

Проект

Физика

**СОЗДАНИЕ ПАМЯТКИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЕГЭ ПО ТЕМЕ:
«КПД В ТЕРМОДИНАМИКЕ»**

Выполнил:

Поздняков Артемий Андреевич

учащийся 11 класса

МБОУ СОШ №15, Россия, г.Апатиты

Руководитель:

Дёмкина Светлана Александровна

учитель физики

МБОУ СОШ №15, Россия, г.Апатиты

ОГЛАВЛЕНИЕ**ВВЕДЕНИЕ****ГЛАВА I. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

- 1.1 Основной материал 4
1.2 Дополнительный материал 5

ГЛАВА II. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

- 2.1 Примеры задач из сборников для подготовки к экзамену 6
2.2 Задачи для закрепления материала 7

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 7**СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ** 7

ВВЕДЕНИЕ

Я собираюсь проходить форму государственной итоговой аттестации по образовательной программе среднего общего образования по физике через год. При подготовке к экзамену могут возникать проблемы, поэтому я решил разработать памятку для себя и своих одноклассников по данной теме.

Актуальность: при подготовке к экзамену по физике удобно пользоваться памяткой, в которой всё, что нужно по данной теме.

Вид проекта:

- ✓ по направлению деятельности: монопредметный (физика);
- ✓ по количеству участников: индивидуальный;
- ✓ по продолжительности: краткосрочный.

Цель: создание памятки для участников единого государственного экзамена по физике с материалом по теме: «Коэффициент полезного действия в термодинамике» (позже КПД).

Во время создания проекта были поставлены и решены следующие **задачи**:

1. Изучить материал по данной теме.
2. Изучить дополнительный материал, идущий вместе с темой КПД.
3. Применить полученные знания при решении заданий.
4. Разработать и создать памятку.
5. Проанализировать полученные результаты и сделать выводы.

Практическая значимость проекта: готовая памятка может быть полезна при подготовке учеников к экзамену.

ГЛАВА I. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Основной материал

КПД обозначается символом - η («ню»). КПД может выражается в процентах и в десятичных дробях [1].

Работа и количество теплоты измеряются в Джоулях (Дж).

Общее определение: Коэффициент полезного действия (КПД) — характеристика эффективности системы в отношении преобразования или передачи энергии. Определяется отношением полезно использованной энергии к суммарному количеству энергии, полученному системой [1].

Формула КПД:

$\eta = \frac{A_{\text{пз}}}{A_{\text{з}}}$, где $A_{\text{п}}$ - полезная работа, а $A_{\text{з}}$ — затраченная энергия [1].

$\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_{\text{з}}} \times 100\%$ для выражения КПД в процентах.

Умножение на 100% не несёт содержательного смысла, т. к. $100\% = 1$ [1].

КПД теплового двигателя - отношение совершённой полезной работы двигателя к энергии, полученной от нагревателя [1].

Формула КПД теплового двигателя:

$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \times 100\%$, где Q_1 — количество теплоты, полученное от нагревателя, Q_2 — количество теплоты, отданное холодильнику. Также формула может иметь вид $\eta = (1 - \frac{Q_2}{Q_1}) \times 100\%$ [1].

Наибольшим КПД среди циклических машин, оперирующих при заданных температурах нагревателя T_1 и холодильника T_2 , обладают тепловые двигатели, работающие по циклу Карно [2].

Предельный КПД тепловых двигателей, работающих по циклу Карно равен:

$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$, где T_1 – заданная температура нагревателя; T_2 – заданная температура холодильника (температура измеряется в Кельвинах (К)). Та же формула, но выражаемая в процентах: $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \times 100\%$ [2].

Цикл Карно назван в честь французского учёного и инженера Сади Карно, который впервые его описал в своём сочинении «О движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу» в 1824 году [2].

Коэффициент полезного действия (КПД) любой тепловой машины не может превосходить КПД идеальной тепловой машины, работающей по циклу Карно с теми же самыми температурами нагревателя и холодильника. По этой причине, позволяя оценить верхний предел КПД тепловой машины, цикл Карно важен для теории тепловых машин. В то же время КПД цикла Карно настолько чувствителен к

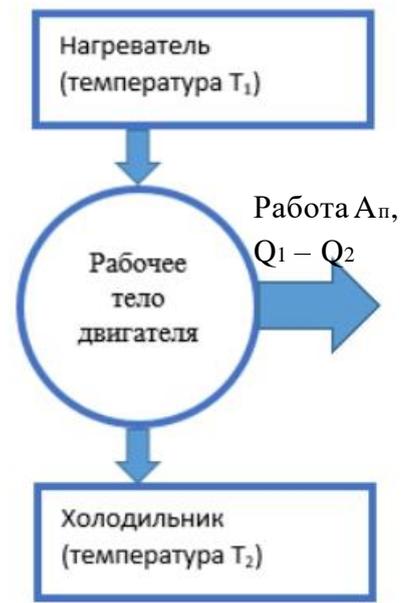


Рисунок работы двигателя [5]

отклонениям от идеальности (потерям на трение), что данный цикл никогда не применяли в реальных тепловых машинах [2].

1.2 Дополнительный материал

Вместе с темой КПД я затрону темы: удельная теплота парообразования (конденсации), удельная теплота плавления (кристаллизации), удельная теплота сгорания топлива, мощность силы.

1. Удельная теплота парообразования (конденсации) — физическая величина, численно равная количеству теплоты, которое необходимо передать жидкости (пару) с единичной массой при температуре парообразования (конденсации) для перехода в пар (жидкость) [5].

Формула: $Q = L \times m$, где Q – количество теплоты; L – удельная теплота парообразования (конденсации) (табличное значение), измеряется в Дж/кг; m – масса вещества [5].

2. Удельная теплота плавления (кристаллизации) - физическая величина, численно равная количеству теплоты, которое необходимо передать твердому (жидкому) телу с единичной массой при температуре плавления для перехода в жидкое (твёрдое) тело [5].

Формула: $Q = \lambda \times m$, где λ (лямбда) - удельная теплота плавления (кристаллизации) (табличное значение), измеряется в Дж/кг; Q – количество теплоты; m – масса вещества [5].

3. Удельная теплота сгорания топлива - физическая величина, показывающая, какое количество теплоты выделяется при полном сгорании топлива с единичной массой [5].

Формула: $Q = q \times m$, где q - удельная теплота сгорания топлива (табличное значение), измеряется в Дж/кг; Q – количество теплоты; m – масса вещества [5].

4. Мощность и работа. Мощность - отношению работы, выполняемой за некоторый промежуток времени, к этому промежутку времени. **Работа** - скалярная количественная мера действия силы (равнодействующей сил) на тело или сил на систему тел. Зависит от численной величины и направления силы (сил) и от перемещения тела (системы тел) [5].

Формулы: $A = F \times S$; $P = \frac{A}{t}$, где F – действующая сила; S – перемещение; P – мощность; t – промежуток времени [5].

ГЛАВА II. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Примеры задач для подготовки к экзамену

Каждый год контрольный измерительный материал по физике меняется, но данная тема всегда остаётся актуальной.

1. Тепловая машина с КПД 60% за цикл работы отдает холодильнику 100 Дж. Какое количество теплоты за цикл машина получает от нагревателя? Ответ дайте в джоулях [3].

Решение:

Воспользуемся формулой КПД: $\eta = (1 - T_2/T_1) \times 100\%$. Из неё получаем: $1 = \frac{2}{1 - \frac{\eta}{100\%}} = \frac{100 \text{ Дж}}{1 - \frac{60\%}{100\%}} = 250 \text{ Дж}$.

Ответ: 250.

2. Температура нагревателя тепловой машины 900 К, температура холодильника на 300 К меньше, чем у нагревателя. Каков максимально возможный КПД машины? Ответ дайте в процентах, округлив до целых [3].

Решение:

Температура холодильника равна $T_1 = T_2 - 300 \text{ К} = 900 \text{ К} - 300 \text{ К} = 600 \text{ К}$. Максимально возможный КПД тепловой машины равен КПД машины Карно: $\eta = \frac{1 - T_2}{T_1} \times 100\% = \frac{900 \text{ К} - 600 \text{ К}}{900 \text{ К}} = 1/3 \approx 33\%$

Ответ: 33.

3. В топке паровой машины сгорело 50 кг каменного угля, удельная теплота сгорания которого равна 30 МДж/кг. При этом машиной была совершена полезная механическая работа 135 МДж. Чему равен КПД этой тепловой машины? Ответ дайте в процентах [3].

Решение:

В процессе сгорания выделилось тепло $Q = q \times m = 30 \text{ МДж/кг} \times 50 \text{ кг} = 1500 \text{ МДж}$. КПД определяется как отношение полезной работы к затраченной энергии $\eta = \frac{A}{Q} \times 100\% = \frac{135 \text{ МДж}}{1500 \text{ МДж}} \times 100\% = 9\%$.

Таким образом, КПД тепловой машины равен 9% [3].

Ответ: 9.

4. В 1860 году бельгийский инженер Жан Этьен Ленуар создал газовый двигатель с зажиганием от электрической искры. КПД одной из модификаций этого двигателя составлял 3%. Какая энергия выделялась за одну минуту при сгорании газа в камере этого двигателя, если он развивал мощность 1200 Вт? Ответ дайте в кДж [4].

Решение:

КПД теплового двигателя $\eta = \frac{A}{Q}$, причём $P = \frac{A}{t}$, $A = P \times t$. Отсюда

$$Q = \frac{P \times t}{\eta} = \frac{1200 \text{ Вт} \times 60 \text{ с}}{0,03} = 2400000 \text{ Дж} = 2400 \text{ кДж}.$$

Ответ: 2400 .

5. Идеальная тепловая машина, обладающая КПД 10 %, использует в качестве холодильника резервуар со льдом при температуре 0 °С. За один цикл работы этой машины в холодильнике тает 900 г льда. Какое количество теплоты потребляет эта машина от нагревателя за один цикл работы? Ответ дайте в кДж [4].

Решение.

КПД тепловой машины равно $\eta = (1 - Q_2/Q_1)$, откуда теплота, отданная нагревателем, равна $Q_1 = \frac{Q_2}{1 - \eta}$. Для плавления льда холодильник получает количество

теплоты $Q = \lambda \times m$. Тогда теплота, отданная нагревателем, равна: $Q_1 = \frac{\lambda \times m}{1 - \eta} = \frac{3,3 \times 10^5 \times 0,9}{1 - 0,1} = 330 \text{ кДж}$.

Ответ: 330.

2.2 Задачи для закрепления материала

1. Тепловая машина с КПД 40% за цикл работы отдает холодильнику 60 Дж. Какое количество теплоты за цикл машина получает от нагревателя? Ответ дайте в джоулях [3].

2. Температура нагревателя тепловой машины 1 000 К, температура холодильника на 200 К меньше, чем у нагревателя. Каков максимально возможный КПД машины? Ответ дайте в процентах [3].

3. В топке паровой машины сгорело 35 кг мазута, удельная теплота сгорания которого равна 40 МДж/кг. При этом машиной была совершена полезная механическая работа 112 МДж. Чему равен КПД этой тепловой машины? Ответ дайте в процентах [3].

4. В 1860 году бельгийский инженер Жан Этьен Ленуар создал газовый двигатель с зажиганием от электрической искры. КПД усовершенствованного варианта этого двигателя составлял 4 %. Какая энергия выделялась за одну минуту при сгорании газа в камере этого двигателя, если он развивал мощность 1400 Вт? Ответ дайте в кДж [4].

5. Идеальная тепловая машина, обладающая КПД 10 %, использует в качестве холодильника резервуар со льдом при температуре 0 °С. За один цикл работы этой машины в холодильнике тает 1,8 кг льда. Какое количество теплоты потребляет эта машина от нагревателя за один цикл работы? Ответ дайте в кДж [4].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Я сделал удобную и понятную памятку. Материал проекта полезен участникам ЕГЭ по физике, одним из которых я стану в следующем году. Цель достигнута.

СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

1. Коэффициент полезного действия [Эл. Ресурс]. Режим доступа https://ru.wikipedia.org/wiki/Коэффициент_полезного_действия#Литература
2. Цикл Карно [Эл. Ресурс]. Режим доступа https://ru.wikipedia.org/wiki/Цикл_Карно#КПД_тепловой_машины_Карно
3. ОГЭ. Физика : типовые экзаменационные варианты : О -39 30 вариантов / под ред. Е. Е. Камзеевой. – М. : Издательство «Национальное образование», 2017. – 336 с. : ил. – (ОГЭ. ФИПИ - школе).
4. Лукашева Е. В. Л84 ЕГЭ 2021. Физика. 10 вариантов. Типовые тестовые задания от разработчиков ЕГЭ / Е. В. Лукашева, Н. И. Чистякова. – М. : Издательство «Экзамен», 2021. – 127, [1] с. (Серия «ЕГЭ. Тесты от разработчиков»)
5. Мякишев, Г. Я. М99 Физика Молекулярная физика / Г. Я. Мякишев, А. З. Сияков, - 5-е изд., стереотип. – М. : Дрова, 2017. – 350, [2]с. : ил.

5. Идеальная тепловая машина, обладающая КПД 10 %, использует в качестве холодильника резервуар со льдом при температуре 0 °С. За один цикл работы этой машины в холодильнике тает 900 г льда. Какое количество теплоты потребляет эта машина от нагревателя за один цикл работы? Ответ дайте в кДж.

Решение.

КПД тепловой машины равно $\eta = (1 - \frac{Q_2}{Q_1})$, откуда теплота, отданная нагревателем, равна $Q_1 = \frac{Q_2}{1 - \eta}$. Для плавления льда холодильник получает количество теплоты $Q = \lambda \times m$. Тогда теплота, отданная нагревателем, равна: $Q_1 = \frac{\lambda \times m}{1 - \eta} = \frac{3,3 \times 10^5 \times 0,9}{1 - 0,1} = 330 \text{ кДж}$

Ответ: 330.

Задачи для закрепления материала

1. Тепловая машина с КПД 40% за цикл работы отдает холодильнику 60 Дж. Какое количество теплоты за цикл машина получает от нагревателя? Ответ дайте в джоулях.

2. Температура нагревателя тепловой машины 1 000 К, температура холодильника на 200 К меньше, чем у нагревателя. Каков максимально возможный КПД машины? Ответ дайте в процентах.

3. В топке паровой машины сгорело 35 кг мазута, удельная теплота сгорания которого равна 40 МДж/кг. При этом машиной была совершена полезная механическая работа 112 МДж. Чему равен КПД этой тепловой машины? Ответ дайте в процентах.

4. В 1860 году бельгийский инженер Жан Этьен Ленуар создал газовый двигатель с зажиганием от электрической искры. КПД усовершенствованного варианта этого двигателя составлял 4 %. Какая энергия выделялась за одну минуту при сгорании газа в камере этого двигателя, если он развивал мощность 1400 Вт? Ответ дайте в кДж.

5. Идеальная тепловая машина, обладающая КПД 10 %, использует в качестве холодильника резервуар со льдом при температуре 0 °С. За один цикл работы этой машины в холодильнике тает 1,8 кг льда. Какое количество теплоты потребляет эта машина от нагревателя за один цикл работы? Ответ дайте в кДж.

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение

г. Апатиты «Средняя образовательная школа №15»

Памятка для участников ЕГЭ по физике по теме:

«Коэффициент полезного действия в термодинамике»

Автор:

Поздняков Артемий Андреевич,
ученик 10 класса

Научный руководитель:

Дёмкина Светлана
Александровна, учитель физики

Апатиты

2021

Формулы КПД

- $\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_{\text{з}}}$, где $A_{\text{п}}$ - полезная работа, а $A_{\text{з}}$ — затраченная энергия.
- $\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_{\text{з}}} \times 100\%$ для выражения КПД в процентах. Умножение на 100% не несёт содержательного смысла, т. к. $100\% = 1$.
- $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \times 100\%$, где Q_1 — количество теплоты, полученное от нагревателя, Q_2 — количество теплоты, отданное холодильнику. Также формула может иметь вид $\eta = (1 - \frac{Q_2}{Q_1}) \times 100\%$.
- $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$, где T_1 - заданная температура нагревателя; T_2 - заданная температура холодильника (температура измеряется в Кельвинах (К)). Та же формула, но выражаемая в процентах $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \times 100\%$.

Дополнительный материал

- $Q = L \times m$, где Q - количество теплоты; L - удельная теплота парообразования (конденсации) (табличное значение), измеряется в $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$; m - масса вещества.
- $Q = \lambda \times m$, где λ (лямбда) - удельная теплота плавления (кристаллизации) (табличное значение), измеряется в $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$; Q - количество теплоты; m - масса вещества.
- $Q = q \times m$, где q - удельная теплота сгорания топлива (табличное значение), измеряется в $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$; Q - количество теплоты; m - масса вещества.
- $A = F \times S$; $P = \frac{A}{t}$, где F - действующая сила; S - перемещение; P - мощность; t - промежуток времени.

Примеры задач из ЕГЭ с решением

1. Тепловая машина с КПД 60% за цикл работы отдает холодильнику 100 Дж. Какое количество теплоты за цикл машина получает от нагревателя? Ответ дайте в джоулях.

Решение:

Воспользуемся формулой КПД: $\eta = (1 - \frac{Q_2}{Q_1}) \times 100\%$. Из неё получаем: $Q_1 = \frac{Q_2}{1 - \frac{\eta}{100\%}} = \frac{100 \text{ Дж}}{1 - \frac{60\%}{100\%}} = 250 \text{ Дж}$

Ответ: 250.

2. Температура нагревателя тепловой машины 900 К, температура холодильника на 300 К меньше, чем у нагревателя. Каков максимально возможный КПД машины? Ответ дайте в процентах, округлив до целых.

Решение:

Температура холодильника равна $T_1 = T_2 - 300 \text{ К} = 900 \text{ К} - 300 \text{ К} = 600 \text{ К}$. Максимально возможный КПД тепловой машины равен КПД машины Карно: $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \times 100\% = \frac{900 \text{ К} - 600 \text{ К}}{900 \text{ К}} = \frac{1}{3} \approx 33\%$

Ответ: 33.

3. В топке паровой машины сгорело 50 кг каменного угля, удельная теплота сгорания которого равна 30 МДж/кг. При этом машиной была совершена полезная механическая работа 135 МДж. Чему равен КПД этой тепловой машины? Ответ дайте в процентах.

Решение:

В процессе сгорания выделилось тепло $Q = q \times m = 30 \text{ МДж/кг} \times 50 \text{ кг} = 1500 \text{ МДж}$. КПД определяется как отношение полезной работы к затраченной энергии $\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_{\text{з}}} \times 100\% = \frac{135 \text{ МДж}}{1500 \text{ МДж}} \times 100\% = 9\%$.

Таким образом, КПД тепловой машины равен 9%.

Ответ: 9.

4. В 1860 году бельгийский инженер Жан Этьен Ленуар создал газовый двигатель с зажиганием от электрической искры. КПД одной из модификаций этого двигателя составлял 3%. Какая энергия выделялась за одну минуту при сгорании газа в камере этого двигателя, если он развивал мощность 1200 Вт? Ответ дайте в кДж.

Решение:

КПД теплового двигателя $\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_{\text{з}}}$, причём $P = \frac{A}{t}$, $A = P \times t$. Отсюда

$$Q = \frac{P \times t}{\eta} = \frac{1200 \text{ Вт} \times 60 \text{ с}}{0,03} = 2400000 \text{ Дж} = 2400 \text{ кДж}$$

Ответ: 2400.