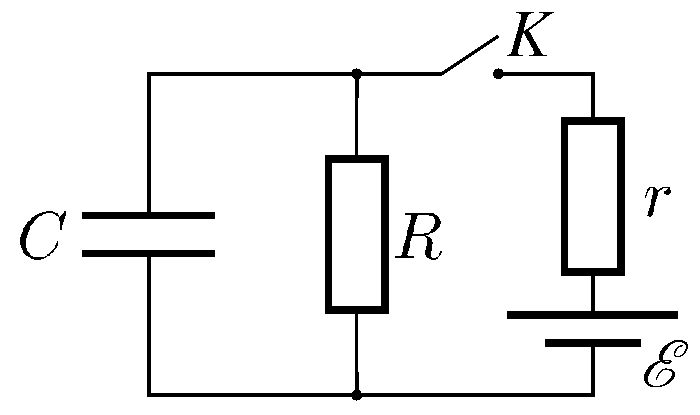
Угол . Для треугольника *DEF* угол  – внешний.

;

Углы  и  равны как углы со взаимно перпендикулярными сторонами. Тогда

≈1,34

***Ответ:***

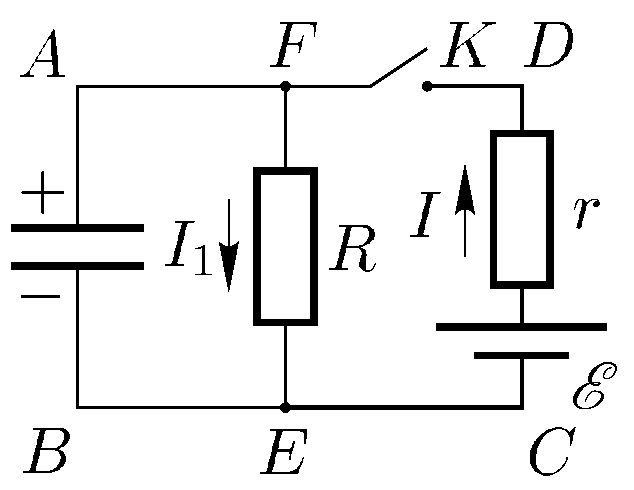
**3.** Электрическая цепь, схема которой изображена на рисунке, состоит из источника постоянного тока с ЭДС  и внутренним сопротивлением *r*, конденсатора ёмкостью *С* и резистора *R*. В начальный момент конденсатор не заряжен. Ключ *К* в схеме сначала замыкают, а затем размыкают в тот момент, когда скорость изменения энергии, запасённой в конденсаторе, достигает максимума. Какое количество теплоты выделится в цепи после размыкания ключа?

***Решение***

Энергия, запасенная в конденсаторе, , где *q* – заряд на обкладках конденсатора, а *С* – ёмкость конденсатора.

Скорость изменения энергии может быть вычислена как

.

Для контура *ABCD*

,

и

.

Для контура *ABEF*, учитывая, что

,

получим

.

Тогда

Исследуем на максимум произведение

Максимум этого выражения достигается при

.

Это напряжение будет и на конденсаторе в момент размыкания ключа. Тогда количество теплоты, выделившееся в цепи после размыкания ключа, равно:

.

***Ответ:*** .

**4.** Небольшой брусок массой *m* съезжает без начальной скорости с вершины гладкой наклонной плоскости высотой *h,* основанием *b,* плавно переходящей в горизонтальный участок. Коэффициент трения на горизонтальном участке пути бруска постоянен и равен μ. Определите мощность силы трения, приложенной к бруску, в точке, находящейся на половине расстояния от начала горизонтального участка до места остановки бруска.

***Решение***

Мощность силы трения определяется выражением

где *V* – скорость бруска, *m* – его масса.

Для точки, находящейся на половине расстояния от начала горизонтального участка до места остановки бруска, по закону изменения механической энергии

где *L* – горизонтальный путь бруска до остановки.

Учтем, что

Тогда мощность силы трения

***Ответ:***

**5.** Пружина длиной 30 см стоит вертикально на столе. С высоты 2 м над столом на нее падает с нулевой начальной скоростью шарик массой 2 кг, удар шарика о торец пружины абсолютно неупругий. При своем движении вниз он развивает максимальную скорость 6 м/с. Определите частоту колебаний этой системы. Массой пружины и трением пренебречь.

***Решение***

Пусть шарик достигает максимальной скорости на высоте *h* от стола, когда

По закону сохранения механической энергии

Из этих выражений следует

и

***Ответ:***

**6.** Незаряженный сплошной металлический цилиндр радиусом *R* вращается в магнитном поле с угловой скоростью ω вокруг своей оси. Индукция магнитного поля направлена вдоль оси цилиндра. Какова должно быть значение индукции магнитного поля, чтобы в цилиндре не возникало электрическое поле?

***Решение***

Электрическое поле не возникнет, если магнитная составляющая силы Лоренца сообщит электронам центростремительное ускорение, определяемое из условия

Тогда

***Ответ:***