

Группа 14. Физика

Дата: 28.01.2022

Уроки № 79, 80

Тип урока: комбинированный урок

Темы уроков:

Необратимость процессов в природе. Статистическое истолкование необратимости процессов в природе

Принцип действия тепловых двигателей. Коэффициент полезного действия (КПД) тепловых двигателей

Цели урока:

Предметные:

- обеспечить усвоение учащимися основных понятий по теме необратимость процессов в природе, выяснить направление процессов в природе, добиться понимания сущности и значения второго закона термодинамики;
- изучить устройство и принцип действия теплового двигателя; сформировать у учащихся понятие КПД; показать положительную и отрицательную роль тепловых двигателей в жизни людей.

Развивающая:

- развитие логического мышления, смекалки; формирование интереса к физическому эксперименту;
- активизация творческого мышления учащихся; умение анализировать, делать выводы.

Воспитывающая:

- воспитать интерес к физике для познаваемости мира и объективности наших знаний о нем.

Деятельностная:

- формирование у студентов способностей к самостоятельному построению новых способов действия на основе метода рефлексивной самоорганизации.

Образовательная:

- расширение понятийной базы по учебному предмету за счет включения в нее новых элементов.

Задание:

Ознакомиться с текстом по теме урока. Написать в тетради краткий конспект. Ответить на контрольные вопросы.

План конспекта:

- 1) Необратимость в природе
- 2) Точная формулировка необратимости
- 3) Кино наоборот

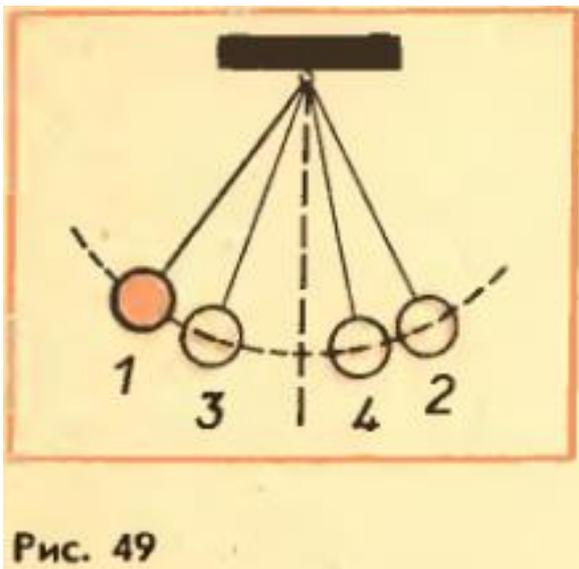
- 4) **Второй закон термодинамики**
 - 5) **Понятие теплового двигателя**
 - 6) **Устройство и принцип действия теплового двигателя**
 - 7) **КПД теплового двигателя**
 - 8) **Цикл Карно**
-

Необратимость

Закон сохранения энергии утверждает, что количество энергии при любых ее превращениях остается неизменным. Но он ничего не говорит о том, какие энергетические превращения возможны. Между тем многие процессы, вполне допустимые с точки зрения закона сохранения энергии, никогда не протекают в действительности.

Примеры необратимых процессов. Нагретые тела постепенно остывают, передавая твою энергию более холодным окружающим телам. Обратный процесс передачи теплоты от холодного тела к горячему не противоречит закону сохранения энергии, но такой процесс никогда не наблюдался.

Другой пример. Колебания маятника, выведенного из положения равновесия, затухают (рис. 49; 1, 2, 3, 4 – последовательные положения маятника при максимальных отклонениях от положения равновесия). За счет работы сил трения механическая энергия убывает, а температура маятника и окружающего воздуха (а значит, и их внутренняя энергия) слегка повышается. Энергетически допустим и обратный процесс, когда амплитуда колебаний маятника увеличивается за счет охлаждения самого маятника и окружающей среды. Но такой процесс никогда не наблюдался. Механическая энергия самопроизвольно переходит во внутреннюю, но не наоборот. При этом упорядоченное движение тела как целого превращается в не упорядоченное тепловое движение слагающих его молекул.



Общее заключение о необратимости процессов в природе.

Переход теплоты от горячего тела к холодному и механической энергии во внутреннюю – это примеры наиболее типичных необратимых процессов. Число подобных примеров можно увеличить практически неограниченно.

Все они говорят о том, что процессы в природе имеют определенную направленность, никак не отраженную в первом законе термодинамики. Все макроскопические процессы в природе протекают только в одном определенном направлении. В обратном направлении они самопроизвольно протекать не могут. Все процессы в природе необратимы, и самые трагические из них старение и смерть организмов.

Точная формулировка понятия необратимого процесса.

Для правильного понимания существа необратимости процессов необходимо сделать следующее уточнение.

Необратимым называется такой процесс, обратный которому может протекать только как одно из звеньев более сложного процесса. Так, можно вновь увеличить размах колебаний маятника, подтолкнув его рукой. Но это увеличение возникает не само собой, а становится возможным в результате более сложного процесса, включающего движение руки.

Можно в принципе перевести теплоту от холодного тела к горячему. Но для этого нужна холодильная установка, потребляющая энергию

Кино «наоборот»

Яркой иллюстрацией необратимости явлений в природе служит просмотр кинофильма в обратном направлении. Например, прыжок в воду будет при этом выглядеть следующим образом. Спокойная вода в бассейне начинает бурлить, появляются ноги, стремительно движущиеся вверх, а затем и весь ныряльщик. Поверхность воды быстро успокаивается. Постепенно скорость ныряльщика уменьшается, и вот уже он спокойно стоит на вышке. То, что мы видим на экране, могло бы происходить в действительности, если бы процессы можно было обратить. «Нелепость» происходящего проистекает из того, что мы привыкли

к определенной направленности процессов и не сомневаемся в невозможности их обратного течения. Разбить яйца и сделать яичницу не сложно, воссоздать же сырые яйца из готовой яичницы — невозможно. Запах из открытого флакона духов наполняет комнату — однако обратно во флакон его не соберешь. А ведь такой процесс, как вознесение ныряльщика на вышку из воды, не противоречит ни закону сохранения энергии, ни законам механики, ни вообще каким-либо законам, кроме **второго закона термодинамики**.

Второй закон термодинамики.

Второй закон термодинамики указывает направление возможных энергетических превращений и тем самым выражает необратимость процессов в природе. Он был установлен путем непосредственного обобщения опытных фактов.

Есть несколько формулировок второго закона, которые, несмотря на внешнее различие, выражают, в сущности, одно и то же и поэтому равноценны.

Немецкий ученый Р. Клаузиус сформулировал этот закон так:

невозможно перевести тепло от более холодной системы к более горячей при отсутствии других одновременных изменений в обеих системах или в окружающих телах.

Второй закон термодинамики

Здесь констатируется опытный факт определенной направленности теплопередачи: теплота сама собой переходит всегда от горячих тел к холодным. Правда, в холодильных установках осуществляется теплопередача от холодного тела к более теплomu, но эта передача связана с «другими изменениями в окружающих телах»: охлаждение достигается за счет работы.

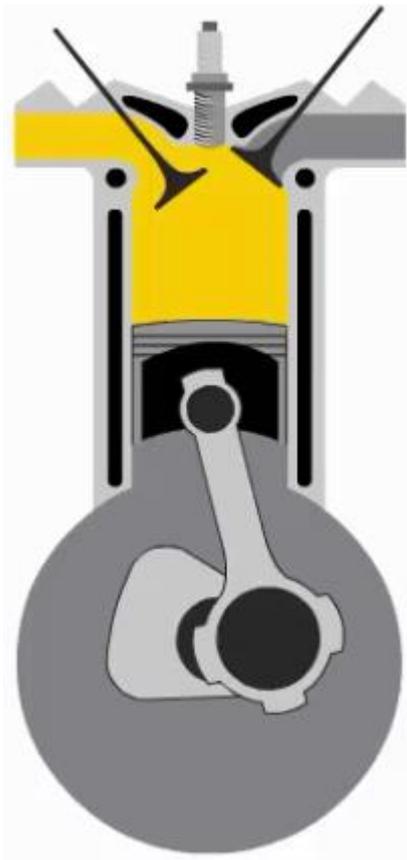
Важность этого закона состоит в том, что из него можно вывести заключение о необратимости не только процесса тепло - передачи, но и других процессов в природе. Если бы теплота в каких-либо случаях могла самопроизвольно передаваться от холодных тел к горячим, то это позволило бы сделать обратимыми и другие процессы. В частности, позволило бы создать двигатели, полностью превращающие внутреннюю энергию в механическую.

Тепловой двигатель

Тепловым двигателем называется устройство, в котором внутренняя энергия топлива превращается в механическую.

Двигатель внутреннего сгорания

Вспомним строение простейшего двигателя внутреннего сгорания. Двигатель внутреннего сгорания состоит из цилиндра, внутри которого перемещается поршень. Поршень с помощью шатуна соединяется с коленчатым валом. В верхней части каждого цилиндра имеются два клапана. Один из клапанов называют впускным, а другой – выпускным. Для обеспечения плавности хода поршня на коленчатом вале укреплен тяжелый маховик.



Рабочий цикл ДВС состоит из четырех тактов:

впуск,

сжатие,

рабочий ход,

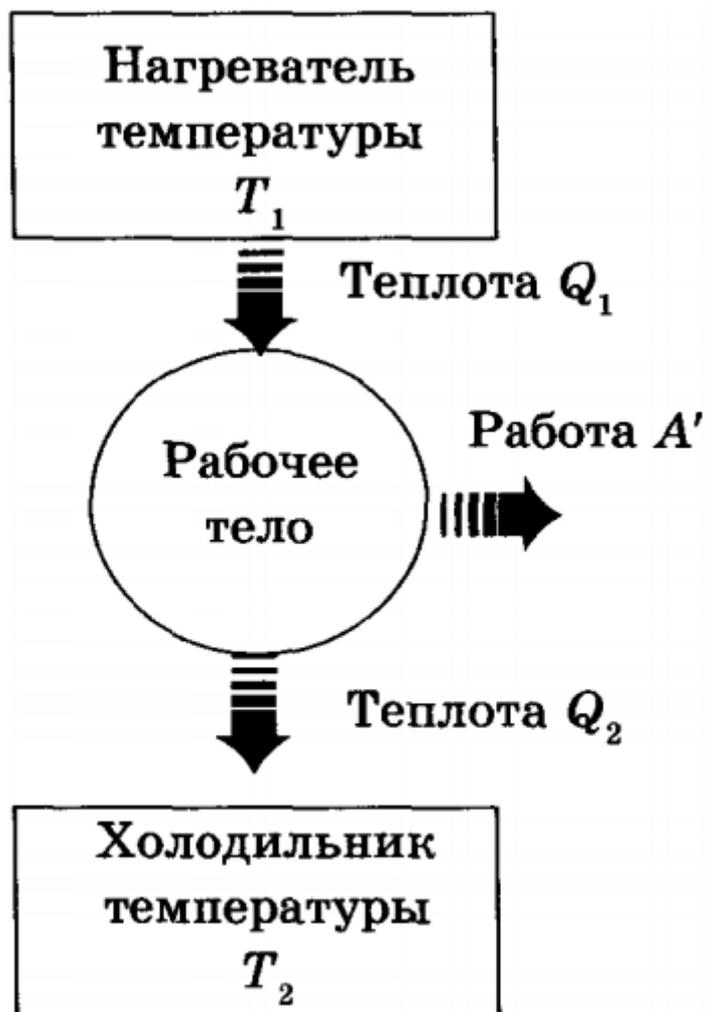
выпуск.

-
- 1) Во время первого такта открывается впускной клапан, а выпускной клапан остается закрытым. Движущийся вниз поршень засасывает в цилиндр горючую смесь.
 - 2) Во втором такте оба клапана закрыты. Движущийся вверх поршень сжимает горючую смесь, которая при сжатии нагревается.
 - 3) В третьем такте, когда поршень оказывается в верхнем положении, смесь поджигается электрической искрой свечи. Воспламенившаяся смесь образует

раскаленные газы, давление которых составляет 3 -6 МПа, а температура достигает 1600 -2200 градусов. Сила давления толкает поршень вниз, движение которого передается коленчатому валу с маховиком. Получив сильный толчок маховик будет дальше вращаться по инерции, обеспечивая движение поршня и при последующих тактах. Во время этого такта оба клапана остаются закрытыми.

- 4) В четвертом такте открывается выпускной клапан и отработанные газы движущимся поршнем выталкиваются через глушитель (на рисунке не показан) в атмосферу.

Любой тепловой двигатель включает в себя три основных элемента: нагреватель, рабочее тело, холодильник.



Для определения эффективности работы теплового двигателя вводят понятие КПД.

Коэффициентом полезного действия (КПД) называют отношение полезной работы, совершенной данным двигателем, к количеству теплоты, полученному от нагревателя.

$$\eta = \frac{A'}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

Q_1 – количество теплоты, полученное от нагревания $Q_1 > Q_2$

Q_2 – количество теплоты, отданное холодильнику $Q_2 < Q_1$

$A' = Q_1 - |Q_2|$ – работа, совершаемая двигателем за цикл.

Этот КПД является реальным, т.е. как раз эту формулу и используют для характеристики реальных тепловых двигателей.

Передача неиспользуемой части энергии холодильнику. Цикл Карно

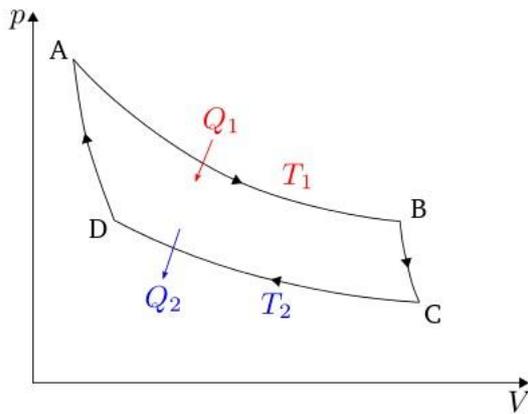
В XIX веке в результате работ по теплотехнике французский инженер Сади Карно предложил другой способ определения КПД (через термодинамическую температуру).

Главное значение этой формулы состоит в том, что любая реальная тепловая машина, работающая с нагревателем, имеющим температуру T_1 , и холодильником с температурой T_2 , не может иметь КПД, превышающий КПД идеальной тепловой машины. Сади Карно, выясняя при каком замкнутом процессе тепловой двигатель будет иметь максимальный КПД, предложил использовать цикл, состоящий из 2 адиабатных и двух изотермических процессов

Изотермический процесс – термодинамический процесс, происходящий в физической системе при постоянной температуре.

Адиабатный процесс - термодинамический процесс в макроскопической системе, при котором система не обменивается теплотой с окружающим пространством.

Цикл Карно - самый эффективный цикл, имеющий максимальный КПД.



Цикл Карно в координатах
P - V

КПД цикла Карно:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

Не существует теплового двигателя, у которого КПД = 100% или 1.

Формула дает теоретический предел для максимального значения КПД тепловых двигателей. Она показывает, что тепловой двигатель тем эффективнее, чем выше температура нагревателя и ниже температура холодильника. Лишь при температуре холодильника, равной абсолютному нулю, $\eta = 1$.

Но температура холодильника практически не может быть ниже температуры окружающего воздуха. Повышать температуру нагревателя можно. Однако любой материал (твердое тело) обладает ограниченной теплостойкостью, или жаропрочностью. При нагревании он постепенно утрачивает свои упругие свойства, а при достаточно высокой температуре плавится.

Сейчас основные усилия инженеров направлены на повышение КПД двигателей за счет уменьшения трения их частей, потерь топлива вследствие его неполного сгорания и т. д. Реальные возможности для повышения КПД здесь все еще остаются большими.

Повышение КПД тепловых двигателей и приближение его к максимально возможному — важнейшая техническая задача.

Тепловые двигатели – **паровые турбины**, устанавливают также на всех АЭС для получения пара высокой температуры. На всех основных видах современного транспорта преимущественно используются тепловые двигатели: на автомобильном – поршневые двигатели внутреннего сгорания; на водном – двигатели внутреннего сгорания и паровые турбины; на железнодорожном – тепловозы с дизельными установками; в авиационном – поршневые, турбореактивные и реактивные двигатели.

Сравним эксплуатационные характеристики тепловых двигателей.

КПД:

Паровой двигатель – 8%.

Паровая турбина – 40%.

Газовая турбина – 25-30%.

Двигатель внутреннего сгорания – 18-24%.

Дизельный двигатель – 40– 44%.

Реактивный двигатель – 25%.

Проблемы использования тепловых двигателей

Широкое использование тепловых двигателей не проходит бесследно для окружающей среды: постепенно уменьшается количество кислорода и увеличивается количество углекислого газа в атмосфере, воздух загрязняется вредными для здоровья человека химическими соединениями. Возникает угроза изменения климата. Поэтому нахождение путей уменьшения загрязнения окружающей среды является сегодня одной из наиболее актуальных научно-технических проблем.

Контрольные вопросы:

- 1) Приведите примеры необратимых процессов.
- 2) Приведите примеры приблизительно (почти) обратимых реальных процессов.
- 3) Какова роль нагревателя, холодильника и рабочего тела в тепловой машине?
- 4) Приведите примеры известных вам тепловых машин.
- 5) Что называют адиабатным процессом?

Литература:

Мякишев Г. Я. Физика 10 класс. Учебник для общеобразовательных учреждений. М., 2010. §80 упр. 1-3, §81; §82 упр. 1-4