

**Внутренняя
энергия.
Теплопередача.
Работа
в термодинамике**

Вопросы



- 1) Определение внутренней энергии
- 2) От чего зависит внутренняя энергия?
- 3) Внутренняя энергия одноатомного идеального газа
- 4) Способы изменения внутренней энергии.
- 5) Виды теплопередачи
- 6) Формула работы газа, работы внешних сил.

План:

1. Молекулярно –кинетическая трактовка понятия внутренней энергии тела
2. Вывод формулы внутренней энергии идеального газа
3. Способы изменения внутренней энергии системы: теплообмен и совершение работы



Термодинамика-

**теория тепловых
процессов,**

**в которой не
учитывается**

**молекулярное строение
тел.**

Термодинамика – раздел физики, изучающий

общие свойства
макроскопических
систем,
находящихся в
состоянии
термодинамического
равновесия

и

процессы перехода
между этими
состояниями.

Элементы термодинамики

Термодинамическая
система 

Термодинамическое
равновесие 

Термодинамические
параметры 

Внутренняя
энергия системы 

Термодинамическая система

- совокупность макроскопических тел, которые взаимодействуют и обмениваются энергией как между собой, так и с другими телами (внешней средой)

Термодинамические параметры (параметры состояния)

- Совокупность физических величин, характеризующих свойства термодинамической системы.
- Обычно в качестве параметров состояния выбирают T, P, V .

Термодинамическое равновесие

- Равновесие макроскопической системы, если ее состояние с течением времени не изменяется

Одноатомный газ -

- **газ , состоящий из отдельных атомов, а не молекул (*идеальный газ*).**

Одноатомными являются инертные газы- гелий, неон, аргон и др.

Внутренняя энергия системы

- U
- Энергия хаотического (теплового) движения микрочастиц системы (молекул, атомов, электронов, ядер...) и энергия взаимодействия этих частиц

▣ В середине 19 века было доказано, что наряду с механической энергией макроскопические тела обладают ещё и энергией, заключенной внутри самих тел. Эта энергия называется внутренней энергией.

▣ *Что такое внутренняя энергия?*



1. *Внутренняя энергия тела равна сумме кинетической энергии движения молекул и потенциальной энергии взаимодействия молекул.*

$$U = E_k + E_p$$

2. *Внутренняя энергия зависит от температуры и от количества частиц. Обозначается U , измеряется в Дж.*

3. *Т.к. потенциальная энергия идеального газа равна 0, то $U \equiv E_k$*

Выведем формулу для расчета внутренней энергии одноатомного идеального газа:

$$E_k = \bar{E} \cdot N; N = \frac{m}{M} N_A; \bar{E} = \frac{3}{2} kT \Rightarrow$$

$$E_k = \frac{3}{2} kT \frac{m}{M} N_A = \frac{3}{2} \frac{m}{M} (kN_A) T = \frac{3}{2} \frac{m}{M} (RT)$$

$$U \stackrel{\text{def}}{=} E_k$$

$$U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT - \text{внутренняя энергия}$$

одноатомного идеального газа.

$$U = \frac{5}{2} \frac{m}{M} RT - \text{внутренняя энергия}$$

двуатомного идеального газа.

Вывод формулы

$$U = N \cdot \overline{E_k}$$

$$U = 3/2 \cdot N \cdot k \cdot T$$

(разделим и умножим это выражение на $M = m_a \cdot N_a$) \Rightarrow

$$U = \frac{3 \cdot N \cdot (m_a \cdot N_a) \cdot k \cdot T}{2 \cdot M}$$

$$U = \frac{3 \cdot N \cdot (m_a \cdot N_a) \cdot k \cdot T}{2 \cdot M}$$

или

$$U = \frac{3 \cdot (N \cdot m_a) \cdot (N_a \cdot k) \cdot T}{2 \cdot M}$$

$$U = \frac{3 \cdot m \cdot R \cdot T}{2 \cdot M}$$

$$U = \frac{3 m}{2 M} R T$$

От чего зависит внутренняя энергия данной массы идеального газа?



$$U = \frac{3}{2} PV$$

$i=3$ для одноатомного газа

$i=5$ для двухатомного газа



Формула для внутренней энергии идеального газа:

$$U = \frac{i m}{2 M} R T$$



ВНУТРЕННЯЯ ЭНЕРГИЯ ПРЯМОПРОПОРЦИОНАЛЬНА ЕГО АБСОЛЮТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

- **ВНУТРЕННЯЯ ЭНЕРГИЯ ОДНОАТОМНОГО ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА НЕ ЗАВИСИТ ОТ ОБЪЕМА И ДРУГИХ МАКРОСКОПИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ**
- **ВНУТРЕННЯЯ ЭНЕРГИЯ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ ТЕМПЕРАТУРАМИ КОНЕЧНОГО И НАЧАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ И НЕ ЗАВИТ ОТ ПРОЦЕССА**
- **ВНУТРЕННЯЯ ЭНЕРГИЯ МНОГОАТОМНОГО ГАЗА РАВНА СУММЕ ЭНЕРГИЙ ПОСТУПАТЕЛЬНОГО, ВРАЩАТЕЛЬНОГО И КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЙ МОЛЕКУЛ И БУДЕТ БОЛЬШЕ ЭНЕРГИИ ОДНОАТОМНОГО ГАЗА ПРИ ТОЙ ЖЕ ТЕМПЕРАТУРЕ**
- **ВНУТРЕННЯЯ ЭНЕРГИЯ РЕАЛЬНОГО ГАЗА В ТЕРМОДИНАМИКЕ ЗАВИСИТ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОБЪЕМА**

Изменение внутренней энергии:

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{3}{2} \frac{m}{M} R \Delta T$$

$$\text{или } \Delta U = \frac{3}{2} p \Delta V$$

Способы изменения внутренней энергии

Совершение работы

Теплопередача

Теплопроводность

Конвекция

Излучение



Теплопередача

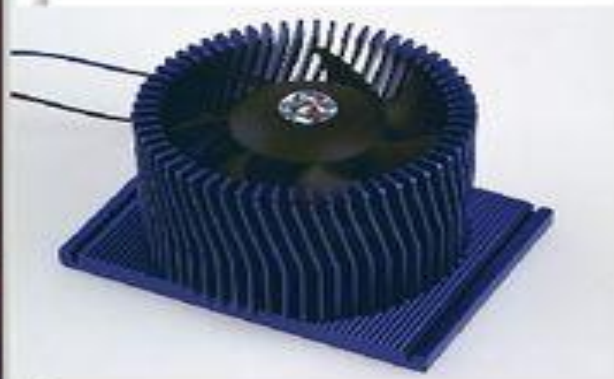
- Изменение внутренней энергии без совершения работы: энергия передается от более нагретых тел к менее нагретым

Теплопередача. Виды теплопередачи



Теплообмен

теплопроводность



конвекция



излучение



Теплопроводность

- это такой тип теплообмена, когда тепло передаётся от более нагретых участков тела менее нагретым вследствие теплового движения молекул.

- Все вещества имеют различную теплопроводность. Лучшие проводники тепла – кристаллы.
- Те вещества, в которых расстояния между молекулами большие – плохие проводники тепла. Это древесина, кирпич и т.д.



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 энергии участков тела к менее нагретым за счет взаимодействия микрочастиц (атомов, молекул, ионов, электронов, т.п.), который приводит к выравниванию температуры тела.



МЕТАЛЛЫ – ДР. ТВ. ТЕЛА – ЖИДКОСТИ – ГАЗЫ

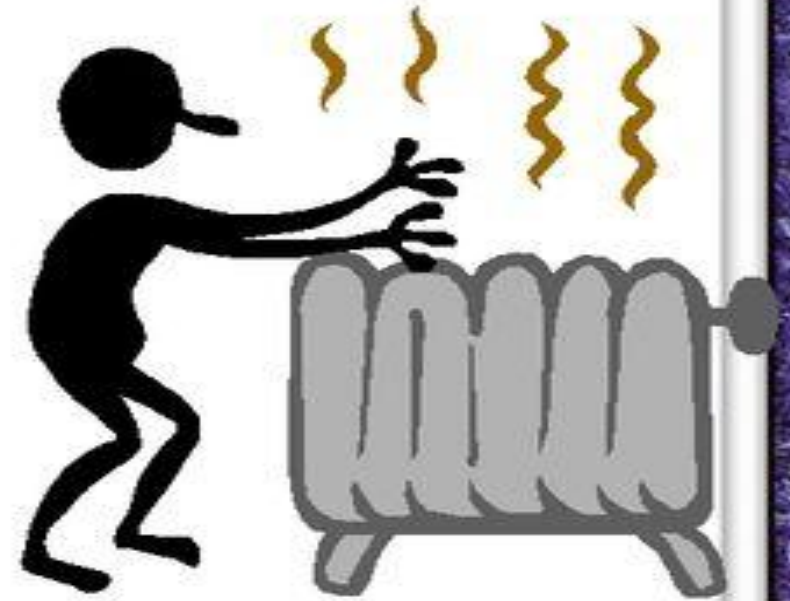
ОСЛАБЛЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ →

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



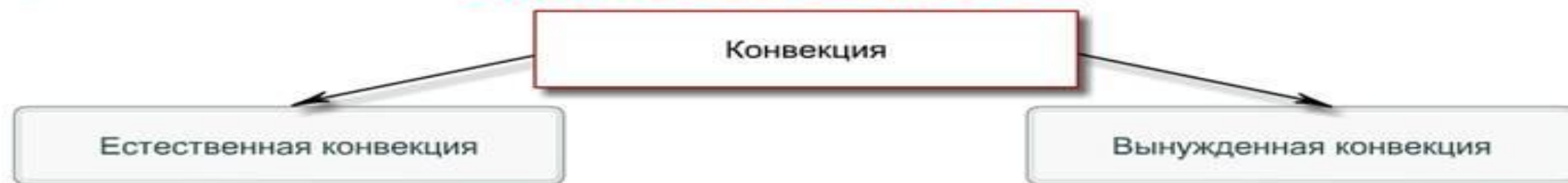
Конвекция

- это такой тип теплообмена, при котором энергия переносится струями жидкости или газа.
- Плотность горячего газа или жидкости меньше, чем холодных, поэтому конвекционные потоки поднимаются вверх.



Виды теплопередачи. Конвекция.

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



Лучист ый обмен или прост о излучение

- это перенос энергии в
виде
электромагнитных
волн.

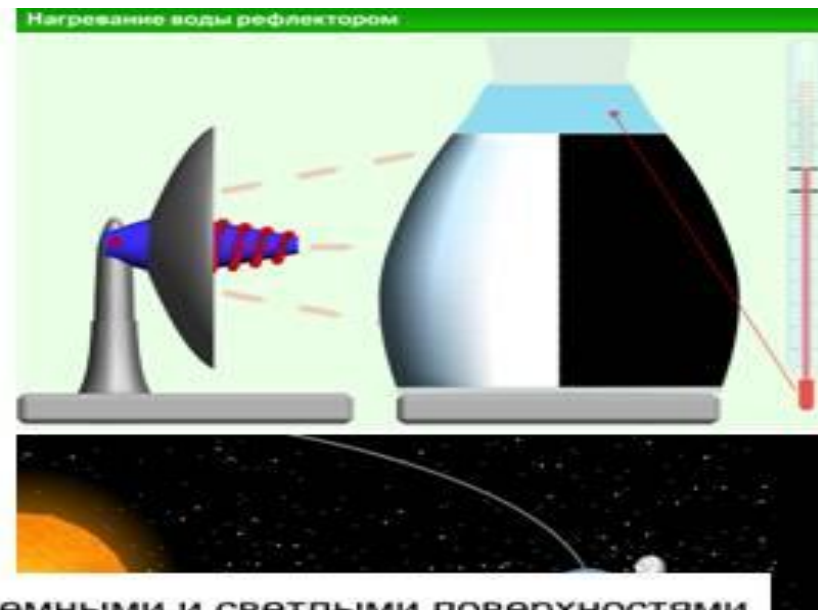


Любое нагретое тело является источником излучения.

- Этот вид теплообмена отличается от предыдущих тем, что может происходить

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



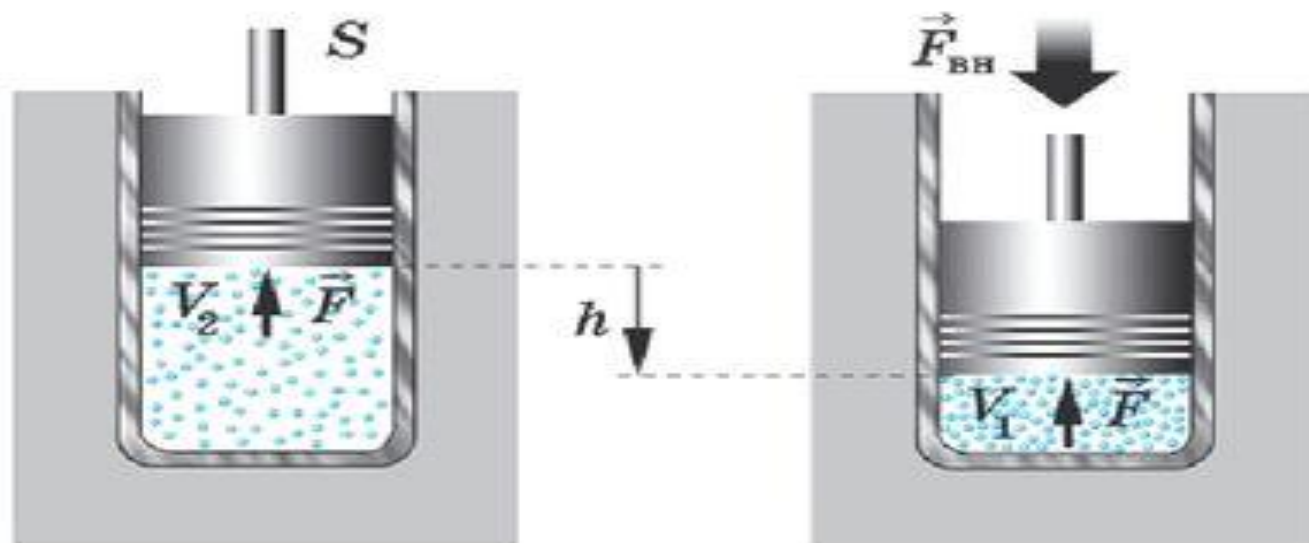
???

- Зависит ли внутренняя энергия от его движения и положения относительно других тел?
- От какого макроскопического параметра зависит внутренняя энергия идеального газа?
- Как можно изменить внутреннюю энергию жидкости, газа?



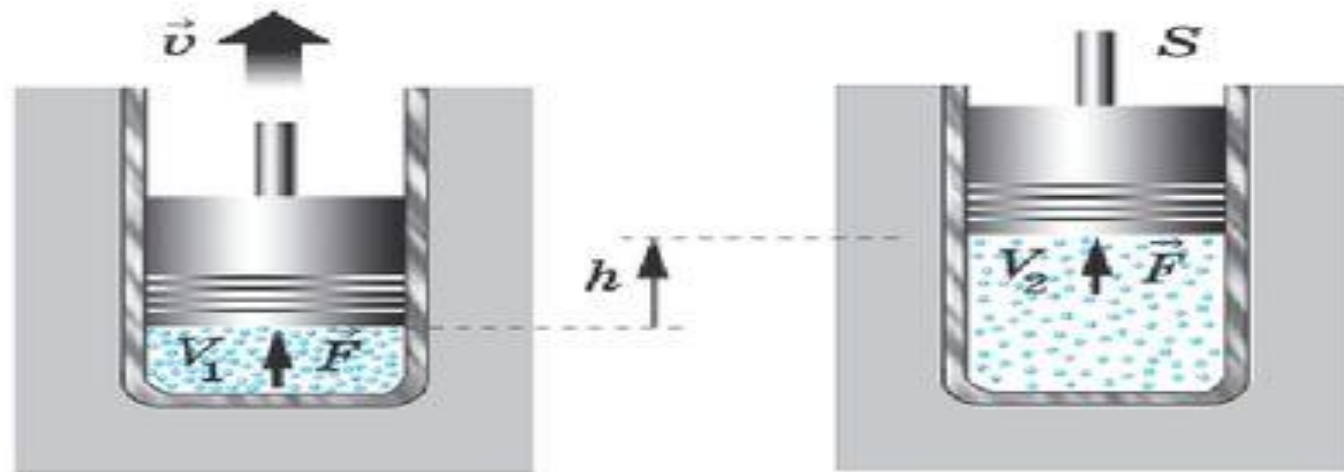
Совершение работ ы

- Работа при сжатии газа под поршнем

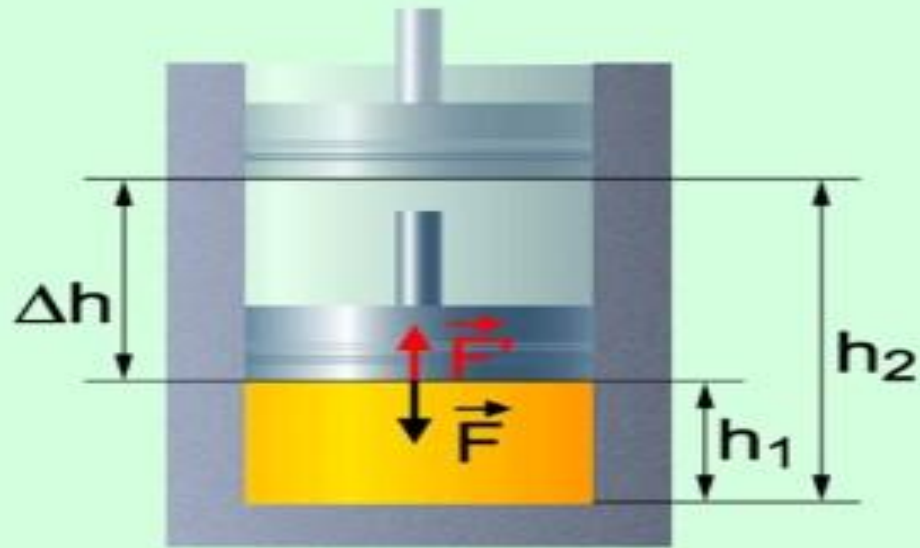


Совершение работы

- Работа при расширении газа под давлением

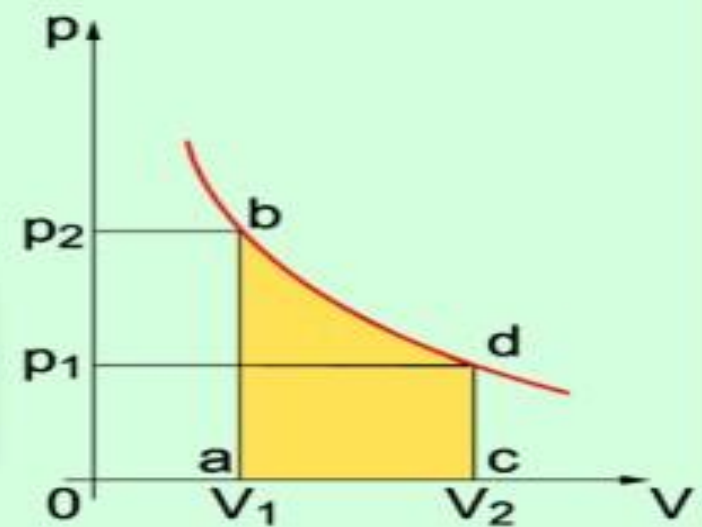
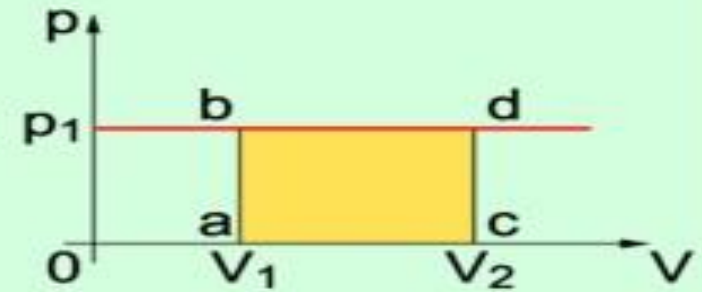


Работа в термодинамике



$$A' = F' \Delta h = pS(h_2 - h_1) = p(S h_2 - S h_1)$$

$$A' = p(V_2 - V_1) = p \Delta V$$



Работа в термодинамике

- **Работа газа:**

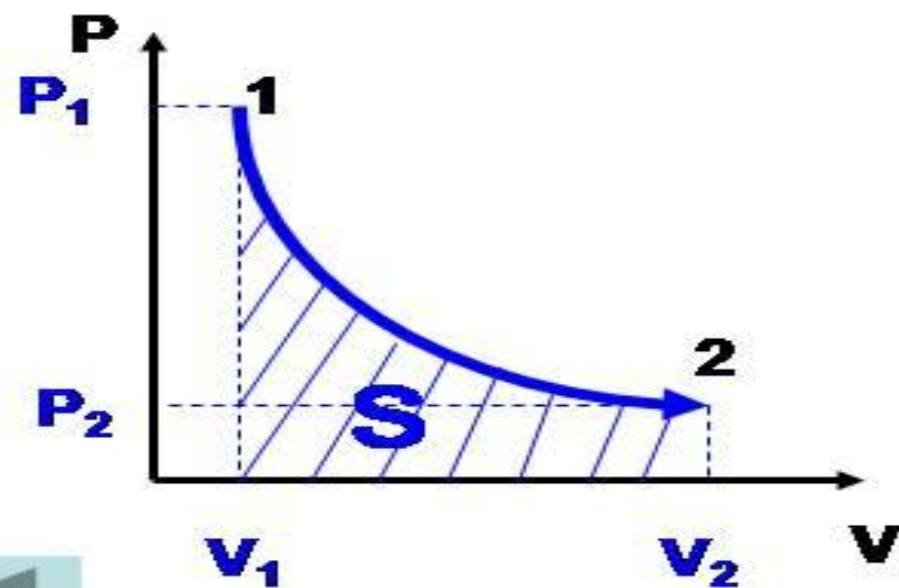
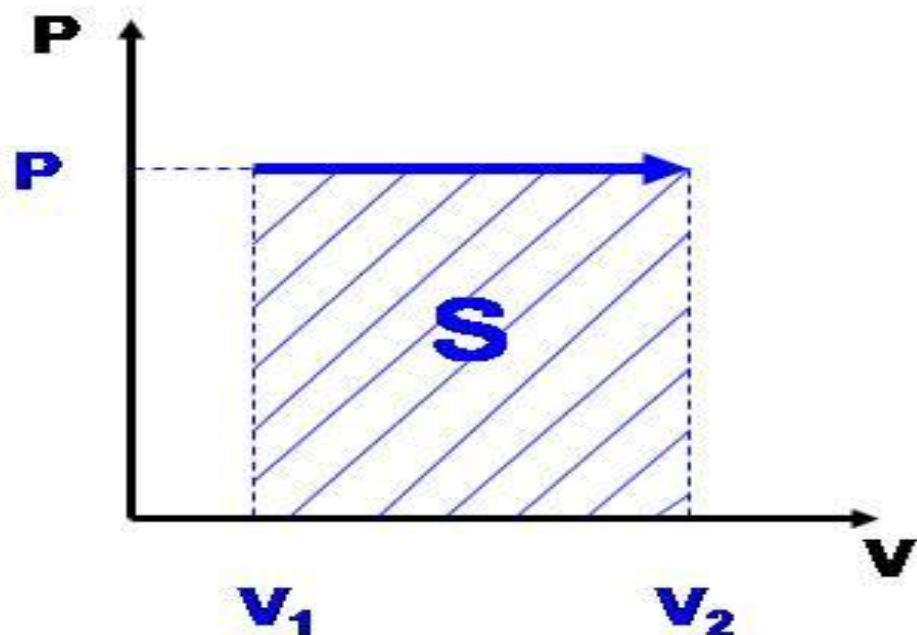
$$A' = p(V_2 - V_1) = p\Delta V$$

- **Работа внешних сил:**

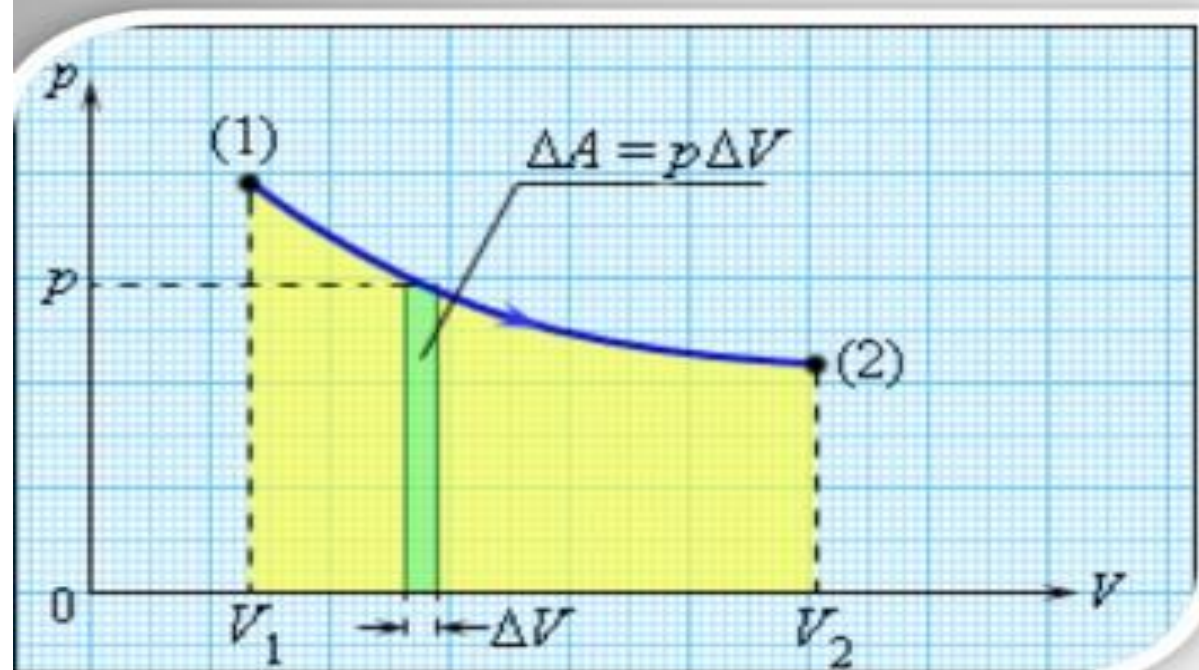
$$A = -A'$$

Геометрическое истолкование работы:

Работа, совершаемая газом в процессе его расширения (или сжатия) при любом термодинамическом процессе, **численно равна площади под кривой**, изображающей изменение состояния газа **на диаграмме (p, V)** .



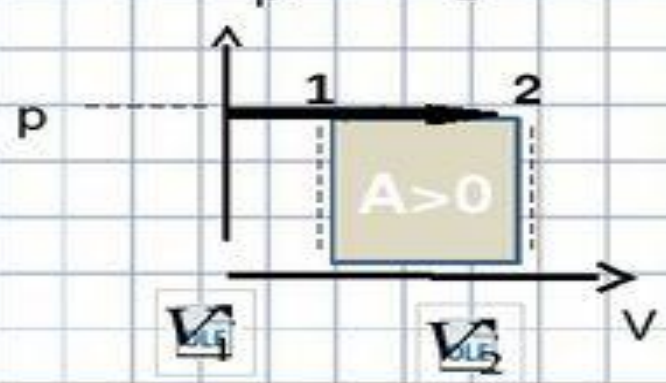
Геометрический смысл работы



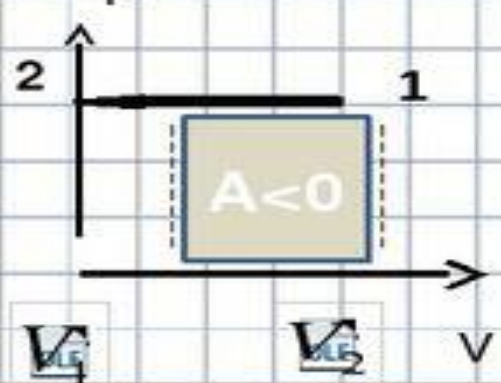
- Работа численно равна площади под графиком процесса на диаграмме (p, V).

Работа в термодинамике – работа сил, приложенных к внешним телам со стороны системы при её деформации. Работа газа численно равна площади фигуры под графиком зависимости давления от объёма в координатах p, V

Расширение газа



Сжатие газа



$$A_{\text{Газа}} = p \cdot (V_2 - V_1) = p \Delta V - \text{работа газа}$$

$$A_{\text{вн}} = - A_{\Gamma} = - p \cdot \Delta V - \text{работа внешних сил}$$

Задача №1. В стальном баллоне находится гелий массой 0,5 кг при температуре 10°C. Как изменится внутренняя энергия гелия, если его температура повысится до 30°C?

Дано:

$$m = 0,5 \text{ кг}$$

$$t_1 = 10^\circ \text{C}$$

$$t_2 = 30^\circ \text{C}$$

$$M = 4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{моль}}$$

$$\Delta U - ?$$

Решение:

$$\Delta U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} R \Delta T$$

$$T_1 = t_1 + 273 = 283 \text{K}; T_2 = t_2 + 273 = 303 \text{K};$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 20 \text{K}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot \frac{0,5}{4 \cdot 10^{-3}} \cdot 8,31 \cdot 20 = 31,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

Ответ. 31,2 кДж

Задачи (самостоятельно):

- 1. Определите изменение внутренней энергии кислорода ($Q_{в}$) массой 3 кг при изменении его температуры от 17°C до 27°C .**

- 2. Газ, расширяясь изобарно, совершает работу 0,2 кДж при давлении 200 кПа. Определите первоначальный объём газа, если конечный объём стал равен 2,5 л.**

Q

- Мерой теплопередачи является Q .
- Количество теплоты, получаемое телом, - энергия, передаваемая телу извне в результате теплообмена.
- При теплообмене **работа не совершается!!!**





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



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

Количество теплоты зависит от

массы тела m

изменения температур
 $t_2^\circ - t_1^\circ$

рода вещества

Удельная теплоемкость c — 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

$$Q = cm\Delta t^{\circ}$$

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

$$Q = \pm \lambda m$$

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

$$Q = \pm Lm = \pm \gamma m$$



Количество теплоты, Q – это энергия, переданная системе или полученная системой при теплообмене.

Процесс	Формула, удельные величины	
Нагревание или охлаждение	$Q = cm\Delta T$	с- удельная теплоемкость, Дж/(кг*К) m – масса, кг; ΔT - изменение температуры, К
Кипение или конденсация	$Q = gm$	g – удельная теплота парообразования, Дж/кг
Плавление или кристаллизация	$Q = \lambda m$	λ – удельная теплота плавления, Дж/кг
Сгорание топлива	$Q = qm$	q – удельная теплота сгорания, Дж/кг

Уравнение теплового баланса:

$$Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = const$$

(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 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
- 

ГИА-2008-7. Удельная теплоемкость меди равна $380 \text{ Дж} / \text{кг} \text{ } ^\circ\text{C}$. Как изменилась внутренняя энергия 1 кг меди при ее нагревании на 1°C ?

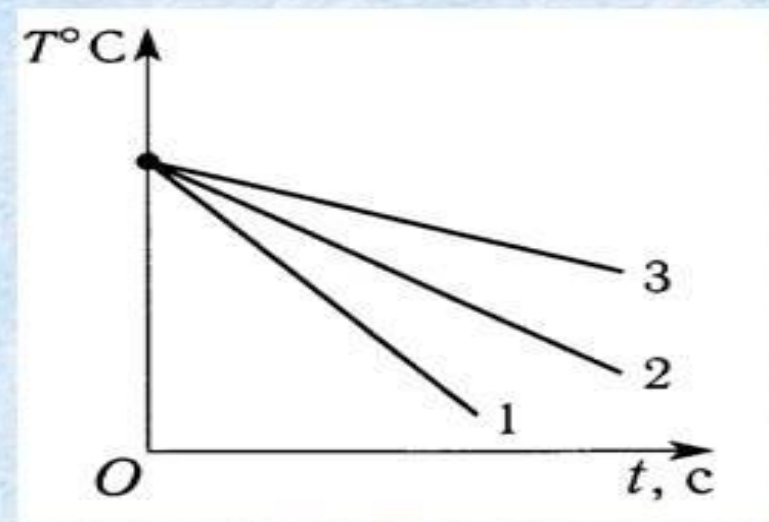
- 1. Увеличилась на $380 \text{ Дж} / \text{кг} \text{ } ^\circ\text{C}$.
- 2. Уменьшилась на $380 \text{ Дж/кг} \text{ } ^\circ\text{C}$.
- 3. Не изменилась.
- 4. Может увеличиться или уменьшиться.

ГИА-2008-7. Удельная теплоемкость меди равна $380 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$. Это означает, что

- **1) при температуре 0°C 1 кг меди выделяет 380 Дж энергии.**
- **2) при плавлении куска меди в 1 кг потребляется 380 Дж энергии.**
- **3) для нагревания 1 кг меди на 1°C необходимо 380 Дж энергии.**
- **4) для нагревания 1 кг меди на 380°C затрачивается 1 Дж энергии.**

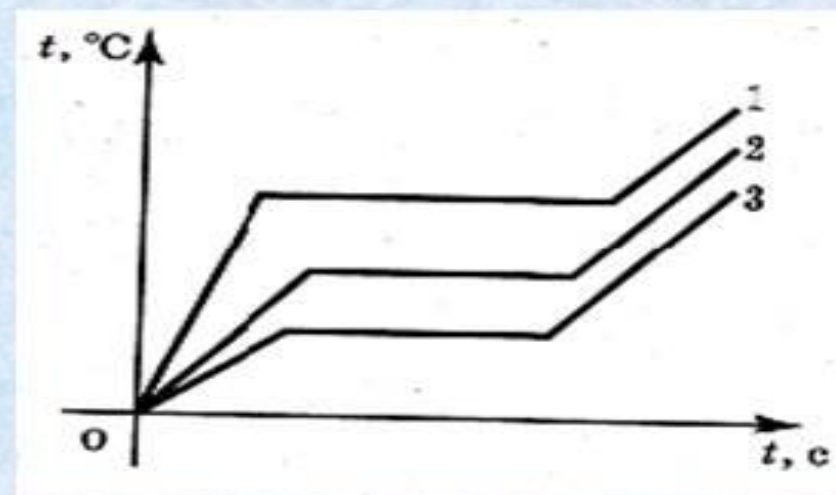
ГИА-2008-8. Графики нагревания трех тел одинаковой массы (зависимость температуры $T^{\circ}\text{C}$ от времени t) представлена на рисунке. Удельная теплоемкость какого тела больше?

- 1. 1.
- 2. 2.
- 3. 3.
- 4. Удельные теплоемкости всех трех тел одинаковы



ГИА-2010-8. На рисунке изображены графики зависимости изменения температуры от времени для трех первоначально твердых тел одинаковой массы при одинаковых условиях нагревания. У какого из этих тел наибольшая удельная теплоемкость в твердом состоянии?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) удельная теплоемкость в твердом состоянии у всех трех одинакова



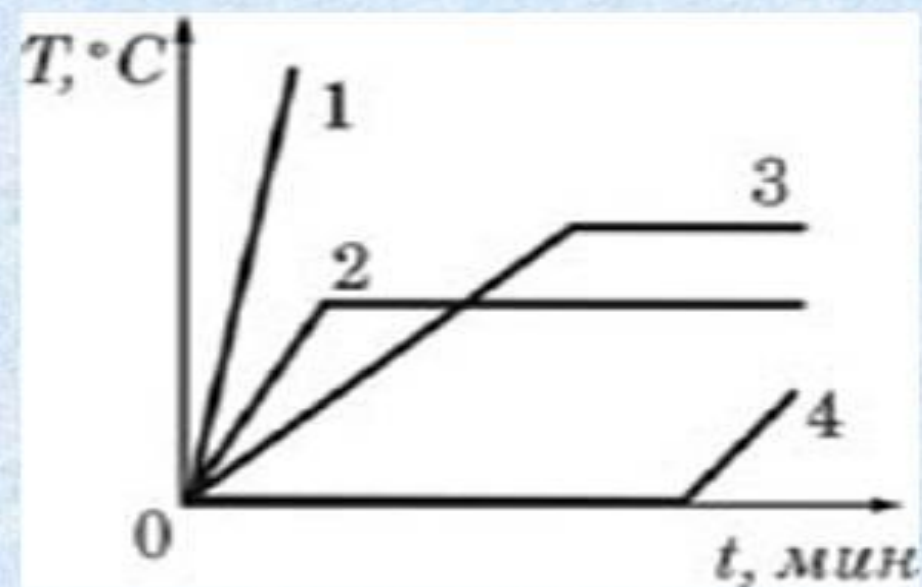
ГИА-2010-8. В одинаковые сосуды с холодной водой опустили нагретые до 100°C сплошные шары одинакового объема, в первый сосуд — из меди, а во второй — из цинка. После достижения состояния теплового равновесия оказалось, что в сосудах установилась разная температура. В каком из сосудов окажется более высокая температура?



- 1) В первом сосуде, так как удельная теплоемкость меди больше удельной теплоемкости цинка.
- 2) В первом сосуде, так как плотность меди больше плотности цинка.
- 3) Во втором сосуде, так как удельная теплоемкость цинка больше удельной теплоемкости меди.
- 4) Во втором сосуде, так как плотность цинка больше плотности меди.

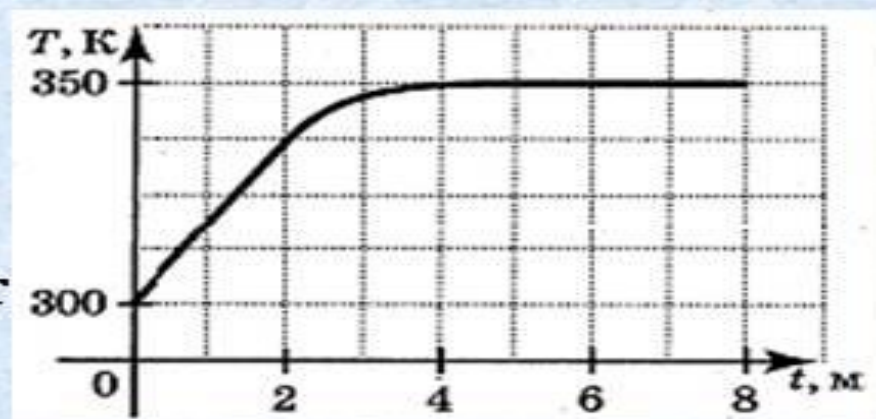
2010 г. (ГИА-9). 8. На одинаковых спиртовках нагревают одинаковые массы воды, спирта, льда и меди. Какой из графиков соответствует нагреванию воды?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4



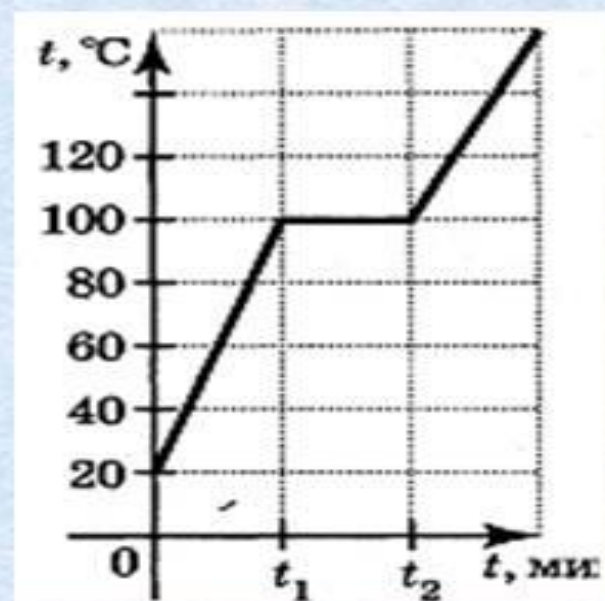
ГИА-2010-8. Кастрюлю с водой поставили на газовую плиту. Газ горит постоянно. Зависимость температуры воды от времени представлена на рисунке. Из графика можно сделать вывод, что

- 1) **теплоемкость воды увеличивается с течением времени**
- 2) **через 5 мин вся вода испарилась**
- 3) **при температуре 350 К вода отдает воздуху столько тепла, сколько получает от газа**
- 4) **через 5 мин теплоемкость воды достигла максимального значения**



ГИА-2010-8. На рисунке приведен график зависимости температуры некоторой массы вещества от времени нагревания. Согласно графику

- 1) температура вещества прямо пропорциональна времени нагревания
- 2) в промежутке времени от 0 до t_1 температура вещества повышается, а затем вещество кипит
- 3) в промежутке времени от 0 до t_1 температура вещества повышается, а затем вещество плавится
- 4) в промежутке времени от 0 до t_1 идет повышение температуры вещества, а в промежутке от t_1 до t_2 температура не меняется

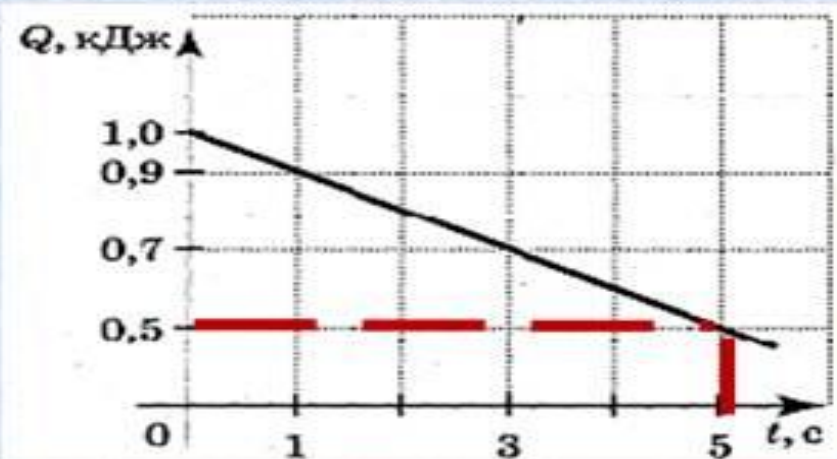


ГИА-2009-21. Скорость теплообмена тела теплоемкостью 200 Дж/К показана на рисунке. На сколько кельвин изменится температура этого тела за 5 с?

$$Q = C \cdot m \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{Q}{C \cdot m} = 200 \text{ Дж} \cdot \text{К}$$

$$\Delta t = \frac{500 \text{ Дж}}{200 \text{ Дж} \cdot \text{К}} = 2.5 \text{ К}$$



$$Q = (1 - 0.5) \cdot 10^5 \text{ Дж} = 500 \text{ Дж}$$

Ответ: 2,5 (К)

ГИА-2008-22. Какая энергия требуется для плавления 1 кг льда, взятого при температуре плавления?

• Ответ: **330** кДж

$$Q = \lambda m$$

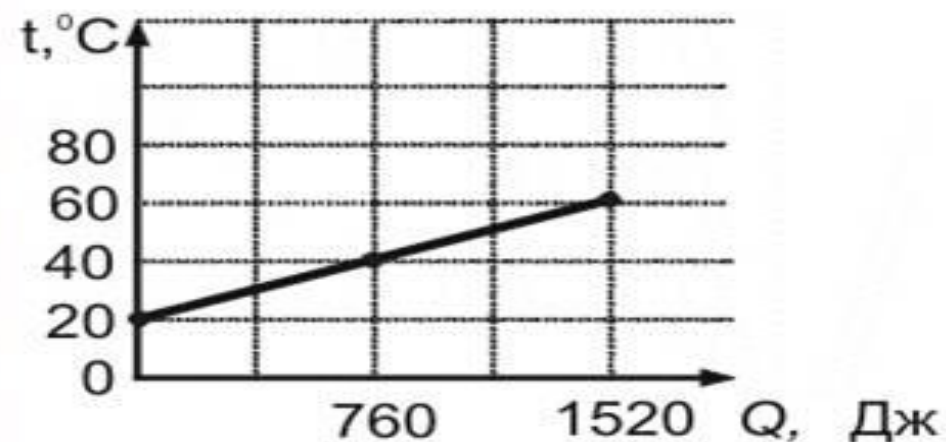
$$Q = 330000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 1 \text{ кг} = 330000 \text{ Дж}$$

(ГИА 2009 г.) 21. На рисунке представлен график зависимости температуры от полученного количества теплоты в процессе нагревания металлического цилиндра массой 100 г. Определите удельную теплоемкость металла.

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta t$$

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta t}$$

$$c = \frac{1520 \text{ Дж}}{0.1 \text{ кг} \cdot (60 - 20)^\circ} = 380 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{С}}$$

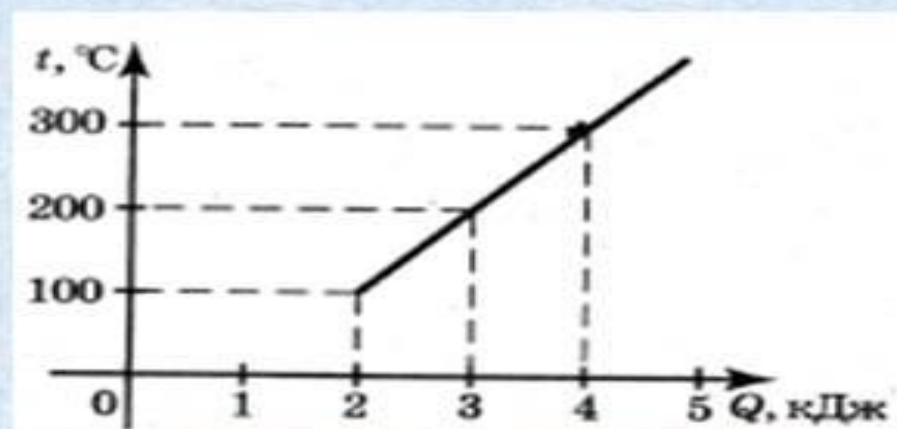


Ответ: **380** (Дж/кг·°С)

ГИА-2010-21. На рисунке представлен график зависимости температуры тела массой 100 г от количества полученной теплоты. Определить удельную теплоемкость этого тела.

$$Q = C \cdot m \cdot \Delta t$$

$$C = \frac{Q}{m \cdot \Delta t}$$



$$C = \frac{(4 - 2) \cdot 10^3 \text{ Дж}}{0.1 \text{ кг} \cdot (300 - 100) \text{ С}} = 100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{С}}$$

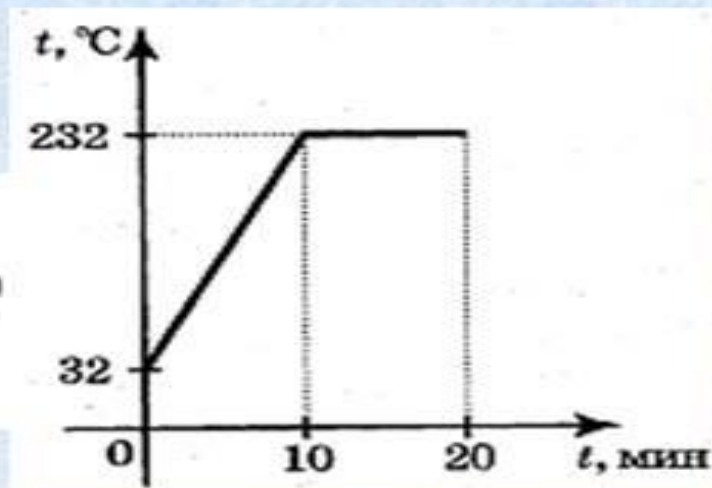
Ответ: 100 (Дж/кг⁰С)

ГИА-2009-21. По заданному графику зависимости температуры от времени нагревания куска олова массой 2 кг определите количество теплоты, которое потребуется для нагревания твердого олова до температуры плавления.

$$Q = C \cdot m \cdot \Delta t$$

$$C = 230 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{С}}$$

$$Q = 230 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{С}} \cdot 2 \text{ кг} \cdot (232 - 32) \text{ С} = 9.2 \cdot 10^4 \text{ Дж}$$



Ответ: 92 (кДж)

ГИА-2009-22. В тонкостенном стакане находилась вода массой 40 г при температуре 20 °С. В стакан долили воду массой 160 г при температуре 100 °С. Какой стала температура воды после установления теплового равновесия? Потери тепла на нагревание стакана и излучение считайте пренебрежимо малыми. Ответ выразите числом (в °С).

84

$$Q_1 = Q_2$$

$$C \cdot m_1 \cdot (t_1 - \Theta) = C \cdot m_2 \cdot (\Theta - t_2)$$

$$m_1 \cdot (t_1 - \Theta) = m_2 \cdot (\Theta - t_2)$$

$$m_1 \cdot t_1 - m_1 \cdot \Theta = m_2 \cdot \Theta - m_2 \cdot t_2$$

$$m_2 \cdot \Theta + m_1 \cdot \Theta = m_1 \cdot t_1 + m_2 \cdot t_2$$

$$\Theta = \frac{(m_1 \cdot t_1 + m_2 \cdot t_2)}{(m_2 + m_1)} \quad \Theta = \frac{(0.04 \text{ кг} \cdot 20^\circ + 0.16 \text{ кг} \cdot 100^\circ)}{(0.16 + 0.04) \text{ кг}} = 84^\circ$$

ГИА-2009-22. В тонкостенном стакане находилось 100 г воды при температуре 25 °С. В воду опустили тело массой 50 г с удельной теплоемкостью вещества 700 Дж/кг · К. После установления теплового равновесия температура воды повысилась на 5 °С. Определите начальную температуру тела. Потери тепла на нагревание стакана и излучение считайте пренебрежимо малыми. Удельная теплоемкость воды 4200 Дж/кг · К. Ответ выразить числом (в °С).

$$Q_1 = Q_2$$

90

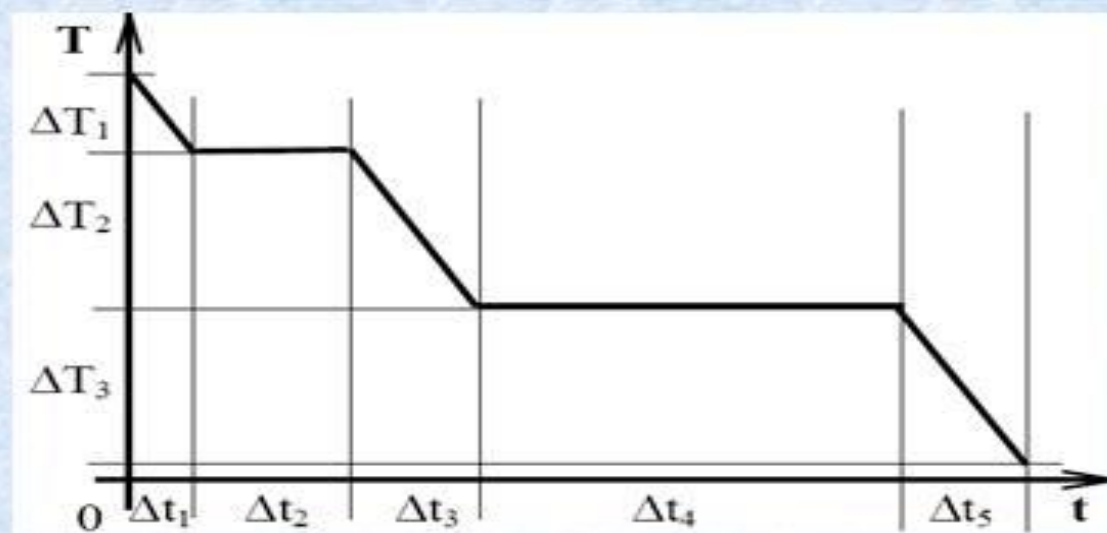
$$C_1 m_1 \cdot (\Theta - t_1) = C_2 \cdot m_2 \cdot (t_2 - \Theta) \quad \Theta = 30^{\circ}$$

$$t_2 - \Theta = \frac{[C_1 m_1 \cdot (\Theta - t_1)]}{(C_2 \cdot m_2)}$$

$$t_2 = 90^{\circ}$$

$$t_2 - 30 = \frac{\left[4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{С}} \cdot 0.1 \text{кг} \cdot (5^{\circ})\right]}{700 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{С}} \cdot 0.05 \text{кг}} = 60^{\circ}$$

(ЕГЭ 2008 г., ДЕМО) А13. На рисунке представлен график зависимости абсолютной температуры T воды массой m от времени t при осуществлении теплоотвода с постоянной мощностью P . В момент времени $t = 0$ вода находилась в газообразном состоянии. Какое из приведенных ниже выражений определяет удельную теплоемкость льда по результатам этого опыта?



1) $\frac{P \cdot \Delta t_5}{m}$

2) $\frac{P \cdot \Delta t_2}{m}$

3) $\frac{P \cdot \Delta t_3}{m \cdot \Delta T_2}$

4) $\frac{P \cdot \Delta t_5}{m \cdot \Delta T_3}$

(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 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 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)

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) $Q \cdot m \cdot \Delta T$