# *ТЕРМОДИНАМИКА*
# Подготовка к ЕГЭ

Учитель: Попова И.А.
МОУ СОШ № 30

Белово 2010

# Цель: повторение основных понятий, законов и формул *ТЕРМОДИНАМИКИ* в соответствии с кодификатором ЕГЭ.

**Элементы содержания, проверяемые на ЕГЭ 2010**:

1. Внутренняя энергия
2. Тепловое равновесие
3. Теплопередача. Виды теплопередачи
4. Количество теплоты. Удельная теплоемкость вещества
5. Первый закон термодинамики
6. Второй закон термодинамики
7. КПД тепловой машины
8. Принципы действия тепловых машин
9. Тепловые двигатели и охрана окружающей среды

# Термодинамика. Основные понятия.

- **Термодинамика** – это наука о тепловых явлениях.
- Термодинамика рассматривает **изолированные системы** тел, находящиеся в состоянии **термодинамического равновесия -** в таких системах **прекратились** все наблюдаемые макроскопические процессы.
- Основное свойство термодинамически равновесной системы - **выравнивание температуры** всех ее частей;
- **Термодинамический процесс** - переход из одного в другое равновесное состояние
- Процессы, состоящие из последовательности равновесных состояний, называются **квазистатическими**.

# Внутренняя энергия

$$U = \frac{3}{2} N_A kT = \frac{3}{2} RT$$

- **Внутренняя энергия** вещества **складывается** из **кинетической энергии всех атомов и молекул** и **потенциальной энергии** их **взаимодействия** друг с другом;
- Внутренняя энергия U тела однозначно **определяется макроскопическими параметрами**, характеризующими состояние тела;
- Внутренняя энергия U тела **зависит** наряду с температурой ***T*** также и от объема ***V;***
- Внутренняя энергия является
  - ***U = U(***
- Внутренняя энергия тела **мож**
  действующие на него **внешни**
  **работу** (положительную или отрицательную).

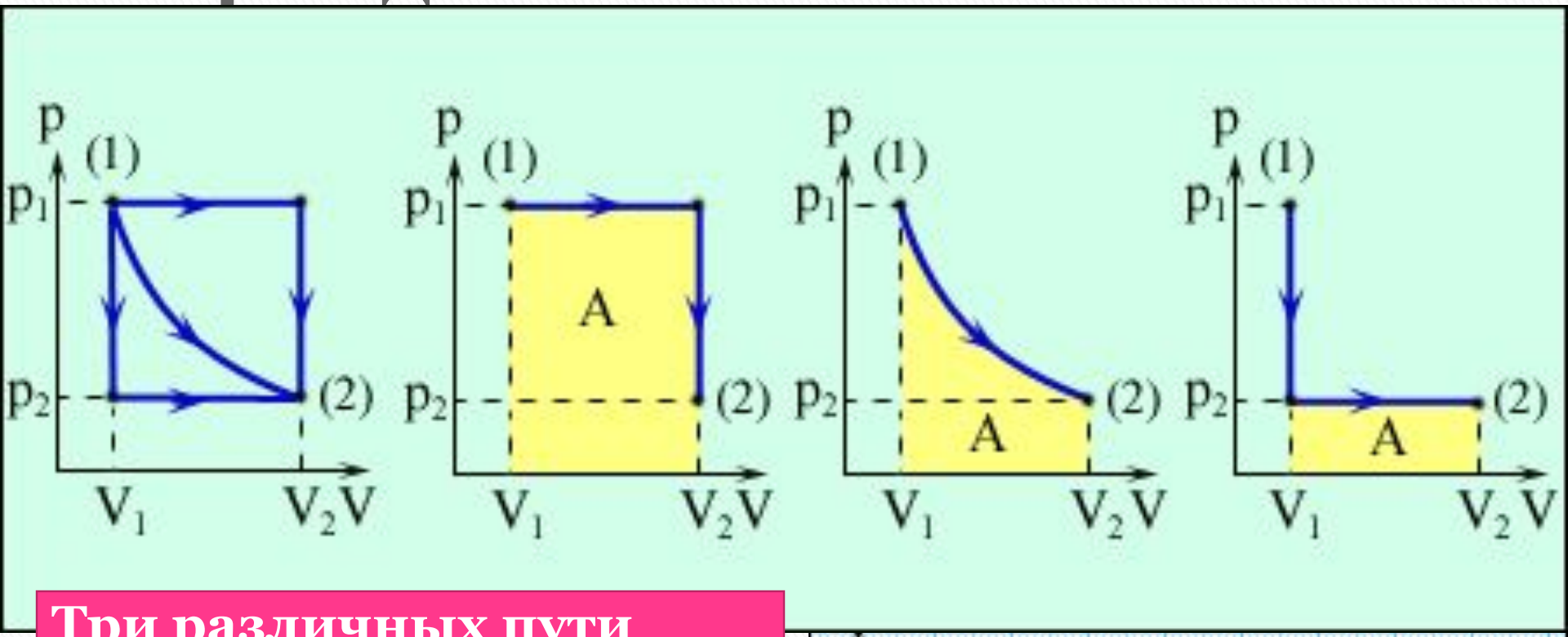
***i* = 3** для **одноатомного** газа;
***i* = 5** для **двухатомного** газа;
***i* = 6** для **многоатомного** газа;

Учитывая уравнение состояния идеального газа

$$U = \frac{i}{2} \cdot \nu \cdot R \cdot \Delta T = \frac{i}{2} \cdot p \cdot \Delta V$$

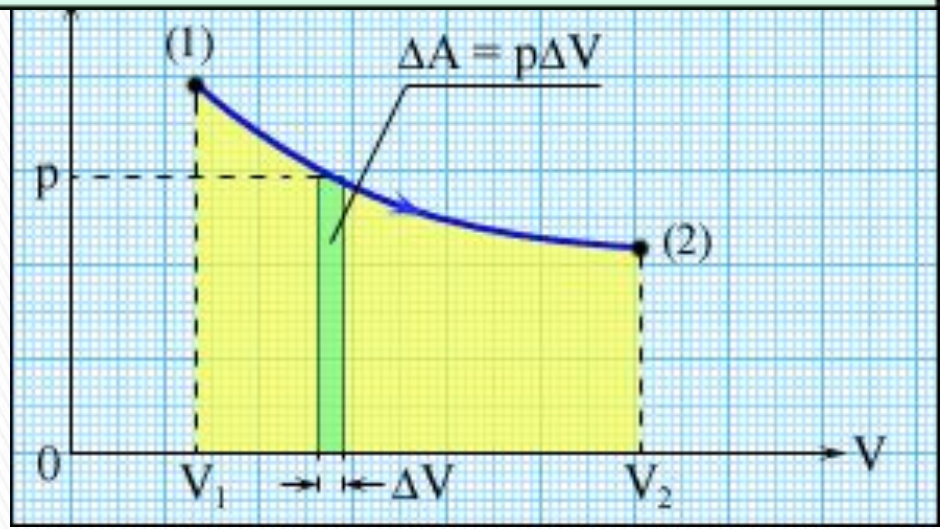
***i*** – степень свободы

# Термодинамика. Работа газа.



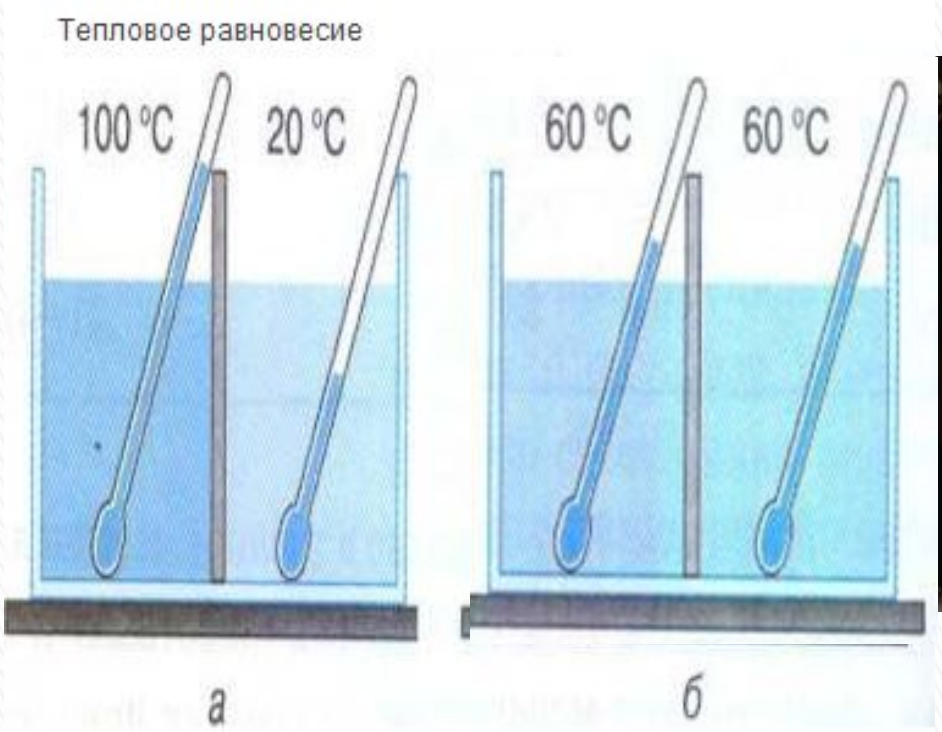

**Три различных пути перехода** из состояния **(1)** в состояние **(2)**.

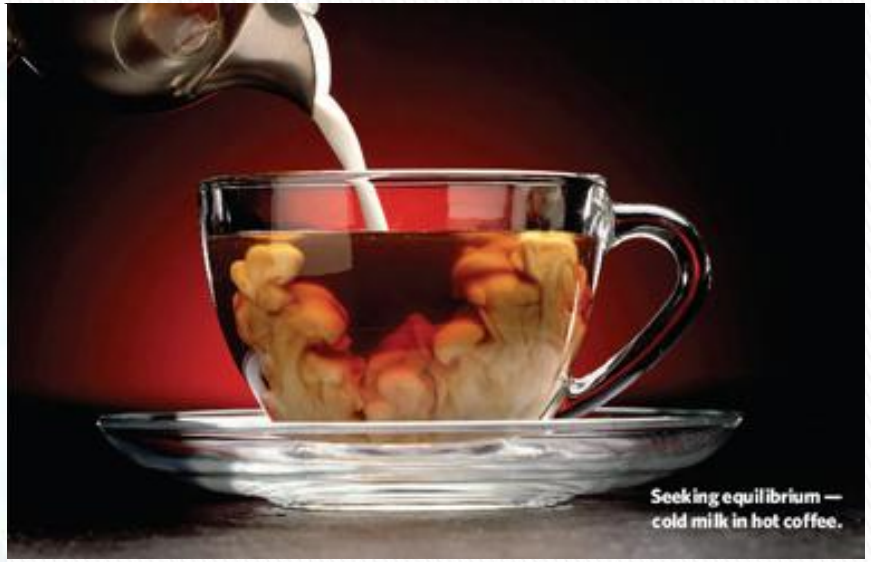
Во всех трех случаях **газ совершает разную работу**, ***равную*** **площади под графиком** процесса.



# Тепловое равновесие

- При тепловом контакте две системы приходят в состояние ***теплового равновесия***.
- ***Две системы находятся в состоянии теплового равновесия, если при контакте через диатермическую перегородку параметры состояния обеих систем не изменяются;***



# Теплопередача. Виды теплопередачи

**Изменение внутренней энергии**

При совершении работы
$\Delta U = A$

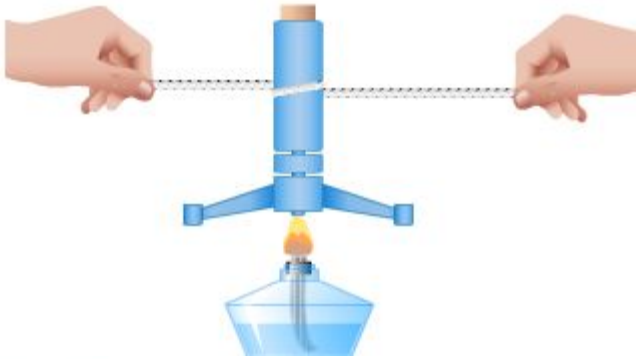
При совершении работы и теплопередаче
$\Delta U = A + Q$

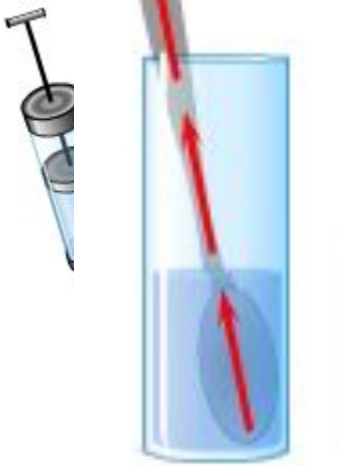
При теплопередаче
$\Delta U = Q$

*увел чивается:*
$U_2 > U$ => $\Delta U > 0$.

*уменьшае ся:*
$U_2 < U_1$ => $\Delta U < 0$.





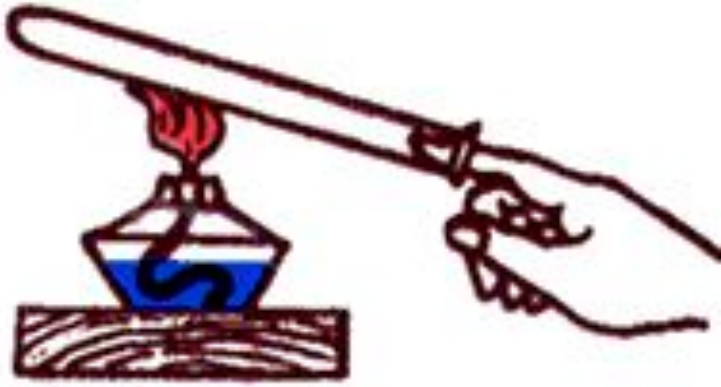


# Теплопередача. Виды теплопередачи

- **ТЕПЛОПЕРЕДАЧА** (или теплообмен) - один из способов изменения внутренней энергии тела (или системы тел), при этом внутренняя энергия одного тела переходит во внутреннюю энергию другого тела **без совершения механической работы**.
- Теплота способна переходить только **от тела** с **более высокой температурой** **к телу** **менее нагретому**
- Теплообмен всегда протекает так, что **убыль внутренней энергии** **одних тел** всегда сопровождается таким же **приращением внутренней энергии** **других тел**, участвующих в теплообмене. Это является частным случаем закона сохранения энергии.



# Виды теплопередачи. Теплопроводность.



- **Теплопроводность** - перенос энерги
  участков тела к менее нагретым **за сче**
  **и взаимодействия микрочастиц** (а
  т.п.), который приводит к выравниванию температуры тела.
- **Не** [illegible]



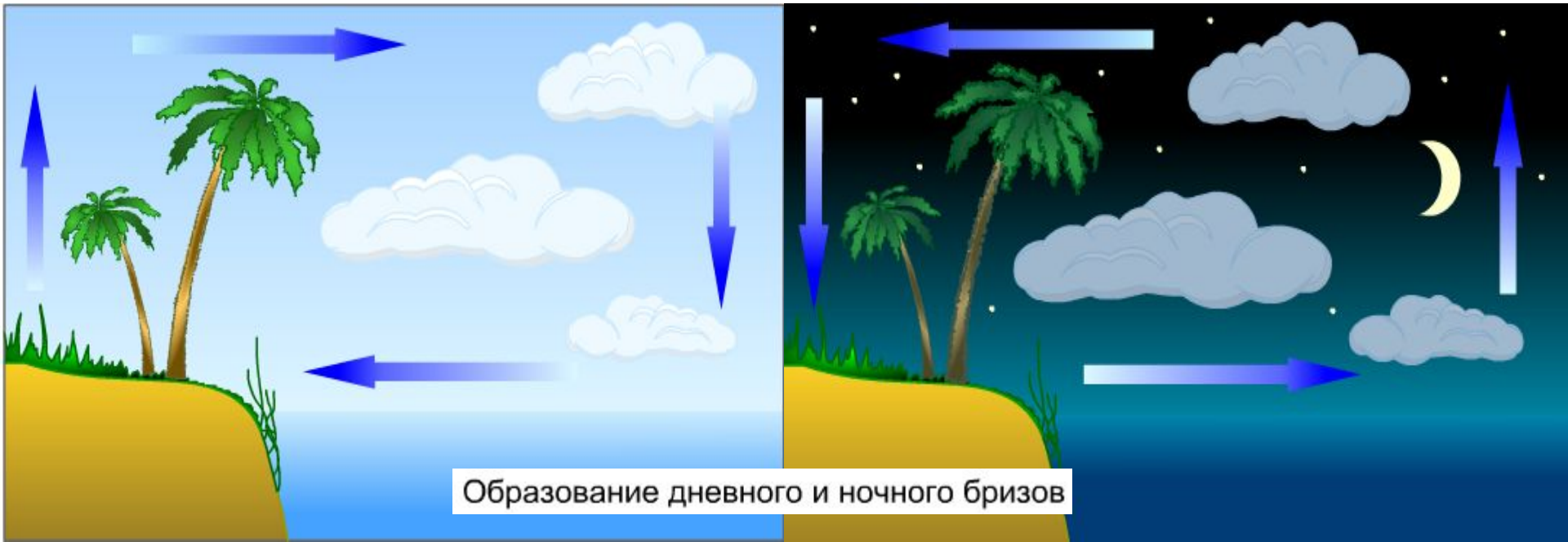

- **Металлы** обладают **самой высокой теплопроводностью**, причем у разных металлов теплопроводность **отличается**.
- Жидкости обладают меньшей теплопроводностью, чем твердые



# Виды теплопередачи. Конвекция.

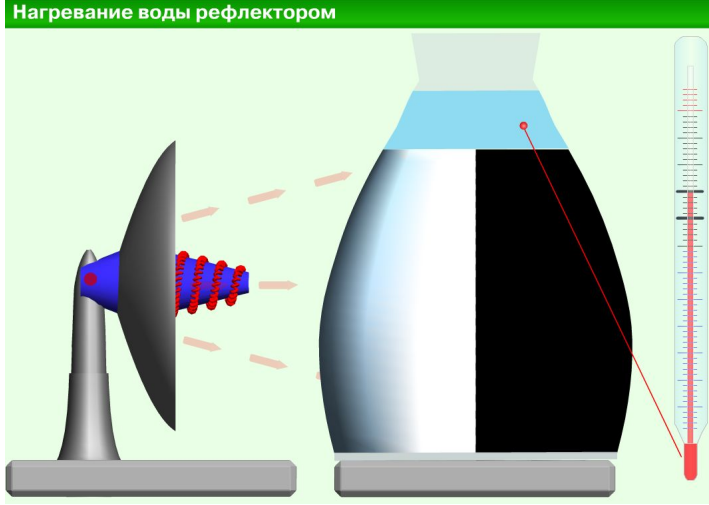
- **Конвекция** - вид теплопередачи, при котором энергия передается **потоками (струями) вещества**.
- Характерна для **жидкостей** и **газов**.



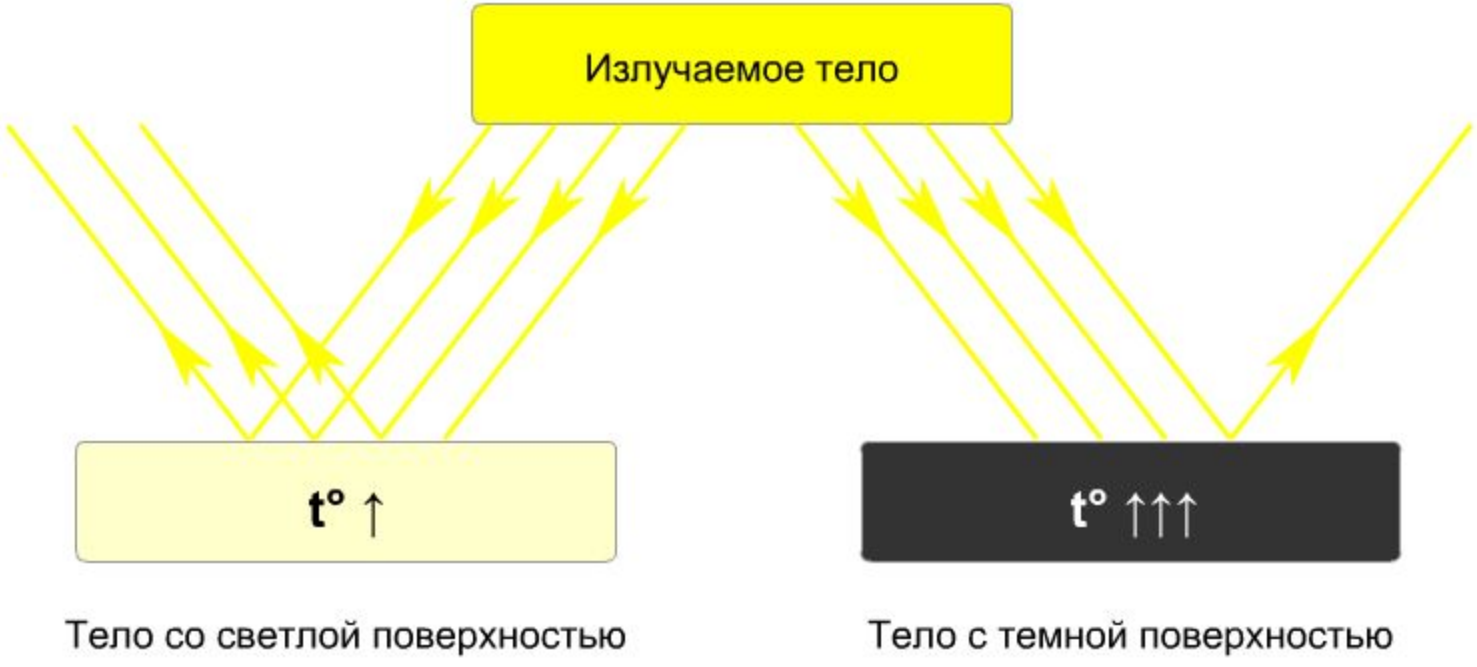



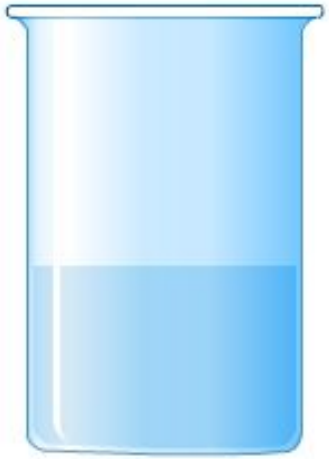
# Виды теплопередачи. Излучение.

- **Излучение** - вид теплопередачи, при котором энергия передается **с помощью электромагнитных волн** (преимущественно инфракрасного диапазона).
- Может происходить в **вакууме**




Поглощение и отражение энергии темными и светлыми поверхностями





$c_{\text{воды}} = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot °\text{C}}$



$c_{\text{льда}} = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot °\text{C}}$

**Количество теплоты** зависит от

- массы тела $m$
- изменения температур $t_2° - t_1°$
- рода вещества

**Удельная теплоемкость С — это количество теплоты, которое получает или отдает тело массой 1 кг при изменении ЕГО ТЕМПЕРАТУРЫ НА 1 К.**

$$Q = cm(t_2 - t_1)$$

# Количество теплоты. Удельная теплоемкость вещества

- Энергия, переносимая от одной системы к другой только за счет разницы в температурах этих систем, называется ***количеством теплоты***

Количество теплоты, необходимое для **нагревания** (выделившаяся при остывании) тела

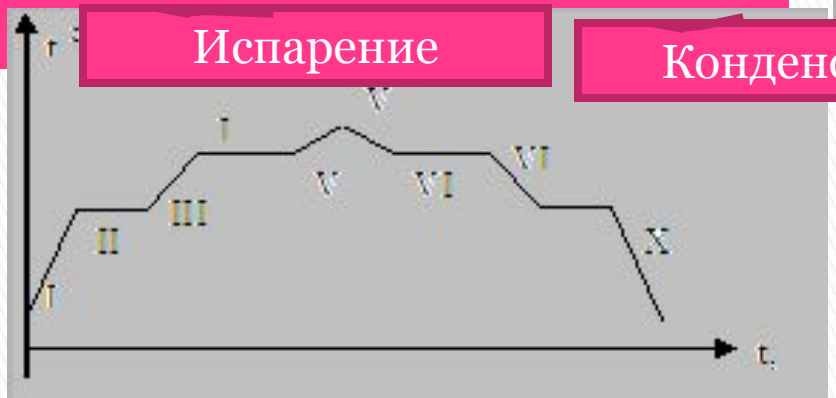
$$Q = cm\Delta t^0$$

Количество теплоты, необходимое для **плавления** (выделившаяся при кристаллизации) тела

$$Q = \pm\lambda m$$

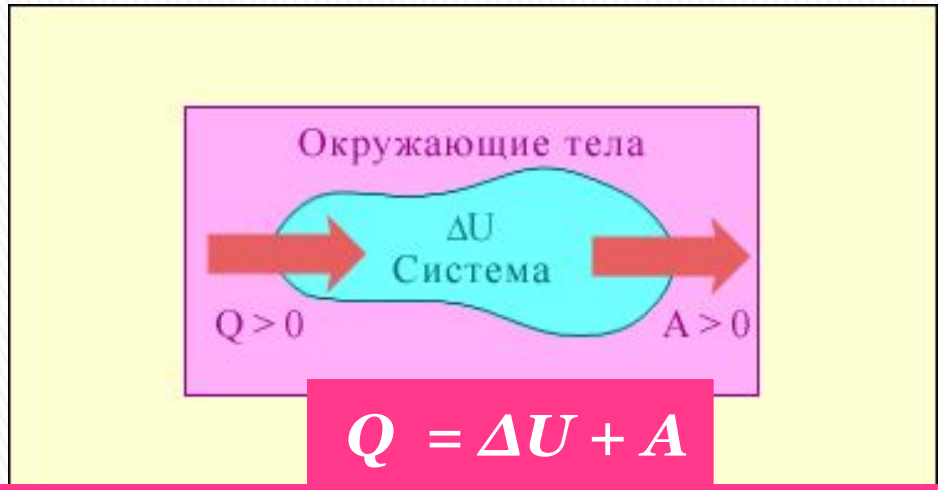
Количество теплоты, необходимое для **парообразования** (выделившаяся при конденсации) тела

$$Q = \pm Lm = \pm rm$$



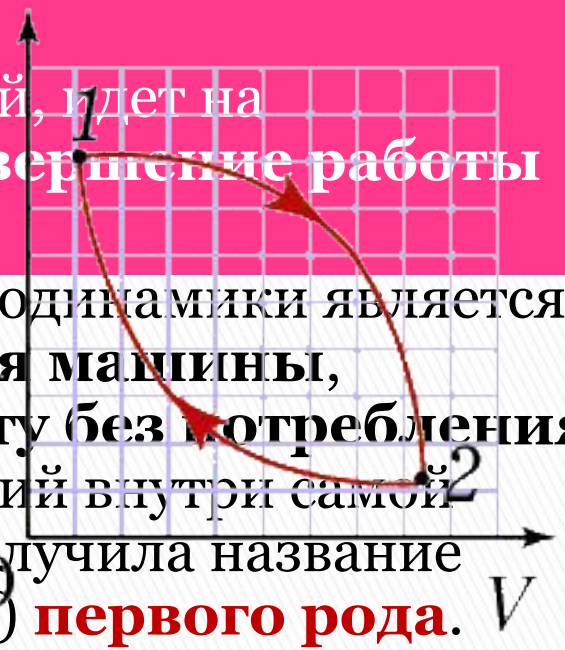
# Первый закон термодинамики

- Обмен энергией между термодинамической системой и окружающими телами в результате теплообмена и совершаемой работы




$$Q = \Delta U + A$$

**I закон термодинамики:**
**Количество теплоты**, полученное системой, идет на **изменение ее внутренней энергии** и **совершение работы** над внешними телами




- Важным **следствием** первого закона термодинамики является утверждение о **невозможности создания машины, способной совершать полезную работу без потребления энергии извне** и без каких-либо изменений внутри самой машины. Такая гипотетическая машина получила название **вечного двигателя** (***perpetuum mobile***) **первого рода**.

# Первый закон термодинамики

**I закон термодинамики:**

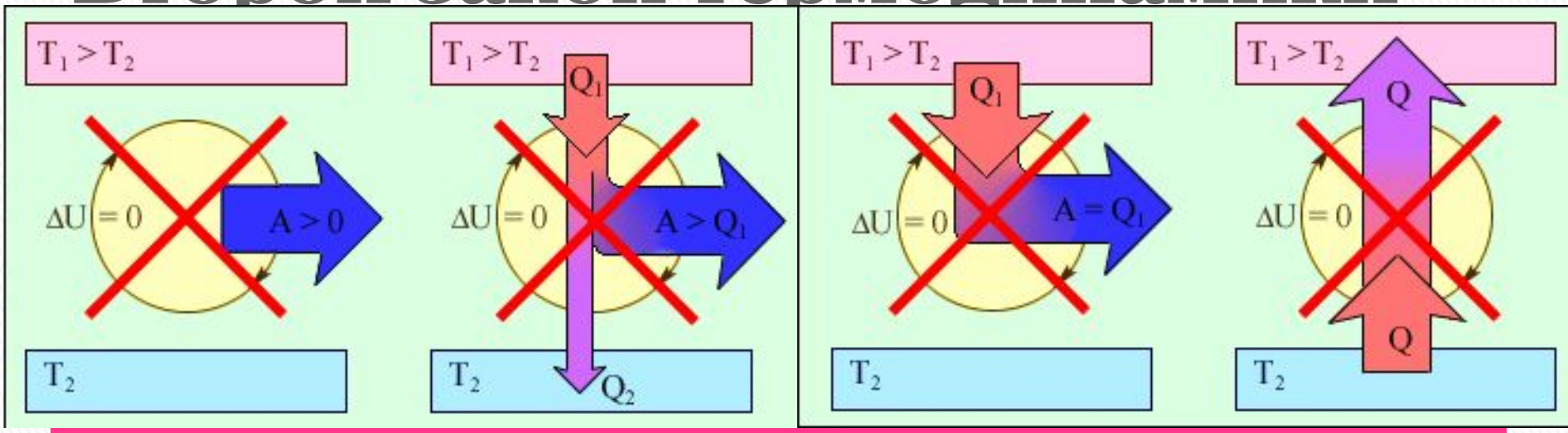
$$Q = \Delta U + A$$

Количество теплоты, полученное системой, идет на изменение ее внутренней энергии и совершение работы над внешними телами

- **В изохорном процессе ($V = const$)** газ **работы не совершает**, $A = 0$
- **В изобарном процессе ($p = const$)**
- **В изотермическом процессе** температура газа не изменяется, следовательно, **не изменяется** и **внутренняя энергия** газа, $\Delta U = 0$
- **В адиабатическом процессе** $Q = 0$

**Адиабатический процесс** - процесс, протекающий в **отсутствие теплообмена** с окружающими телами

# Второй закон термодинамики



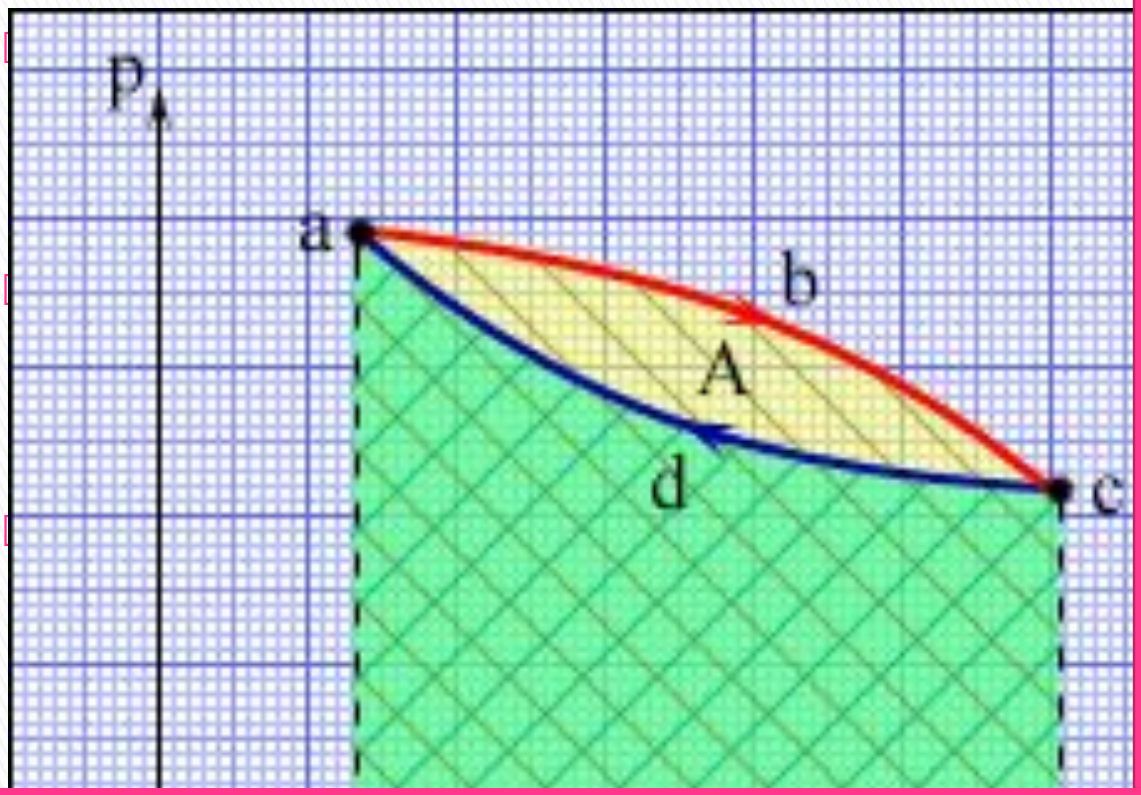

**Первая формулировка** (Клаузиус, 1850 год): **невозможен процесс, при котором тепло самопроизвольно переходит от тел менее нагретых к телам более нагретым.**

- **Вторая формулировка** (Томсон, 1851 год) **невозможен** круговой процесс, **единственным результатом которого было бы производство работы** за счет уменьшения внутренней энергии теплового резервуара.

**Третья формулировка** (Оствальд, 1901 год): **невозможен вечный двигатель второго рода.**

# Принципы действия тепловых машин

**Тепловым двигателем** называется устройство, способное **превращать** полученное **количество теплоты** в **механическую работу**.




Круговой процесс на диаграмме ($p$, $V$).
***abc*** – кривая **расширения**,
***cda*** – кривая **сжатия**.
**Работа *A* в круговом процессе равна площади фигуры *abcd***

Тепловой резервуар с **более высокой температурой** называют **нагревателем**, а с **более низкой** – **холодильником**.

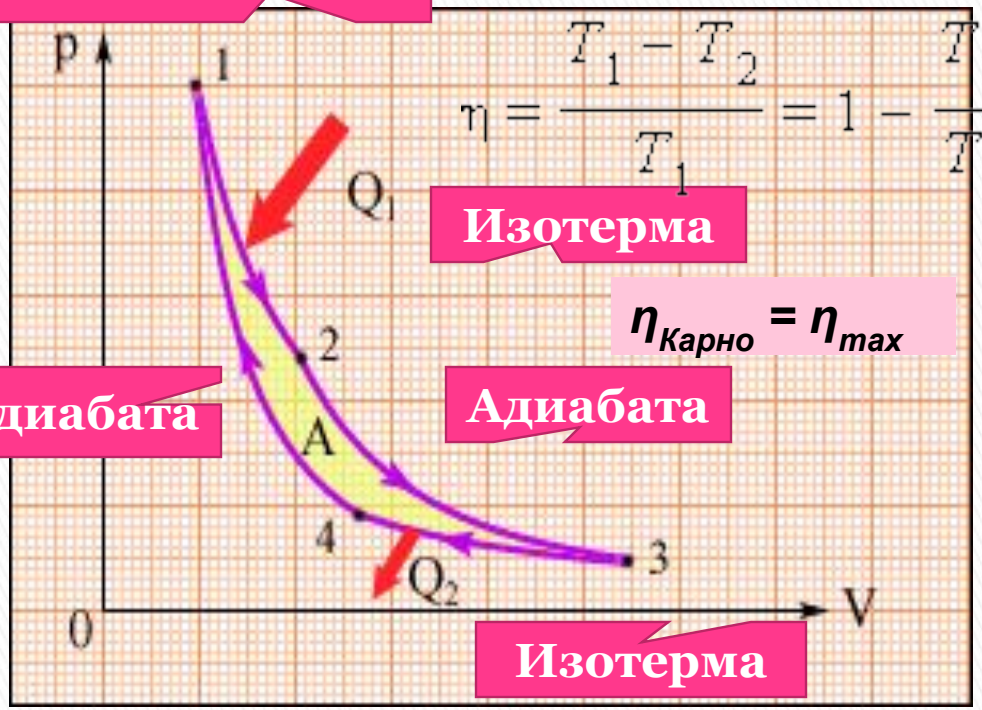
# КПД тепловой машины

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

С. Карно выразил ***коэффициент полезного действия цикла*** через температуры нагревателя $T_1$ и холодильника $T_2$

Цикл Карно – **наиболее эффективный круговой процесс** из всех возможных при заданных температурах нагревателя и холодильника:

**Цикл Карно**




$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

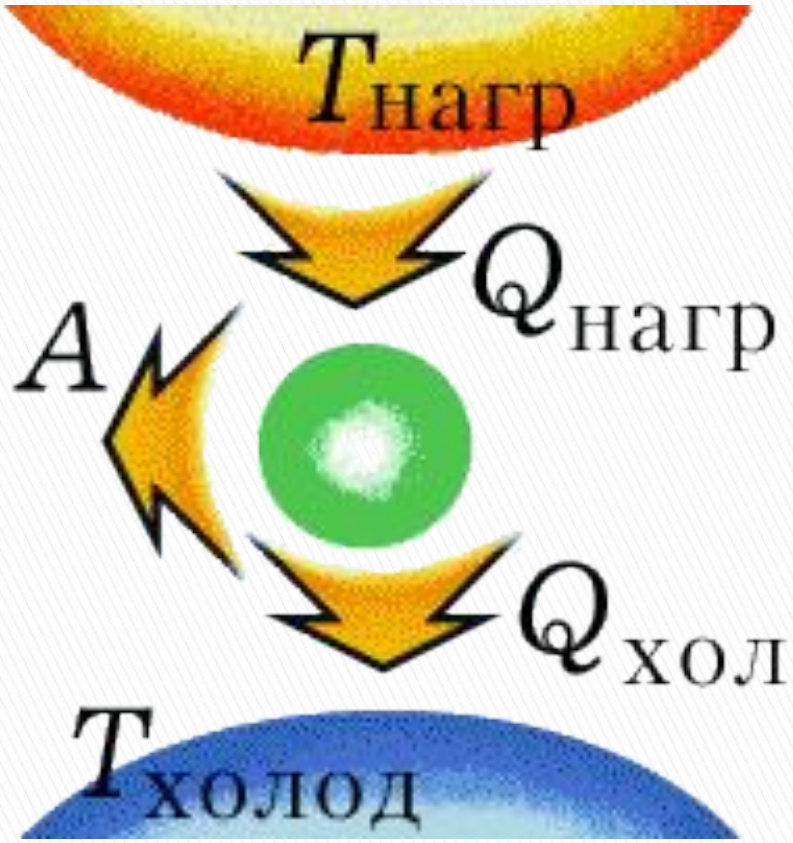
$\eta_{Карно} = \eta_{max}$

$$Q = Q_1 - |Q_2| = A$$

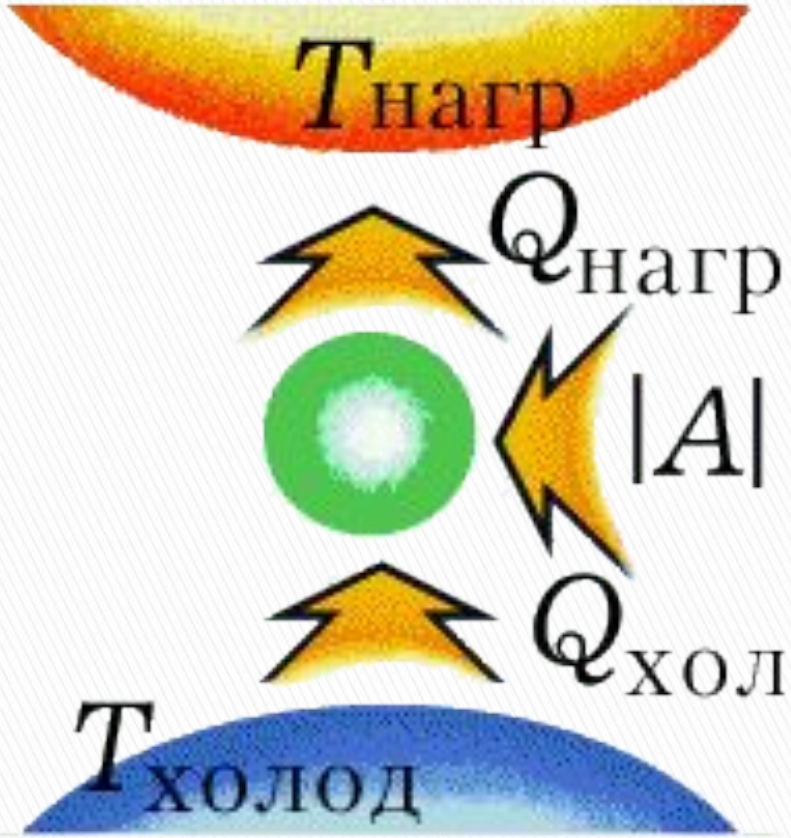
**Работа А**, совершаемая рабочим телом за цикл, равна полученному за цикл количеству теплоты Q.

**Отношение работы А к количеству теплоты $Q_1$, полученному рабочим телом за цикл от нагревателя, называется коэффициентом полезного действия $\eta$ тепловой машины:**

# КПД тепловой машины




**Структура тепловых машин**

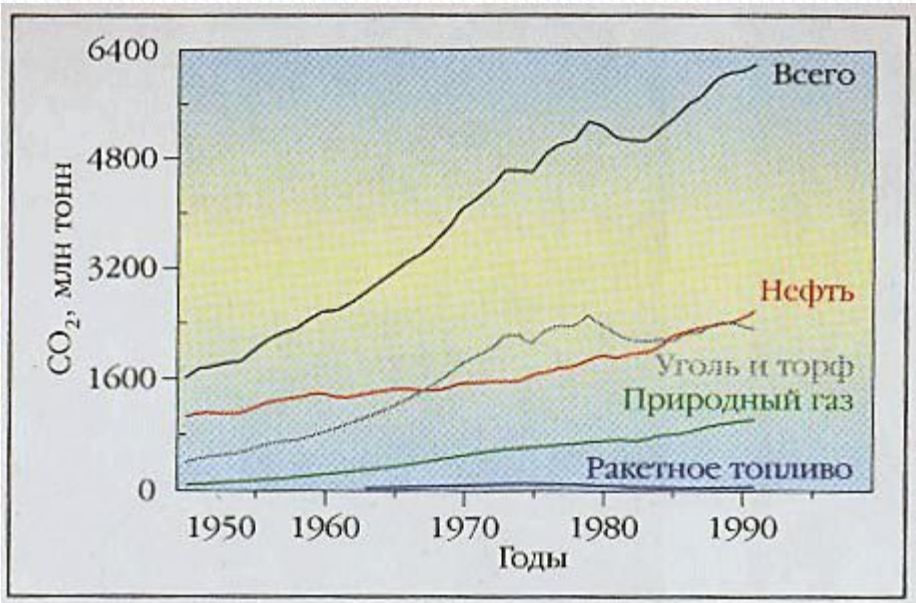



**Холодильные машины**

# Тепловые двигатели и охрана окружающей среды

- Факторы **негативного влияния** тепловых двигателей на окружающую среду:

1. загрязнение атмосферы
2. шумовые загрязнения
3. проблемы утилизации отработанных автомобилей
4. загрязнение почвы
5. повышение температуры атмосферы

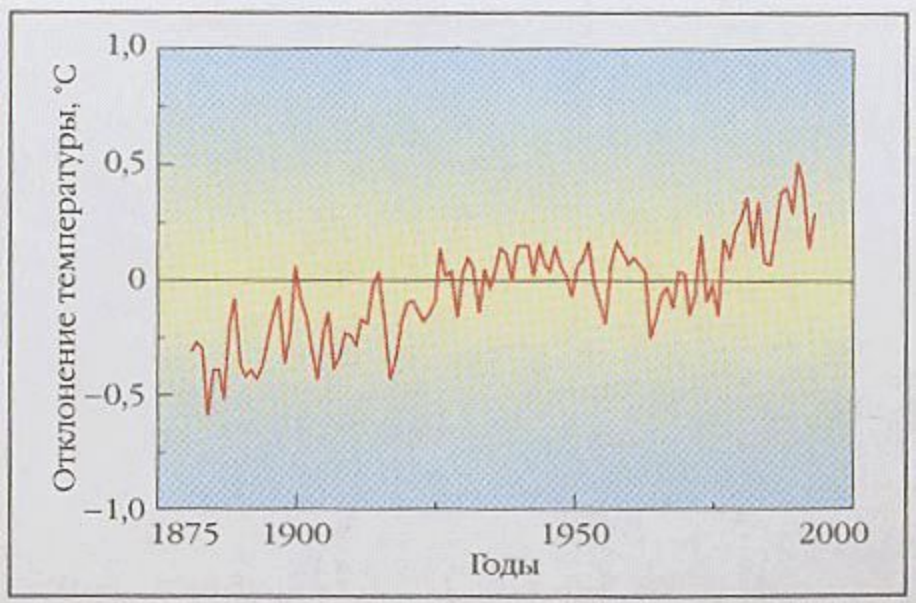



Рост всемирных выбросов $CO_2$ от разных источников во второй половине XX в.

# Тепловые двигатели и охрана окружающей среды

- **Отрицательное влияние тепловых машин на окружающую среду связано с действием различных факторов.**

1. при сжигании топлива используется кислород из атмосферы, вследствие чего содержание кислорода в воздухе постепенно уменьшается.
2. сжигание топлива сопровождается выделением в атмосферу углекислого газа.
3. при сжигании угля и нефти атмосфера загрязняется азотными и серными соединениями, вредными для здоровья человека.
4. Автомобильные двигатели ежегодно выбрасывают в атмосферу два-три тонн свинца.




Изменение среднеглобальной температуры приземного воздуха. Показаны отклонения от средней температуры за 1950—1975 гг.

# Тепловые двигатели и охрана окружающей среды

- Один из путей **уменьшения путей загрязнения** окружающей среды- **использованием** в автомобилях вместо карбюраторных бензиновых двигателей **дизелей**, в **топливо которых не добавляют соединения свинца**.
- Перспективными являются разработки автомобилей, в которых вместо бензиновых двигателей применяются **электродвигатели** или двигатели, использующие в качестве топлива **водород**.
- Согласно законам термодинамики производство электрической и механической энергии в принципе не может быть осуществлено без отвода в окружающую среду значительных количеств теплоты. Это не может не приводить к постепенному повышению средней температуры на земле. Одно из направлений, связанное с охраной окружающей среды, это **увеличение эффективности использования энергии**, борьба за её экономию.

# Рассмотрим задачи:

- ЕГЭ 2001-2010 (Демо, КИМ)
  ГИА-9 2008-2010 (Демо)

**(ЕГЭ 2001 г.) А9. Газ в сосуде сжали, совершив работу 25 Дж. Внутренняя энергия газа при этом увеличилась на 30 Дж. Следовательно**

1. газ получил извне количество теплоты, равное 5 Дж
2. газ получил извне количество теплоты, равное 55 Дж
3. газ отдал окружающей среде количество теплоты, равное 5 Дж
4. газ отдал окружающей среде количество теплоты, равное 55 Дж

$$Q = \Delta U + A$$

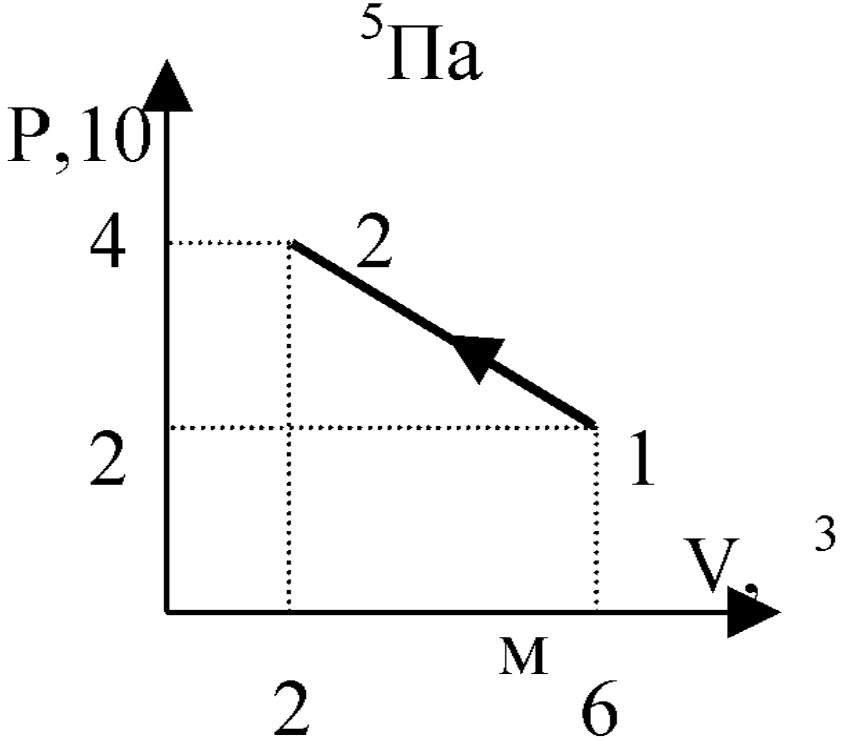
$$Q = 30 - 25 = 5Дж$$

**(ЕГЭ 2001 г.) А11. В тепловом двигателе газ получил 300 Дж тепла и совершил работу 36 Дж. Как изменилась внутренняя энергия газа?**

1. уменьшилась на 264 Дж
2. уменьшилась на 336 Дж
3. увеличилась на 264 Дж
4. увеличилась на 336 Дж

**(ЕГЭ 2001 г.) А13. В результате некоторого процесса газ перешел из состояния 1 в состояние 2. Какую работу совершили при этом над газом?**

1. $4 \cdot 10^5$ Дж
2. $16 \cdot 10^5$ Дж
3. $8 \cdot 10^5$ Дж
4. $12 \cdot 10^5$ Дж




$$A = S = (6-4)\cdot(4-2)\cdot 10^5 = 4\cdot 10^5 \text{ Дж}$$

**(ЕГЭ 2001 г.) А14. Фарфоровую статуэтку массой 0,2 кг обжигали при температуре 1500 К и выставили на стол, где она остыла до температуры 300 К. Какое количество тепла выделила статуэтка при остывании?**

1. $2{,}6 \cdot 10^5$ Дж
2. $3{,}3 \cdot 10^5$ Дж
3. $6{,}6 \cdot 10^4$ Дж
4. $2{,}6 \cdot 10^2$ Дж

**(ЕГЭ 2002 г., Демо) А10. Внутренняя энергия гири увеличивается, если**

1. гирю поднять на 2 м
2. гирю нагреть на $2^{o}$ С
3. увеличить скорость гири на 2 м/с
4. подвесить гирю на пружине, которая растянется на 2 см

**(ЕГЭ 2002 г., Демо) А11. Тепловой двигатель за цикл получает от нагревателя количество теплоты, равное 3 кДж и отдает холодильнику количество теплоты, равное 2,4 кДж. КПД двигателя равен**

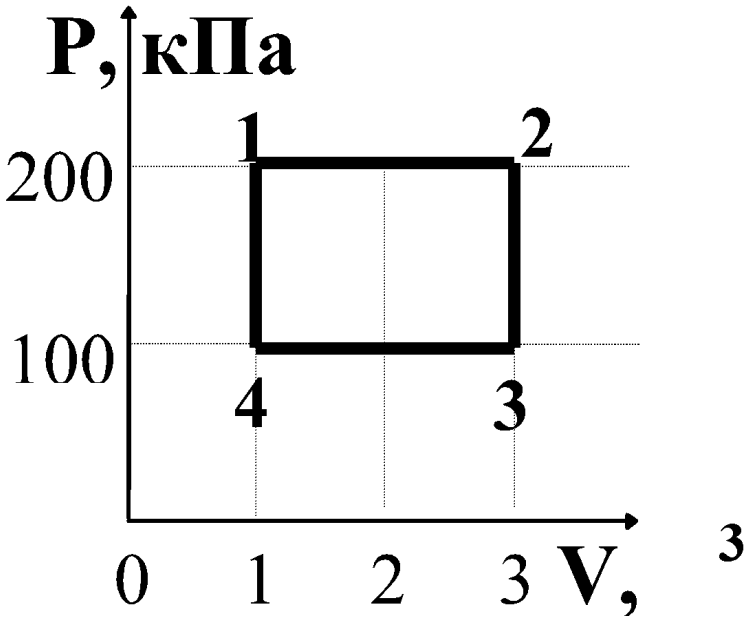
1. 20%
2. 25%
3. 80%
4. 120%

**(ЕГЭ 2002 г., Демо) А14. Температура кристаллического тела при плавлении не изменяется. Внутренняя энергия вещества при плавлении**

1. Увеличивается
2. Не изменяется
3. Уменьшается
4. Может увеличиваться или уменьшаться в зависимости от кристаллической структуры тела

**(ЕГЭ 2002 г., Демо) А29. Работа газа за термодинамический цикл 1-2-3-4 равна**

1. 100 кДж
2. 200 кДж
3. 300 кДж
4. 400 кДж



**(ЕГЭ 2003 г., КИМ) А11. При охлаждении твердого тела массой *m* температура тела понизилась на ΔT. По какой из приводимых ниже формул следует рассчитывать количество отданной телом теплоты Q? c – удельная теплоемкость вещества.**

1) $c \cdot m \cdot \Delta T$

2) $\frac{m \cdot \Delta T}{c}$

3) $\frac{c \cdot m}{\Delta T}$

4) $\frac{m}{c \cdot \Delta T}$

**(ЕГЭ 2003 г., КИМ) А12. Внутренняя энергия идеального газа при его охлаждении**

1. увеличивается
2. уменьшается
3. увеличивается или уменьшается в зависимости от изменения объема
4. не изменяется

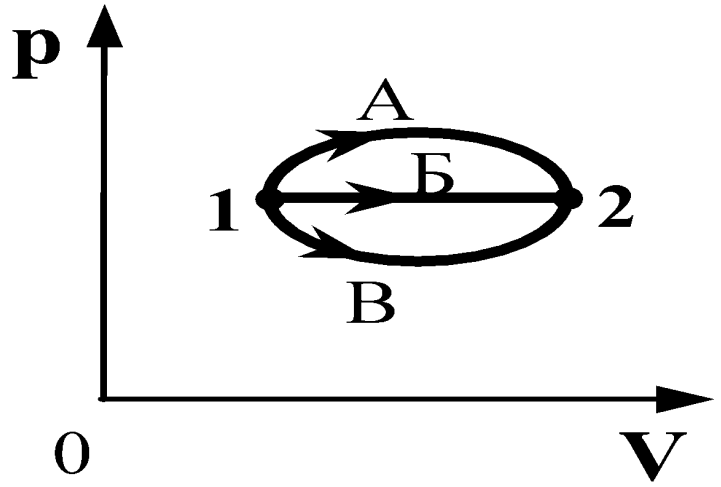
**(ЕГЭ 2003 г., демо) А27. Тепловая машина с КПД 40 % получает за цикл от нагревателя 100 Дж. Какое количество теплоты машина отдает за цикл холодильнику?**

1. 40 Дж
2. 60 Дж
3. 100 Дж
4. 160 Дж

**(ЕГЭ 2004 г., демо) А8. Теплопередача всегда происходит от тела с**

1. большим запасом количества теплоты к телу с меньшим запасом количества теплоты
2. большей теплоемкостью к телу с меньшей теплоёмкостью
3. большей температурой к телу с меньшей температурой
4. большей теплопроводностью к телу с меньшей теплопроводностью

**(ЕГЭ 2004 г., демо) А9.** **В каком из процессов перехода идеального газа из состояния 1 в состояние 2, изображенном на pV-диаграмме (см. рисунок), газ совершает наибольшую работу?**




1. **А**
2. **Б**
3. **В**
4. **во всех трех процессах газ совершает одинаковую работу**

**(ЕГЭ 2005 г., ДЕМО) А9. При нагревании текстолитовой пластинки массой 0,2 кг от 30° С до 90° С потребовалось затратить 18 кДж энергии. Следовательно, удельная теплоемкость текстолита равна**

1. 0,75 кДж/(кг · К)
2. 1 кДж/(кг · К)
3. 1,5 кДж/(кг · К)
4. 3 кДж/(кг · К)

**(ЕГЭ 2005 г., ДЕМО) А10. В герметично закрытом сосуде находится одноатомный идеальный газ. Как изменится внутренняя энергия газа при понижении его температуры?**

1. увеличится или уменьшится в зависимости от давления газа в сосуде
2. уменьшится при любых условиях
3. увеличится при любых условиях
4. не изменится

**2005 г. А10 (КИМ). От каких макроскопических параметров зависит внутренняя энергия тела?**

1. от температуры и объема тела
2. от температуры и скорости движения тела
3. от температуры тела и расстояния от тела до поверхности Земли
4. только от температуры тела

**2005 г. А11 (КИМ).** **При передаче твердому телу массой m количества теплоты Q температура тела повысилась на ΔT. Какое из приведенных ниже выражений определяет удельную теплоемкость вещества этого тела?**

1) $\frac{Q}{m}$ 2) $\frac{Q}{m\Delta T}$ 3) $\frac{Q}{\Delta T}$ 4) $Q \cdot m \cdot \Delta T$

**(ЕГЭ 2005 г., ДЕМО) А12. Максимальный КПД тепловой машины с температурой нагревателя 227° С и температурой холодильника 27° С равен**

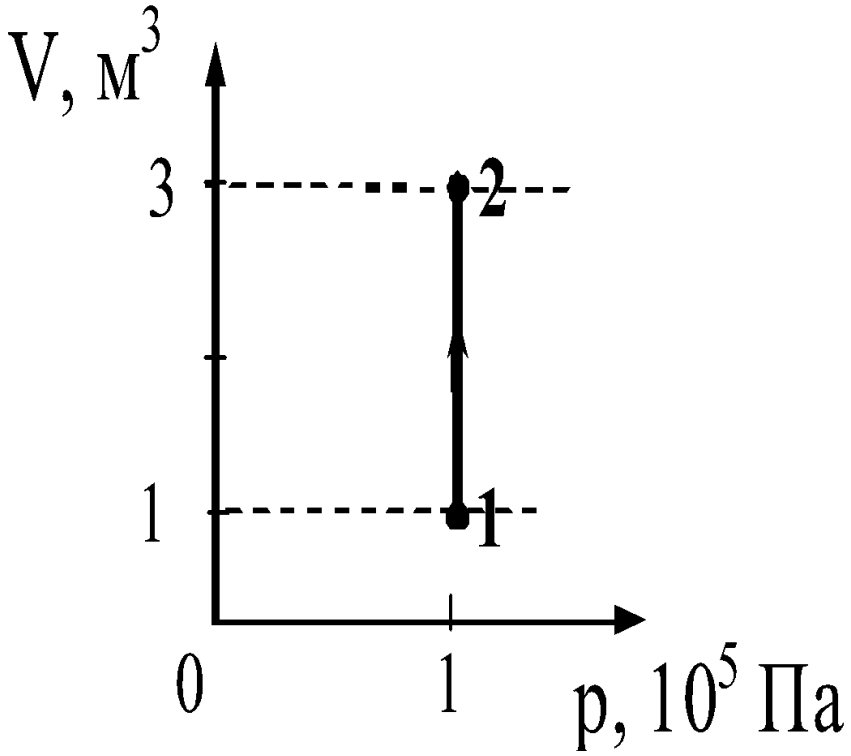
1. 100 %
2. 88 %
3. 60 %
4. 40 %

**2005 г. А12 (КИМ).** **Тепловая машина за цикл работы получает от нагревателя 100 Дж и отдает холодильнику 40 Дж. Чему равен КПД тепловой машины?**

1) 60% 2) 40% 3) 29% 4) 43%

**(ЕГЭ 2006 г., ДЕМО) А12.** **На рисунке приведен график зависимости объема идеального одноатомного газа от давления в процессе 1 – 2. Внутренняя энергия газа при этом увеличилась на 300 кДж. Количество теплоты, сообщенное газу в этом процессе, равно**

1. 0 кДж
2. 100 кДж
3. 200 кДж
4. 500 кДж



**(ЕГЭ 2006 г., ДЕМО) А13. Тепловая машина с КПД 60% за цикл работы получает от нагревателя количество теплоты, равное 100 Дж. Какую полезную работу машина совершает за цикл?**

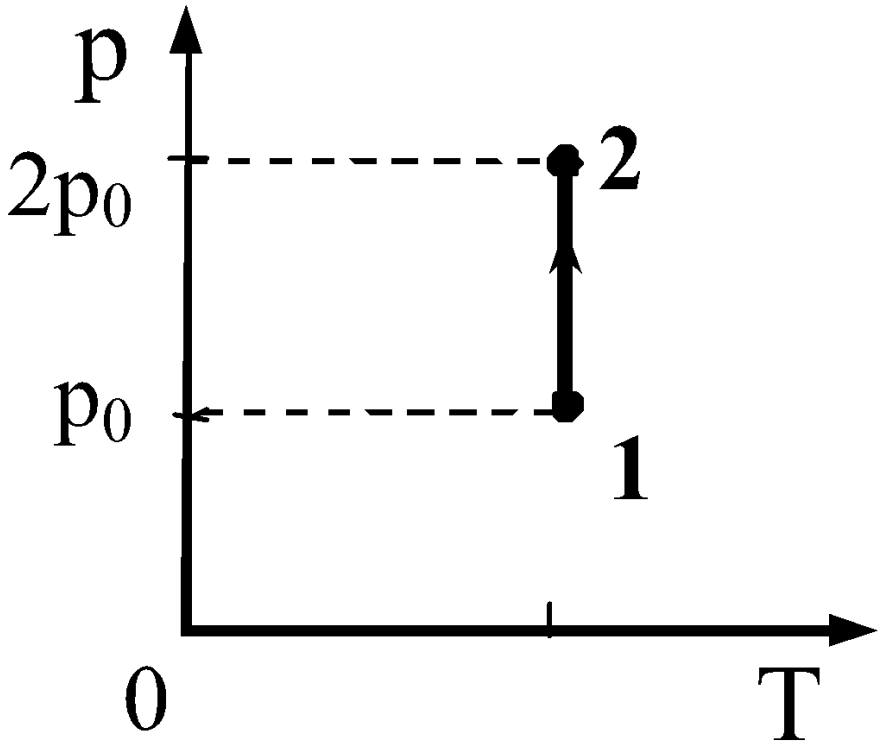
1. 40 Дж
2. 60 Дж
3. 100 Дж
4. 160 Дж

**(ЕГЭ 2007 г., ДЕМО) А11. Внутренняя энергия газа в запаянном несжимаемом сосуде определяется главным образом**

1. движением сосуда с газом
2. хаотическим движением молекул газа
3. взаимодействием молекул газа с Землей
4. действием внешних сил на сосуд с газом

**(ЕГЭ 2007 г., ДЕМО) А14.** На диаграмме (см. рисунок) показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Газ отдает 50 кДж теплоты. Работа внешних сил равна

1. 0 кДж
2. 25 кДж
3. 50 кДж
4. 100 кДж



**(ЕГЭ 2008 г., ДЕМО) А14. Одноатомный идеальный газ в количестве 4 молей поглощает количество теплоты 2 кДж. При этом температура газа повышается на 20 К. Работа, совершаемая газом в этом процессе, равна**

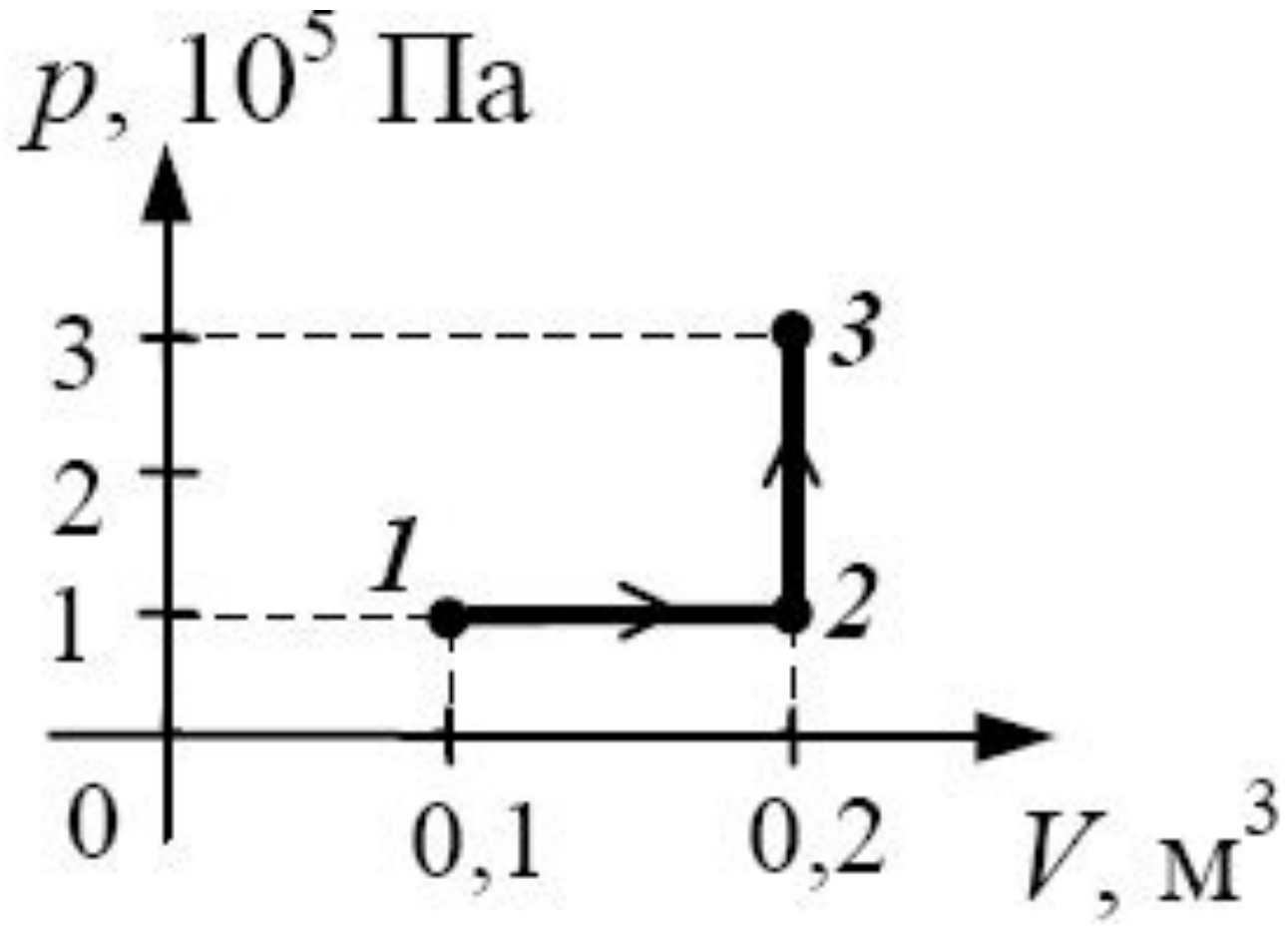
1. 0,5 кДж
2. 1,0 кДж
3. 1,5 кДж
4. 2,0 кДж

**(ЕГЭ 2008 г., ДЕМО) А15.** **Тепловая машина имеет КПД 25%. Средняя мощность передачи теплоты холодильнику в ходе ее работы составляет 3 кВт. Какое количество теплоты получает рабочее тело машины от нагревателя за 10 с?**

1. 0,4 Дж
2. 40 Дж
3. 400 Дж
4. 40 кДж

**(ЕГЭ 2009 г., ДЕМО) А10. Какую работу совершает газ при переходе из состояния *1* в состояние *3* (см. рисунок)?**

1. 10 кДж
2. 20 кДж
3. 30 кДж
4. 40 кДж



**(ЕГЭ 2009 г., ДЕМО) А11. В тепловой машине температура нагревателя 600 К, температура холодильника на 200 К меньше, чем у нагревателя. Максимально возможный КПД машины равен**

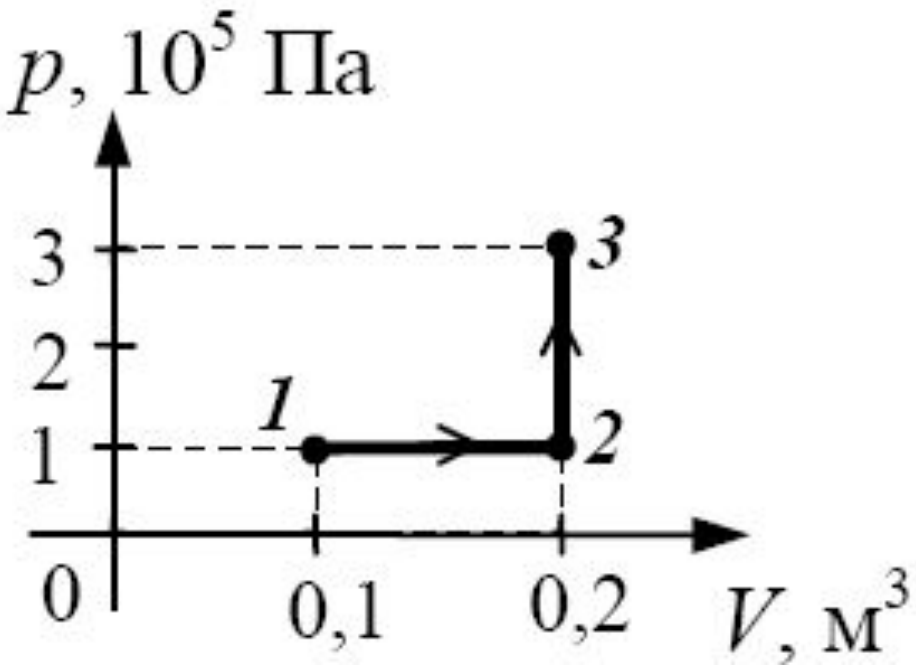
1) $\frac{3}{4}$ 2) $\frac{2}{3}$ 3) $\frac{1}{2}$ 4) $\frac{1}{3}$

**(ЕГЭ 2010 г., ДЕМО) А10. При каком из перечисленных ниже процессов остается неизменной внутренняя энергия 1 моль идеального газа?**

1. при изобарном сжатии
2. при адиабатном сжатии
3. при адиабатном расширении
4. при изотермическом расширении

**(ЕГЭ 2010 г., ДЕМО) А11. Какую работу совершает газ при переходе из состояния *1* в состояние *3* (см. рисунок)?**

1. 10 кДж
2. 20 кДж
3. 30 кДж
4. 40 кДж



**(ЕГЭ 2010 г., ДЕМО) А12. Температура нагревателя идеального теплового двигателя Карно 227 °С, а температура холодильника 27 °С. Рабочее тело двигателя совершает за цикл работу, равную 10 кДж. Какое количество теплоты получает рабочее тело от нагревателя за один цикл?**

1. 2,5 Дж
2. 11,35 Дж
3. 11,35 кДж
4. 25 кДж

# Используемая литература


/ httphttp://http://wwwhttp://www.http://www.eduhttp://www.edu.http://www.edu.delfahttp://www.edu.delfa.http://www.edu.delfa.nethttp://www.edu.delfa.net/http://www.edu.delfa.net/CONSPhttp://www.edu.delfa.net/CONSP/http://www.edu.delfa.net/CONSP/mkthttp://www.edu.delfa.net/CONSP/mkt8.http://www.edu.delfa.net/CONSP/mkt8.html

Берков, А.В. и др. Самое полное издание типовых вариантов реальных заданий ЕГЭ 2010, Физика [Текст]: учебное пособие для выпускников. ср. учеб. заведений / А.В. Берков, В.А. Грибов. – ООО "Издательство Астрель", 2009. – 160 с.

Касьянов, В.А. Физика, 11 класс [Текст]: учебник для общеобразовательных школ / В.А. Касьянов. – ООО "Дрофа", 2004. – 116 с.

Класс!ная физика для любознательных. ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ / http/ http:///http://class/ http://class-/ http://class-fizika/ http://class-fizika./ http://class-fizika.narod/ http://class-fizika.narod./ http://class-fizika.narod.ru/ http://class-fizika.narod.ru/8_/ http://class-fizika.narod.ru/8_class/ http://class-fizika.narod.ru/8_class./ http://class-fizika.narod.ru/8_class.htm

Момент силы. ВикипедиЯ [текст, рисунок]/http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82_%D1%81%D0%B8%D0%BB%D1%8B

Мякишев, Г.Я. и др. Физика. 11 класс [Текст]: учебник для общеобразовательных школ / учебник для общеобразовательных школ Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев . –" Просвещение ", 2009. – 166 с.

Открытая физика [текст, рисунки]/ http://www.physics.ru

Подготовка к ЕГЭ //http/http:///http://egephizika

Силы в механике/ httphttp://http://egephizikahttp://egephizika.26204http://egephizika.26204shttp://egephizika.26204s024.http://egephizika.26204s024.edusitehttp://egephizika.26204s024.edusite.http://egephizika.26204s024.edusite.ruhttp://egephizika.26204s024.edusite.ru/http://egephizika.26204s024.edusite.ru/DswMediahttp://egephizika.26204s024.edusite.ru/DswMedia/http://egephizika.26204s024.edusite.ru/DswMedia/mehanikahttp://egephizika.26204s024.edusite.ru/DswMedia/mehanika3.http://egephizika.26204s024.edusite.ru/DswMedia/mehanika3.htm

Тепловое равновесие. Температура. Количество теплоты и теплопередача/ httphttp://http://arturhttp://artur1253.http://artur1253.rbcmailhttp://artur1253.rbcmail.http://artur1253.rbcmail.ruhttp://artur1253.rbcmail.ru/http://artur1253.rbcmail.ru/glavahttp://artur1253.rbcmail.ru/glava3.http://artur1253.rbcmail.ru/glava3.html

Тепловые двигатели / *http://wiki.iteach.ru/index.php/%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5_%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B8/%D0%A3%D1%87%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82_%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%B*