**Молекулярная физика.**

**Термодинамика.**

 **2015**

**СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРИИ**

|  |  |
| --- | --- |
| **№** | **Тема** |
| 1 | [Основные положения молекулярно-кинетической теории газов](#а1) |
| 2 | [Строение твердых, жидких и газообразных веществ](#а2) |
| 3 | [Кристалл](#а3) |
| 4 | [Аморфное тело](#а4) |
| 5 | [Тепловое движение](#а5)  |
| 6 | [Броуновское движение](#а6)  |
| 7 | [Диффузия](#а7) |
| 8 | [Идеальный газ](#а8)  |
| 9 | [Уравнение Менделеева – Клапейрона](#а9) |
| 10 | [Связь между давлением и средней кинетической энергией теплового движения молекул идеального газа](#СВЯЗЬ) |
| 11 | [Абсолютная температура](#АБСОЛЮТНАЯ) |
| 12 | [Связь температуры газа со средней кинетической энергией его частиц](#а10) |
| 13 | [Испарение](#а11) |
| 14 | [Кипение](#а12) |
| 15 | [Конденсация](#а13) |
| 16 | [Плавление](#а14) |
| 17 | [Кристаллизация](#а15) |
| 18 | [Теплопередачей](#а16)  |
| 19 | [Теплопроводность](#а17) |
| 20 | [Конвекция](#а18) |
| 21 | [Излучение](#а19) |
| 22 | [Количество теплоты](#а20)  |
| 23 | [Тепловое равновесие](#а21)  |
| 24 | [Изопроцесс](#а22) |
| 25 | [Закон Гей-Люссака](#а23)  |
| 26 | [Изотермический процесс](#а24)  |
| 27 | [Изобарный процесс](#а25)  |
| 28 | [Изохорный процесс](#а26)  |
| 29 | [Адиабатный процесс](#а27)  |
| 30 | [Закон Дальтона](#а28) (давление смеси газов)  |
| 31 | [Количества вещества смеси](#а29) |
| 32 | [Молярная масса смеси](#а30) |
| 33 | [Работа в термодинамике](#Работа) |
| 34 | [Геометрический метод вычисления работы](#а31) |
| 35 | [Количество теплоты](#Количество) |
| 36 | [Уравнение теплового баланса](#а32) |
| 37 | [Первый закон термодинамики](#Первый) |
| 38 | [Коэффициентом полезного действия теплового двигателя](#а33)  |
| 39 | [Ненасыщенный пар](#а34)  |
| 40 | [Насыщенный пар](#а35)  |
| 41 | [Динамическое равновесие](#а36) |
| 42 | [Относительная влажность](#а37) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Обозначе-ние****задания в****работе** | **Проверяемые элементы****содержания** | **Коды элементов****содержания****по кодификатору****элементов****содержания** |
| 8 | [Модели строения газов, жидкостей и твердых тел.](#Модели) [Диффузия. Броуновское движение.](#броуновское)  [Модель идеального газа.](#идеального) [Изменение агрегатных состояний вещества.](#агрегатных) [Тепловое равновесие. Теплопередача](#Тепловое)(объяснение явлений) | 2.1.1–2.1.5, 2.1.15–2.1.17, 2.2.1, 2.2.3 |
| 9 | [Изопроцессы](#Изопроцессы). [Работа в термодинамике.](#Работа) [Первый закон термодинамики](#Первый) | 2.1.12, 2.2.6 2.2.7 |
| 10 | [Относительная влажность воздуха.](#влажность) [Количество теплоты.](#Количество) [КПД тепловой машины.](#КПД) | 2.1.14, 2.2.4, 2.2.52.2.9, 2.2.10 |
| 11 | МКТ, термодинамика (изменение физических величин в процессах) | 2.1, 2.2 |
| 12 | МКТ, термодинамика(установление соответствия между графиками и физическими величинами; между физическими величинами и формулами, единицами измерения) | 2.1, 2.2 |
| 23 | Механика– квантовая физика (методы научного познания: измерения с учетомабсолютной погрешности, выбор установки для проведения опыта по заданной гипотезе, построение графика по заданным точкам с учетом абсолютных погрешностей измерений) | 1.1–5.3 |
| 24 | Механика– квантовая физика (методынаучного познания: интерпретациярезультатов опытов) | 1.1–5.3 |
| 25 | Механика, молекулярная физика(расчетная задача) | 1.1–5.3 |
| 26 | Молекулярная физика, электродинамика(расчетная задача) | 2.1, 2.2 |
| 28 | Механика– квантовая физика (качественная задача) | 1.1–5.3 |
| 30 | Молекулярная физика(расчетная задача) | 2.1, 2.2 |

**Теория**

**Модели строения газов, жидкостей и твердых тел.**

 При объяснении механических процессов использовалась модель физического тела – материальная точка.

 Изменения, которые происходят с телами при их нагревании или охлаждении, называются тепловыми явлениями. При объяснении тепловых явлений нужно учитывать основные положения молекулярно-кинетической теории газов:

|  |
| --- |
| **Основные положения молекулярно-кинетической теории газов:**1. Все вещества состоят из *молекул*
2. Между молекулами существуют *промежутки*, которые увеличиваются при нагревании и уменьшаются при охлаждении.
3. Молекулы *движутся*. Чем быстрее их движение, тем больше температура вещества, и наоборот
4. Молекулы *взаимодействуют*. На расстояниях, сравнимых с размерами молекул, заметнее проявляется притяжение, а при уменьшении расстояний – отталкивание. (Пример: склеивание двух плоских стекол, смоченных водой)
 |

**Важно помнить, что химический состав молекул не зависит от агрегатного состояния.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Строение твердых, жидких и газообразных веществ:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Твердое тело** | **Жидкость** | **Газ**  |
| **Строение**  |  |  |  |
| **Расстояние между молекулами** | **Сравнимо с размерами молекул** | **Чуть больше, чем в твердом теле** | **Многократно превышает размеры молекул** |
| **Характер движения** | **Молекулы совершают колебательное движение в узлах решетки** | **Хаотическое движение на малых скоростях** | **Хаотическое движение на больших скоростях** |
| **Свойства веществ** | **Сохраняет форму и объем и объем** | **Сохраняет объем, принимает форму сосуда, в котором находится. Особое свойство - текучесть** | **Не сохраняет ни форму, ни объем. Полностью заполняет объем сосуда, в котором находится. Особое свойство - летучесть** |

 |
| **Кристаллы -** это твердые тела, атомы или молекулы которых занимают определенные, упорядоченные положения в пространстве. Поэтому кристаллы имеют плоские грани. Большинство кристаллических тел – **поликристаллы**, так как состоят из множества сросшихся кристаллов. Одиночные кристаллы - **монокристаллы** имеют правильную геометрическую форму, и их свойства различны по различным направлениям **- анизотропия.****Рис.1 Поликристалл** Не все твердые тела кристаллы. Существует множество аморфных тел. **У** **аморфных тел нет строгого порядка в расположении атомов** (рис.2).**Рис. 2 Аморфное тело****Все аморфные тела изотропны, т.е. их физические свойства одинаковы по всем направлениям.**Понимание структуры твердых тел позволяет создавать материалы с заданными свойствами. |

**Диффузия,** **броуновское движение**

|  |
| --- |
| **Тепловое движение -**  беспорядочное движение частиц, из которых состоят тела**.**  |
| **Броуновское движение** – тепловое движение частиц под действием молекул вещества, в котором эти частицы взвешены.  |
| **Диффузия (рис.3) -** явление при котором происходит взаимное проникновение молекул одного вещества между молекулами другого. Диффузия может наблюдаться в газах, жидкостях и твердых телах. |

****

**Рис. 3 Диффузия вещества.**

**Модель** **идеального газа.**

|  |
| --- |
| **Идеальный газ** – газ, удовлетворяющий трем условиям:1. Молекулы – материальные точки
2. Потенциальной энергией взаимодействия можно пренебречь
3. Столкновения между молекулами являются абсолютно упругими

Реальный газ с малой плотностью можно считать идеальным газом.Уравнение состояния идеального газа было открыто экспериментально и носит название **уравнения** **Менделеева – Клапейрона**:  |
| $$PV=\frac{m}{M}RT$$ | **Уравнение Менделеева-Клапейрона**  | $ν$ - Количество вещества (моль)n - Концентрация частиц (1/м3)$V$ *–* объем сосуда (м3)$m-$масса вещества (кг)*M –* молярная масса (кг/моль)*N –* количество частиц в объеме вещества*T –* температура (К, Кельвин)*NA – постоянная Авогадро (6·1023моль-1)**R – универсальная газовая постоянная (8,31Дж/(моль·К))* |
| $$ν= \frac{m}{M}= \frac{N}{N\_{A}}$$ | **Количество вещества** |
| $$n= \frac{N}{V}$$ | **Концентрация частиц** |
| $$ρ=\frac{m}{V}$$ | **Плотность вещества** |

**Связь между давлением и средней кинетической энергией теплового движения молекул идеального газа**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| $$p= \frac{1}{3}m\_{0}n\vec{v}^{2}=nkT=\frac{2}{3}nE$$ | **Давление идеального газа** | n - Концентрация частиц (1/м3)$\vec{v}$ *-* Средняя квадратичная скорость (м/с)$m-$масса вещества (кг)*T –* температура (К, Кельвин)$m\_{0}$ - масса одной молекулы (кг)$Е$ – энергия (Дж, Джоуль)$k$ *– постоянная Больцмана (1,38·10-23Дж/К)* |

**Абсолютная температура**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| $T=t+273$***0C*** | **Связь температуры по Кельвину и температуры по Цельсию** | *T –* температура (К, Кельвин)*t –* температура (0C, Цельсий) |

**Связь температуры газа со средней кинетической энергией его** **частиц**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| $$E=\frac{3}{2}kT$$ | **Средняя кинетическая энергия поступательного движения частиц** | *T –* температура (К, Кельвин)$Е$ – энергия (Дж, Джоуль)$k$ *– постоянная Больцмана (1,38·10-23Дж/К)* |

**Изменение** **агрегатных состояний вещества.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Испарение** — это процесс парообразования, происходящий с открытой поверхности жидкости и при любой температуре. Скорость испарения зависит от самой жидкости и увеличивается с увеличением ее температуры, площади открытой поверхности и скорости движения жидкости относительно внешней среды.**Кипение** — это процесс парообразования, происходящий не только с открытой поверхности, но и внутри жидкости, при строго определенной для данной жидкости температуре. Каждая жидкость кипит при определенной температуре, которая называется температурой (или точкой) кипения. При кипении выполняются следующие законы:а) температура кипения данной жидкости равна температуре ее конденсации;б) энергия, поглощенная данной массой жидкости, нагретой до точки кипения, при полном превращении ее в пар, равна энергии, выделяемой этой же массой жидкости при конденсации;в) время кипения данной массы жидкости равно времени ее конденсации.Температура кипения зависит от рода жидкости и давления внешней среды. При повышении давления температура кипения увеличивается — и наоборот.**Конденсация** – процесс, обратный кипению. Происходит при температуре кипения, которая также не изменяется во время процесса.**Плавление** – переход вещества из твердого в жидкое. Плавление каждого вещества происходит при определенной температуре, которую называют температурой плавления.**Кристаллизация** (отвердевание) – процесс, обратный плавлению. Осуществляется переход из жидкого состояния в твердое. Происходит при той же температуре, что и плавление.**Во время процессов: испарение, конденсация, плавление, кристаллизация температура вещества не изменяется до окончания процесса.****Рис.4 Тепловые процессы при нагревании и охлаждении**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *1-2* | *Нагревание твердого тела* | *Q = cm∆t* |
| *2-3* | *Плавление* | *Q = +λm* |
| *3-4* | *Нагревание жидкости* | *Q = cm∆t* |
| *4-5* | *Кипение* | *Q = +Lm* |
| *5-6* | *Нагревание пара*  | *Q = cm∆t* |
| *6-7* | *Охлаждение пара* | *Q = cm∆t* |
| *7-8* | *Конденсация*  | *Q = -Lm* |
| *8-9* | *Охлаждение жидкости* | *Q = cm∆t* |
| *9-10* | *Отвердевание*  | *Q = -λm* |
| *10-11* | *Охлаждение твердого тела* | *Q = cm∆t* |

 |

**Тепловое равновесие.** **Теплопередача**

|  |
| --- |
|  В термодинамике рассматривают процессы перехода тепловой энергии от одних тел к другим. Каждое тело обладает своей внутренней энергией.  Внутренней энергией называется сумма кинетических и потенциальных энергий всех молекул тела. Изменить внутреннюю энергию можно двумя путями: путем совершения работы и путем теплопередачи.**Теплопередачей** называют передачу тепла от одного тела другому без совершения механической работы. Теплопередачу делят на теплопроводность, конвекцию и излучение.**Теплопроводность** — это передача тепла от горячего тела холодному при их соприкосновении. В вакууме теплопроводность невозможна.**Конвекция** — это передача тепла путем взаимного перемещения теплых и холодных слоев жидкости и газа теплые слои поднимаются вверх, а холодные опускаются. Конвекция осуществляется в жидкостях и газах. В твердых телах и вакууме конвекция невозможна. **Излучение** — это передача тепла с помощью электромагнитных волн. Все нагретые тела излучают энергию. Чем больше нагрето тело, тем сильнее излучение. Теплопередача за счет излучения возможна в любой среде, в том числе и в вакууме.  При теплопередаче тела передают друг другу количество теплоты. **Количество теплоты Q** — это мера изменения внутренней энергии тела, происшедшего без совершения механической работы. Количество теплоты — скалярная величина. Единица измерения ее в СИ — джоуль (Дж).**Тепловое равновесие** – такое состояние системы, при котором все макроскопические параметры системы остаются сколько угодно долго постоянными.Температура характеризует состояние теплового равновесия макроскопической системы. Если два тела имеют одинаковую температуру, то между ними не происходит теплообмен, если разную – теплообмен происходит, причем тепло передается от более нагретого тела к более холодному. |

**Изопроцессы**

|  |
| --- |
| **Изопроцесс –** процесс, при котором один из параметров состояния газа остается постоянным.Если **Т = const** – процесс изотермический, **V = const** – процесс изохорический (изохорный),**P = const** – процесс изобарический (изобарный). |

 Газовые законы устанавливают математическую зависимость параметров газа в изопроцессах. Формулы газовых законов можно получить как следствия объединенного газового закона:

 $PV= νRT$**.**

|  |
| --- |
| **Объединенный газовый закон:**При постоянной массе газа и его неизменной молярной массе отношение произведения давления на объем к его абсолютной температуре остается постоянной: |
| $$\frac{P\_{1}V\_{1}}{T\_{1}}=\frac{P\_{2}V\_{2}}{T\_{2}}$$ | **Закон Гей-Люссака**  |

|  |
| --- |
| **Изотермический процесс -**  процесс происходящий при постоянных параметрах:$$m\_{1}=m\_{2}$$$$M\_{1}=M\_{2}$$$$T\_{1}=T\_{2}$$**Закон Бойля-Мариотта**$$P\_{1}V\_{1}=P\_{2}V\_{2}$$**Рис.5 Графики изотермических процессов** |

|  |
| --- |
| **Изобарный процесс -**  процесс происходящий при постоянных параметрах:$$m\_{1}=m\_{2}$$$$M\_{1}=M\_{2}$$$$P\_{1}=P\_{2}$$**Закон Гей-Люссака**$$\frac{V\_{1}}{T\_{1}}=\frac{V\_{2}}{T\_{2}}$$**Рис.6 Графики изобарных процессов** |
| **Изохорный процесс -**  процесс происходящий при постоянных параметрах:$$m\_{1}=m\_{2} M\_{1}=M\_{2} V\_{1}=V\_{2}$$**Закон Шарля** $$\frac{P\_{1}}{T\_{1}}=\frac{P\_{2}}{T\_{2}}$$**Рис.7 Графики изохорных процессов** |

|  |
| --- |
| **Адиабатный процесс -**  процесс происходящий без теплообмена с внешней средой:$$∆Q=0$$**Уравнение Пуассона**$$P∙V^{γ}=const$$$$T∙V^{γ-1}=const$$**где** $γ$ **– коэффициент Пуассона (коэффициент Пуассона**$ γ$равен отношению теплоемкости газа при постоянном давлении к теплоемкости газа при постоянном объеме. Его величина зависит от числа атомов в молекуле газа и от его температуры. **)****Рис.8 График адиабатного процесса** |
| **Парциальное давление –** давление, которое данный газ производил бы при тех же условиях в отсутствии других газов.**Закон Дальтона** – давление смеси газов равно сумме парциальных давлений компонент смеси:$$P=\sum\_{i}^{}P\_{i}$$**Количества вещества смеси**$ν\_{см}=ν\_{1}+ν\_{2}+ν\_{3}+…$, где $ν\_{i}$ – количество *i-*го вещества**Молярная масса смеси**$M\_{см}=\frac{m\_{1}+m\_{2}+m\_{3}}{ν\_{1}+ν\_{2}+ν\_{3}}$, где $m\_{i}$ – масса  *i-*го вещества, $ν\_{i}$ - количество *i-*го вещества**.** |

**Работа в термодинамике.**

|  |
| --- |
| **Как вычислить работу, совершенную идеальным газом при конечном изменении его объема?** |
| **Изохорный процесс** | Если газ находится в закрытом сосуде, т.е. его объем постоянный, то процесс, происходящий с ним:$ΔV=0 $, следовательно **А = 0**. |
| **Изобарный процесс** | Следовательно, нет обходимости требовать того, чтобы приращение объема было бесконечно малым.$$A=\pm PΔV=P\left(V\_{2}-V\_{1}\right)=\frac{m}{M}R∆T$$$V\_{1}$ - объем газа в начале процесса;$ V\_{2}$ - объем газа в конце процесса |
| **Изотермический процесс** | Воспользуемся первым началом термодинамики:$T=const\rightarrow ∆U=0$ **,** следовательно **A = Q** |
| **Адиабатный процесс** | Воспользуемся первым началом термодинамики:$ΔQ=0$**,** следовательно, $ ΔA=-∆U$ |
| **Геометрический метод вычисления работы** |  В тех случаях, когда требуется оценить работу, совершенную газом при увеличении объема от $V\_{1}$ до $V\_{2}$при помощи графика зависимости P(V), достаточно вычислить площадь, ограниченную графиком процесса, осью V и вертикальными прямыми $V=V\_{1}$и$V=V\_{2}$(рис. а) Если же в ходе процесса объем газа уменьшался (рис. б), то величина этой площади будет равна работе $A^{'}$**,** совершенной над газом внешними силами, причем $A^{'}=A$ |
|  При круговом процессе, когда термодинамическая система возвращается в исходное состояние, работа численно равна площади замкнутой фигуры, ограниченной графиком  |

**Количество теплоты.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  **Количество теплоты Q** — это мера изменения внутренней энергии тела, происшедшего без совершения механической работы.**Количество теплоты — скалярная величина. Единица измерения ее в СИ — джоуль (Дж).**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Q = qm* | Теплота сгорания | *Q –* Количество теплоты (Дж, Джоуль)*L –* удельная теплота парообразования (Дж/кг)*q –* удельная теплота сгорания (Дж/кг) λ - удельная теплота плавления(Дж/кг)*c –* удельная теплоемкость вещества (Дж/кг·К |
| *Q = ±λm* | Теплота плавления - « знак +», отвердевания- кристаллизации -«знак -» |
| *Q = ±Lm* | Теплота парообразования «знак +», конденсации «знак -» |
| *Q =* $\pm $*cm∆T* | Количество теплоты («знак +» - нагревание вещества, «знак -» - охлаждение вещества) |

При нагревании, плавлении и парообразовании тело получает извне количество теплоты, а при охлаждении, кристаллизации и конденсации выделяет его во внешнюю среду. Для характеристики способности вещества поглощать теплоту при нагревании, плавлении или парообразовании и выделять ее при охлаждении, кристаллизации и конденсации, а также при сгорании, введены понятия: *L –* удельная теплота парообразования (Дж/кг)*q –* удельная теплота сгорания (Дж/кг) λ - удельная теплота плавления (Дж/кг)*c –* удельная теплоемкость вещества (Дж/кг·К)**Удельная теплоемкость с** — это величина, равная отношению количества теплоты, полученного при нагревании тела или выделенного при его охлаждении, к массе этого тела и изменению его температуры:$$c=\frac{Q}{m∆T} $$ |
| **Уравнение теплового баланса**Рассмотрим замкнутую систему $ΔU=0$**,** внутри которой происходит теплообмен и не совершается работа.Приращение внутренней энергии любого тела системы равно количеству теплоты, полученному этим телом:$∆U\_{i}=ΔQ\_{i}$**.** Сложим подробные выражения для всех тел системы:$$∆U=0=Q\_{1}+Q\_{2}+Q\_{3}+…+Q\_{n}$$*Это уравнение теплового баланса*Часто при решении задач удобно записывать его следующим образом:

|  |
| --- |
| $Q\_{отд}=Q\_{пол}$***,*** |
| Где $Q\_{отд}$ **–теплота, отданная одними частями системы;** $Q\_{пол}$ **– теплота, полученная другими частными системы**  |

 |

**Первый закон термодинамики**

Есть два вида энергии: кинетическая и потенциальная. Кинетическая энергия – энергия движения. Потенциальная энергия – энергия взаимодействия. Все физические тела состоят из молекул (атомов), которые непрерывно, беспорядочно движутся и взаимодействуют: притягиваются и отталкиваются. Следовательно, молекулы имеют и кинетическую и потенциальную энергию.

|  |
| --- |
|  Сумма кинетической и потенциальной энергии всех молекул (атомов) тела называется внутренней энергией этого тела Молекулы идеального газа расположены на таких больших расстояниях друг от друга, что практически не взаимодействуют. Поэтому  Внутренняя энергия идеального газа – это энергия движения (кинетическая энергия) всех его молекул. |
| $$\pm ΔU=\frac{3}{2}\frac{m}{M}RT=\frac{3}{2}νRT=\frac{3}{2}\frac{N}{N\_{A}}RT$$ | **Внутренняя энергия («знак +» - увеличивается, «знак -» - уменьшается)** | *U –* Внутренняя энергия (Дж, Джоуль)$m-$масса вещества (кг)*M –* молярная масса (кг/моль)*N –* количество частиц в объеме вещества$ν$ - Количество вещества (моль)*T –* температура (К, Кельвин)*NA – постоянная Авогадро (6·1023моль-1)**R – универсальная газовая постоянная (8,31Дж/(моль·К))* |
| Изменить внутреннюю энергию можно двумя путями: путем совершения работы и путем теплопередачи.В общем случае изменение внутренней энергии складывается из количества теплоты, которым газ обменялся с окружающими телами, и механической работы, совершенной над газом или самим газом - **первый закон термодинамики:** |
| $$\pm ΔU=\pm ΔA \pm ΔQ$$ | **Первый закон термодинамики** | *Q –* Количество теплоты (Дж, Джоуль)*U –* Внутренняя энергия (Дж, Джоуль)*A –* Работа(Дж, Джоуль) |
| *(+ Q) -* газ нагревают, газу передают количество теплоты(- Q) - газ охлаждают, газ отдает тепло окружающей среде(+ A) - газ сжимает внешняя сила(- A) - газ расширяется, совершает работу(+ U) - внутренняя энергия увеличивается(- U) - внутренняя энергия уменьшается**Первое начало термодинамики для изопроцессов**

|  |  |
| --- | --- |
| Изотермический (T = const) | $$ΔU=0, ΔQ=ΔA $$ |
| Изохорный (V = const) | $$ΔA=0, ΔU=ΔQ$$ |
| Изобарное расширение газа (P = const) | $$ΔU= ΔQ-PΔV$$$$ΔU= ΔQ-νRT$$ |
| Адиабатный (Q = 0) (или теплоизолированная система) | $$ΔQ=0, ΔU=ΔA$$ |

 |

**КПД тепловой машины.**

|  |
| --- |
| **Тепловые двигатели** — это устройства, в которых тепловая энергия превращается в механическую.Основными частями любого теплового двигателя являются: нагреватель, рабочее тело и холодильник. На рис. 9 изображена условная схема любого теплового двигателя.C:\Users\Олег Анатольевич\Desktop\Без имени-1.jpg**Рис. 9 Тепловой двигатель**Нагреватель (паровой котел, горючая смесь, различные виды топлива) выделяет тепловую энергию, нагревая рабочее тело, которое находится в рабочей камере двигателя. Рабочим телом может быть пар или газ. Получив количество теплоты $Q\_{1}$ , газ расширяется, поскольку его давление $P\_{1} $больше внешнего давления (например, атмосферного), и перемещает поршень, совершая положительную работу. Работа **А**, совершенная двигателем, равна разности количества теплоты $Q\_{н} $, полученной от нагревателя, и количества теплоты $Q\_{х}$, отданной холодильнику:Работоспособность разных двигателей при одинаковых затратах тепловой энергии характеризуется их коэффициентом полезного действия (**КПД** $η$).**Коэффициентом полезного действия теплового двигателя** называется отношение работы, совершенной этим двигателем, к количеству теплоты, полученному от нагревателя:$η= \frac{Т\_{н}- Т\_{х}}{Т\_{н}}= \frac{Q\_{н}- Q\_{х}}{Q\_{н}}=\frac{A}{Q\_{н}}$, где$Т\_{н}$ - температура нагревателя (К, Кельвин)$Т\_{х}$ - температура холодильника (К, Кельвин)$Q\_{н}$ *–* Количество теплоты полученной от нагревателя (Дж, Джоуль)$Q\_{х}$ *–* Количество теплоты отданной холодильнику (Дж, Джоуль)*A –* Работа(Дж, Джоуль)**КПД тепловой машины не может быть более 100%** |

**Относительная** **влажность воздуха.**

|  |
| --- |
| **Ненасыщенный пар –** пар, в котором число молекул, вылетевших из жидкости, больше числа молекул, вернувшихся из нее.Ненасыщенный пар подчиняется законам идеального газа**.Давление насыщенного пара зависит от его объема и температуры.** С ростом температуры давление ненасыщенного пара увеличивается. Оно также увеличивается при уменьшении объема ненасыщенного пара. При невысоких давлениях к ненасыщенному пару приближенно применимы газовые законы, справедливые для идеального газа.При сжатии или охлаждении ненасыщенный пар становится насыщенным. |

|  |
| --- |
| **Насыщенный пар** – пар, находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью. **Динамическое равновесие** -это состояние при котором число испарившихся за единицу времени молекул равно числу сконденсированных. **Давление насыщенного пара не зависит от объема.** Если объем уменьшается, то увеличивается влажность, конденсация будет преобладать над испарением до тех пор, пока не наступит динамическое равновесие. Если объем увеличивается, процесс испарения станет преобладающим, и через некоторое время снова наступит динамическое равновесие.**Рис.10 Зависимость давления насыщенного пара от температуры.**Для объяснения экспериментальной зависимости будем считать насыщенный пар идеальным газом и воспользуемся основным уравнением МКТ идеального газа: **p = nkТ**Прямая АВ: давление возрастает только за счет увеличения скорости молекул газа.На этапе ВС две причины роста давления:1. Возрастают скорости молекул;
2. Увеличивается их концентрация (из-за испарения).

Прямая CD: все молекулы находятся в газообразном состоянии, давление возрастает только за счет увеличения скоростей молекул.  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Плотность водяного пара в воздухе называется его **абсолютной влажностью.****Относительная влажность** **φ(%):**$φ=\frac{ρ}{ρ\_{нас}(t)}∙100\%=\frac{p}{p\_{нас}(t)}∙100\%$ ***,***где ρ (кг/м3) – плотность водяного пара, $ρ\_{нас}(t)$ – плотность насыщенного пара при данной температуре (табличная величина); p (Па) – парциальное давление водяного пара; $p\_{нас}(t)$ – давление насыщенного пара при данной температуре (табличная величина)**Определение влажности воздуха при помощи психрометрической таблицы:****Пример.** На фотографии представлены два термометра, используемые для определения относительной влажности воздуха с помощью психрометрической таблицы, в которой влажность указана в процентах.  C:\Users\Олег Анатольевич\Desktop\Безымянный.jpg**Рис.11Психрометр****Для определения влажности воздуха нужно:** **1) Определить показание сухого термометра и вычесть из этого значения показание мокрого термометра. В данном случае ΔT=23 0С - 16 0С = 7 0С****2) По психрометрической таблице определить показание относительной влажности воздуха. (на перекрестии строки с показанием температуры сухого термометра и столбца показаний разности сухого и влажного термометров)****1здуха.едачауновское движениеа друг с другом и не взаимодействуют с :****Психрометрическая таблица**

|  |  |
| --- | --- |
| http://reshuege.ru:89/formula/0a/0a32832001c8164be9a4c2098c723848p.png | Разность показаний сухого и влажного термометров |
| http://reshuege.ru:89/formula/1d/1d7b9565c2643895ef2b833029f098f7p.png | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 15 | 100 | 90 | 80 | 71 | 61 | 52 | 44 | 36 | 27 |
| 16 | 100 | 90 | 81 | 71 | 62 | 54 | 45 | 37 | 30 |
| 17 | 100 | 90 | 81 | 72 | 64 | 55 | 47 | 39 | 32 |
| 18 | 100 | 91 | 82 | 73 | 64 | 56 | 48 | 41 | 34 |
| 19 | 100 | 91 | 82 | 74 | 65 | 58 | 50 | 43 | 35 |
| 20 | 100 | 91 | 83 | 74 | 66 | 59 | 51 | 44 | 37 |
| 21 | 100 | 91 | 83 | 75 | 67 | 60 | 52 | 46 | 39 |
| 22 | 100 | 92 | 83 | 76 | 68 | 61 | 54 | 47 | 40 |
| 23 | 100 | 92 | 84 | 76 | 69 | 61 | 55 | 48 | 42 |
| 24 | 100 | 92 | 84 | 77 | 69 | 62 | 56 | 49 | 43 |
| 25 | 100 | 92 | 84 | 77 | 70 | 63 | 57 | 50 | 44 |

**Относительная влажность воздуха в помещении, в котором проводилась съемка, равна 48 %** |