Изучение естественных наук я считаю отличной школой для ума. Нет школы для ума лучше той, где дается понятие о чудном единстве и неучтожимости материи и сил природы.

М. Фарадей

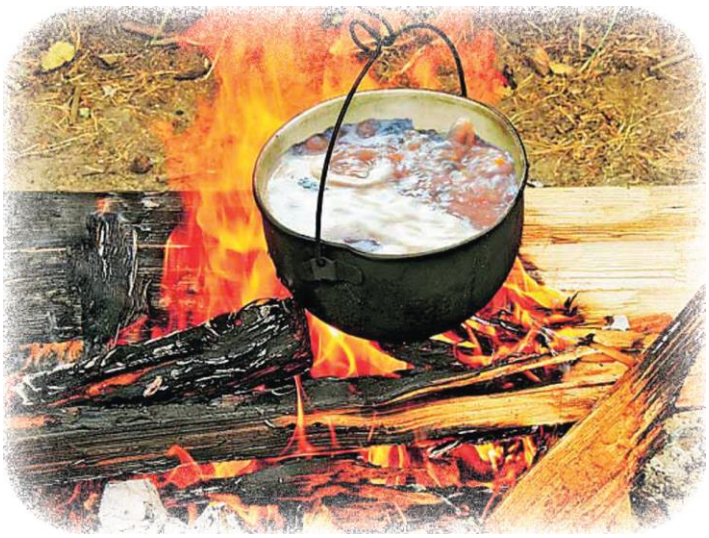
Но истина, исканий смелых дочь,
Жива осталась в вихрях непогоды,
К великой цели двигались народы.

В. Брюсов

Но многократно свои положения в мире меняя,
От бесконечных времен постоянным толчкам подвергаясь,
Всякие виды пройдя сочетаний и разных движений,
В расположенья они, наконец, попадают, из коих
Вся совокупность вещей получилась в теперешнем виде…
Лукреций, ок. 50 г. до н. э. (пер. Ф. Петровского)

ПРИМЕРНЫЕ ПЛАНЫ УРОКОВ ДЛЯ 8 КЛАССА

ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ



Леонардо да Винчи очень точно изложил основы метода нового естествознания: опыт и математический анализ. «Мне кажется, — пишет он, — что пусты и полны заблуждений те науки, которые не порождены опытом — отцом всякой достоверности — и не завершаются в наглядном опыте...» «Никакой достоверности нет в науках там, где нельзя приложить ни одной из математических наук, и в том, что не имеет связи с математикой».

Оглавление

1. Организационный урок.....3-4

2. Введение в молекулярную физику……... 5-12

3. Внутренняя энергия и способы ее изменения 12-16

4. Виды теплопередачи…… …….……16-26

5. Количество теплоты……....26-40

6. Закон сохранения энергии……..41-45

7. Плавление и кристаллизация……..45-55

8. Парообразование и конденсация……55-71

9. Тепловые двигатели……..72-86

10.Литература……..87

Уроки, задачи, вопросы, творческие домашние задания.
Анатолий Найдин

г. Новокузнецк
2014 г

Ключ к каждой науке – вопросительный, знак.

Бальзак

Я не становлюсь богаче, сколько бы ни приобретал земель, а вот с помощью мысли я охватываю Вселенную.

Б. Паскаль

Урок 1/1

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ УРОК

Подтянуть можно слегка штаны, а физика – очень сложная наука, ее изучать надо!

ЦЕЛЬ УРОКА: Познакомить учащихся с основными требованиями, предъявляемыми к их учебной деятельности в кабинете. Дать общее представление об учебной программе, её требованиях к знаниям и умениям учащихся. Ответить на вопросы: "Что?", "Как?" и "Зачем?" мы будем изучать на уроках физики.

ТИП УРОКА: лекция.

ОБОРУДОВАНИЕ: журнал учёта знаний и умений учащихся, пружинный маятник, электронный секундомер, выпрямитель "Разряд". Газоразрядные трубки, нитяной маятник, конденсатор. Таблица "Физическая теория".

ПЛАН УРОКА:

1. Вступительная часть
2. Организационная беседа
3. Работа с таблицей.
4. Задание на дом

II. Общее знакомство с учебным кабинетом и преподавателем. Что мы будем изучать в кабинете физики? Что изучает физика? **Физические явления:** механические, тепловые, электромагнитные, световые, атомные и ядерные. Сами ли по себе происходят явления, или у каждого из них есть материальный носитель? **Физические объекты**: пружинный маятник, газ, атом, поле.

Физика изучает физические явления и физические объекты.

Возникновение физики, как науки, вызвано техническими потребностями человечества (добывание огня, изобретение колеса и щита, Архимед и корона, металлургия, тепловые двигатели, электрические генераторы и двигатели, связь, атомные электростанции) и его вечным стремлением установить общие законы развития природы (картину мира).

Как изучает физика явления и объекты?

Наблюдения. Пассивность наблюдений, воспроизведение явления в лаборатории, **физический прибор**. Приборы, расширяющие возможности наших органов чувств. Приборы, регистрирующие явления и объекты, которые не могут быть обнаружены с помощью наших органов чувств.

Что труднее всего на свете? Видеть то, что находится перед глазами!

Гёте

Эксперимент. Ежедневно мы проводим тысячи опытов: кипятим воду, завариваем чай, растворяем сахар, роняем предметы, разогреваем в микроволновой печи еду, сушим волосы феном и т.д. Гаджеты следят за нашим здоровьем, а «умные дома» экономят для нас тепло.

Без сомнения, всё наше знание начинается с опыта.

Э. Кант

Качественные и количественные выводы из эксперимента (демонстрация колебаний пружинного маятника). Субъективность качественных выводов на примере колебаний пружинного маятника с разной амплитудой.

Физическая величина – измеримое физическое свойство объекта или происходящего с ним процесса. Примеры: масса, жёсткость, амплитуда, период, длина. Измерение свойств нитяного маятника: длины, массы, периода колебаний, амплитуды. Зачем необходимо знать свойства объекта? Например, периодичность используется в часах. Задача ученого - обнаружить те свойства, которые позволят расшифровать язык природы и раскрыть его красоту.

Установление связей между величинами, например, между длиной нитяного маятника и его периодом колебаний. Составление таблицы, ее наглядное представление в виде графика и затем в виде формулы: $T \approx 2\sqrt{\ell}$.

Физический закон – связь между величинами, выраженная математически с помощью таблицы, графика или формулы.

У нас дома действуют те же самые законы физики, что и во всей остальной Вселенной. Универсальность физических законов - главный двигатель научного прогресса. Знание законов физики во многих случаях придает уверенности в себе и помогает противостоять невеждам! Применение, например, законов пружинного и нитяного маятников в технике и в быту. С помощью нитяного маятника, длина которого равна высоте вашей тени на стене, можно измерить ваш рост. Как?

Все механические явления изучает **механика**, тепловые – **молекулярная физика и термодинамика**, электромагнитные явления – **электродинамика**, атомные и ядерные – **квантовая физика.**

Если мир создан Творцом, то его следует изучать столь же досконально, как Писание, стремясь найти в нем безупречную божественную гармонию. Быть физиком – значит иметь громадный потенциал к изменению мира, а также – приобщиться к славной истории и традициям! Физика позволяет государству быть в курсе того, что происходит вокруг, а, следовательно, принимать правильные решения.

Я буду участвовать в компании по информированию общества, направленной на пробуждение у школьников интереса к профессиям ученого и инженера, потому что от них зависит наше будущее.

Барак Обама

Что такое знание? Американский изобретатель первого на континенте паровоза, построив его на деньги железнодорожной компании, не смог заключить с ней договор на техническое обслуживание. Когда паровоз сломался, железнодорожники обратились к автору за помощью, который запросил за починку равную основному контракту сумму. «Походив по рынку», владельцы паровоза вынуждены были согласиться. Каково же было их удивление, когда инженер, взяв тяжелую кувалду, изо всех сил ударил ею по корпусу паровоза, после чего тот снова стал исправно работать. По мнению владельцев, это была нечестная цена, поэтому они обратились в суд и проиграли. **Суд признал, что деньги уплачены не за удар кувалдой, а за то, что инженер знал, куда надо бить!**

Империи будущего будут империями разума.

Уинстон Черчилль

Структура контроля:

1. Устные ответы у доски (общая тетрадь для работы в классе, регламент устного ответа – 5

мин). В устном ответе оценивается, кроме знания учебного материала, голос, круг интересов, владение языком, контакт с аудиторией. Ответы на пять вопросов.

2. Контрольные работы (тетрадь 18-листовая для контрольных и лабораторных работ).
3. Лабораторные работы.
4. Домашняя работа (творческие домашние задания: проекты, опыты, публикации).
5. Классная работа.

Предварительные итоговые оценки за четверть и за год. Зачет. Форма проведения зачета. Итоговая оценка. В аттестате, выданном Василию Курчатову (отцу И.В. Курчатова) в Уфе, по физике стояла оценка 2,96 балла.

Четыре начала должны быть развиты в ученике за время обучения в гимназии: **знание, творчество, здоровье, нравственность.**

Правила работы в кабинете физики (законы физического общества).

Смех – это мера, показатель умственного развития.
Братья Гонкур

III. Переписать планы изучения теории, закона, величины, объекта, явления в тетрадь.

IV. Приобрести и подписать тетради для разных видов работ.

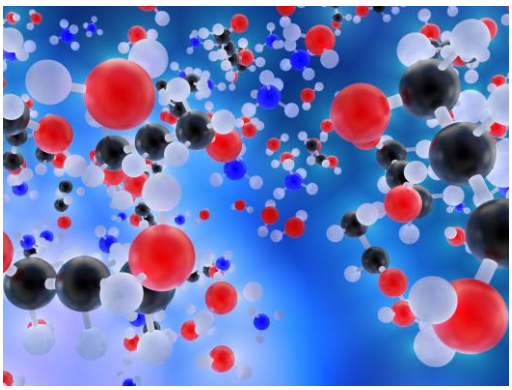
В науке нет царского пути.
Евклид

Урок 2/2

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ

Сколько атомов в молекуле воды?

ЦЕЛЬ УРОКА: Познакомить учеников с предметом молекулярной физики. Дать определение понятий: макроскопическое тело, атом, молекула, количество вещества, молярная масса.



ТИП УРОКА: комбинированный.

ОБОРУДОВАНИЕ:

ПЛАН УРОКА:

1. Вступительная часть
2. Лекция
3. Закрепление
4. Задание на дом

II. Что мы изучили на прошлом уроке?

Сегодня начнём знакомиться с молекулярной физикой. Прежде всего, ответим на вопрос: «Что изучает молекулярная физика»? Какие физические явления изучает молекулярная физика? Явления, обусловленные движением молекул?! Примеры: нагревание, кипение, испарение, плавление. **Эти явления называются тепловыми, поскольку обусловлены изменением температуры тел.** В Древней Греции человек объяснял тепловые явления переходом «огня».

В жизни мы постоянно сталкиваемся с тепловыми явлениями. Например, перемена времен года, ежедневная смена погоды. Чтобы заварить утром чай, мы кипятим чайник — здесь тоже присутствует тепловое явление. В

промышленности и технике с тепловыми явлениями связаны создание новых материалов, сгорание топлива, плавление металлов и др. В данном уроке мы рассмотрим, как физика описывает такие явления, дадим определения новым понятиям, установим зависимости (закономерности) одних величин от других.

Физические объекты, с которыми происходят тепловые явления: газ, жидкость, твёрдое тело.

Многообразие тепловых явлений и их роль в нашей жизни, зависимость свойств тел от температуры. При повышении или понижении температуры тела нагреваются или охлаждаются, жидкости могут испаряться или принимать твердую форму, а металлы плавятся. Примеры: свойства воды, белого и серого олова, зависимость свойств вещества от внутренней структуры.

Молекулярная физика изучает тепловые явления, а также свойства и поведение вещества на основе представлений о его молекулярном строении.

Начнём работать по алгоритму. На основе экспериментов введём основные понятия, общие для всей молекулярной физики.

1. **Макроскопическое тело – тело, состоящее из большого числа частиц.**
2. **Атом – мельчайшая часть химического элемента, носитель его свойств**.

   Зернистость (дискретность) строения материи (118 элементов (последний элемент - оганесон $^{294}_{118}Og$)). Элементы состоят из очень маленьких частиц, называемых атомами. Все атомы одного элемента одинаковы. Каждый элемент имеет свои характерные свойства. Элемент уже нельзя разделить на более простые составляющие.

С тех пор, как атомы были сотворены, они сохраняют свое совершенство в числе, мере и весе.

Максвелл

При взаимодействии элементов их атомы объединяются, образуя основную единицу нового вещества - молекулу. Возможные комбинации атомов (сколько?): H_2O, O_2, H_2, HCl, H_2SO_4.

Химическое соединение — это новое вещество, состоящее из двух или более элементов. Любое химическое соединение можно разделить на элементы. Например, один элемент поваренной соли NaCℓ металл, а другой – ядовитый газ!

Вещество построено из атомов и молекул. Примеры: гелий, железо, вода, серная кислота.

3. **Молекула – мельчайшая частица вещества, сохраняющая его химические свойства и состоящая из атомов, объединённых химическими связями.**

   До каких пор можно делить вещество? Пример с делением воды и углерода. Каковы массы молекул и атомов? Число химических соединений, найденных в природе или синтезированных человеком, достигло пяти миллионов. Если бы вещество не состояло из атомов и молекул, то делить бы пришлось до бесконечности. Есть предел делимости!!!
4. **Относительная молекулярная масса (μ_B) – отношение массы молекулы данного вещества к 1/12 массы атома углерода.**

$$\mu_B = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{0C}}$$

Примеры: μ_o = 16; μ_c = 12; μ_H =1; μ_{O_2} = 32; μ_{H_2O} = 18; μ_{CO_2} =?

Сколько атомов содержится в 12 г углерода? N_A = *0,012 кг/m*$_{oc}$ – число Авогадро. 1 моль любого вещества содержит число частиц, равное числу Авогадро:

$$N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\ 1/\text{моль}.$$

Чему равна масса одного моля углерода, атомарного водорода, молекулярного кислорода, воды, углекислого газа?

5. Молярная масса (M_B) – масса одного моля данного вещества.

Примеры: M_{CO_2} = 0,044 кг/моль, M_{CH_4} - ?

6. Количество вещества (ν) – свойство макроскопического тела, измеряемое отношением массы вещества к его молярной массе:

$$\nu = \frac{m}{M_B}.$$

Как узнать число частиц в теле? $N = \nu \cdot N_A$

Как измерить массу атома или молекулы данного вещества? $m_0 = \frac{M_B}{N_A}$

Зная количество вещества ($\nu = \frac{m}{M_B}$), можно определить число частиц в теле ($N = \nu \cdot N_A$), а также определить массу одной частицы.

Дополнительная информация: Атомный состав среднего человека (m = 70,3 кг, N = $6{,}71 \cdot 10^{27}$). Сколько и каких элементов содержится в организме человека!

Элемент	Число атомов	Элемент	Число атомов
Водород	$4{,}22 \cdot 10^{27}$	Свинец	$3 \cdot 10^{20}$
Кислород	$1{,}61 \cdot 10^{27}$	Кадмий	$3 \cdot 10^{20}$
Углерод	$0{,}8 \cdot 10^{27}$	Марганец	$1 \cdot 10^{20}$
Азот	$3{,}9 \cdot 10^{25}$	Никель	$1 \cdot 10^{20}$
Кальций	$1{,}6 \cdot 10^{25}$	Литий	$1 \cdot 10^{20}$
Фосфор	$9{,}6 \cdot 10^{24}$	Барий	$8 \cdot 10^{19}$
Сера	$2{,}6 \cdot 10^{24}$	Йод	$5 \cdot 10^{19}$
Натрий	$2{,}5 \cdot 10^{24}$	Олово	$4 \cdot 10^{19}$
Калий	$2{,}2 \cdot 10^{24}$	Золото	$2 \cdot 10^{19}$
Хлор	$1{,}6 \cdot 10^{24}$	Цирконий	$2 \cdot 10^{19}$
Магний	$4{,}7 \cdot 10^{23}$	Кобальт	$2 \cdot 10^{19}$
Кремний	$3{,}9 \cdot 10^{23}$	Цезий	$7 \cdot 10^{18}$
Фтор	$8{,}3 \cdot 10^{22}$	Ртуть	$6 \cdot 10^{18}$
Железо	$4{,}5 \cdot 10^{22}$	Мышьяк	$6 \cdot 10^{18}$
Цинк	$2{,}1 \cdot 10^{22}$	Хром	$6 \cdot 10^{18}$
Рубидий	$2{,}2 \cdot 10^{21}$	Ванадий	$8 \cdot 10^{17}$
Стронций	$2{,}2 \cdot 10^{21}$	Уран	$2 \cdot 10^{17}$
Бром	$2 \cdot 10^{21}$	Радий	$8 \cdot 10^{10}$
Медь	$7 \cdot 10^{20}$		

Нано технология дала нам инструменты, при помощи которых можно задействовать в игре самые мелкие кубики природы — атомы и молекулы. Все состоит из них, и возможность создавать новые вещи ничем, судя по всему, не ограничена.

Хорст Штормер, нобелевский лауреат

III. *Задачи:*

1. Сколько частиц содержат 5 молей данного вещества?
2. Какова масса 50 молей углекислого газа?
3. Какова масса молекулы кислорода?
4. Определить число молекул в 200 г воды?

Полезные примеры:

1. В чашке чая, которую вы собираетесь выпить, содержится около 1000 молекул из той чашки с ядом, которую заставили выпить Сократа.
2. В ваших легких в каждый момент содержится по одной молекуле из последнего вздоха Чингисхана. На расстоянии 40 см можно уложить столько молекул, сколько людей на земном шаре. На кончике комариного жала могут уместиться десятки тысяч молекул воды.
3. 52% атомов, из которых состоит земная кора, приходится на кислород, а 17% - на водород.
4. В пустыне Сахара всего три моля песчинок, а моль однодолларовых бумажек покрыл бы Землю слоем в два километра толщиной.

5. Во Вселенной 92% всех атомов составляют атомы водорода.

IV. Конспект

1. Предложите способы измерения массы молекулы данного вещества.
2. Сколько атомов содержит Земля. Принять, что каждый атом имеет диаметр $2 \cdot 10^{-10}$ м.

Хаос, предтеча творения чего-нибудь истинного, высокого и поэтического, пусть только луч гения пронзит этот мрак!

А. А. Бестужев (Марлинский)

Урок 3/3

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ

Если стакан наливать до самых краёв, то жидкость образует небольшую горку?

ЦЕЛЬ УРОКА: Познакомить учащихся с основными положениями молекулярной физики и обосновать их экспериментально.

ТИП УРОКА: комбинированный.

ОБОРУДОВАНИЕ: Механическая модель броуновского движения, диафильм "Молекулы и молекулярное движение", кинофильм "Диффузия".

ПЛАН УРОКА:

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом

II. *Опрос фундаментальный:* 1. Основные понятия молекулярной физики: макроскопическое тело, молекула, относительная атомная (молекулярная) масса. 2. Основные понятия молекулярной физики: число Авогадро, количество вещества, молярная масса.

Задачи:

1. На изделие, площадь поверхности которого 20 см^2, нанесен слой серебра толщиной 1 мкм. Сколько атомов серебра содержится в покрытии?
2. Сколько молекул содержится в 1 кг воды. Каковы масса и объём одной молекулы воды?
3. Микроскопическая капелька тумана имеет радиус 0,3 мкм. Из сколько миллиардов молекул воды состоит эта капелька?

4. Какова масса куска золота, содержащего 10^{25} атомов?
5. Найдите массу одного моля муравьев, если масса одного муравья 1 мг.

На Земле обитают около 20 квадриллионов муравьев. На одного человека приходиться приблизительно 2,5 миллиона муравьев. В пустыне Сахара всего три моля песчинок, а моль однодолларовых бумажек покрыл бы Землю слоем в два километра толщиной.

Вопросы:

1. Чему равна молярная масса азотной кислоты HNO_3?
2. Препарат содержит в молекуле восемь атомов углерода, девять атомов водорода, один атом азота и два атома кислорода. Какова молекулярная

формула препарата и его молярная масса?

3. Имеется 10 г одноатомного газа гелия – He. Сколько моль содержит это количество?
4. Что общего и в чем различие между молями разных веществ?
5. Имеется два сосуда. В одном находятся 1 г молекулярного водорода H_2, в другом – 8 г молекулярного кислорода O_2. В каком сосуде находится большее количество вещества?
6. Какова масса 20 моль ацетилена C_2H_2?
7. Сколько кислорода использовано в реакции соединения водорода с кислородом, если использовано 3 г водорода?
8. Какое количество вещества содержится в алюминиевой отливке массой 2,7 кг?

III. Основные положения молекулярной физики:

- **Всё вещество состоит из частиц, молекул или атомов.**
- **Молекулы находятся в беспрерывном хаотическом движении.**
- **Молекулы взаимодействуют друг с другом.**

Доказательства первого положения: ионный микроскоп (по кадрам диафильма), растекание капли масла до поверхности воды. Атомы стало возможно извлекать поштучно, перемещать и синтезировать из них конструкции, визуализировать с помощью сканирующих зондовых микроскопов. Доказали! Тогда будем изучать свойства этих частиц.

Физик о красивой девушке: - *Какое удивительное сочетание атомов!*

Обоснования второго постулата. Диффузия (беглый просмотр кадров диафильма). Есть ли между молекулами данного вещества промежутки? Могут ли молекулы одного вещества проникать между молекулами другого? Татарская байка о бочке, которую заполнили трижды – камнями, песком, водой. Образование смесей газов, жидких и твёрдых растворов невозможно без такого явления, как диффузия. **Сплавы.** Присутствие меди в золоте придает ему красноватый оттенок, серебра – зеленоватый, железа – синеватый, а палладия – бурые и коричневые оттенки. Диффузионная сварка.

Броуновское движение. Объяснение броуновского движения на модели. Оказалось, что подобное сложное зигзагообразное движение характерно для любых частиц малых размеров. Оно не зависит даже от вида частичек, а только от их размеров и массы и, что самое главное, никогда не прекращается. Почему не из каждой тучи идёт дождь? Почему облака не падают? **Выводы:** Движение каждой отдельной молекулы – движение механическое, однако ни скорость, ни кинетическую энергию каждой отдельной частицы мы измерить не можем (в 1 $см^3$ любого газа при нормальных условиях содержится $2{,}7 \cdot 10^{19}$ молекул, которые испытывают миллиарды столкновений в 1 с). Поэтому мы не можем определить ни среднюю кинетическую энергию молекулы, ни ее среднюю скорость. Однако среднюю кинетическую энергию молекулы можно измерить косвенно, поскольку она пропорциональна температуре. Поскольку средняя скорость молекул также связана с температурой, то такое движение молекул называют **тепловым.**

Почему твердые тела и жидкости не распадаются на отдельные молекулы? Почему слипаются куски пластилина и не слипаются куски разбитого стекла? А если нагреть края осколков? Почему между частицы вещества существуют промежутки и трещины?

Доказательства третьего положения молекулярной физики: отрыв стеклянной пластинки от поверхности воды, опыты со свинцовыми цилиндрами, существование

твердого и жидкого состояний вещества. Молекулы воды постоянно притягиваются к другим молекулам воды, в результате чего вода имеет вид однородной и связанной субстанции.

IV. *Вопросы:*

1. Верно ли утверждение: «Частицы газа и жидкости движутся, а частицы твердого тела – нет»?
2. Что не состоит из атомов: вода, воздух, звук, молекула?
3. Почему диффузия в твердых телах происходит медленнее, чем в жидкостях, а в жидкостях медленнее, чем в газах?
4. Скорость движения молекул газа при обычных условиях измеряется сотнями метров в секунду. Почему же процесс диффузии происходит сравнительно медленно?
5. Чем объяснить возрастание скорости диффузии с повышением температуры?
6. Почему песок мягкий?
7. Почему жидкости плохо сжимаемы?
8. Почему брызки, которые разлетаются при падении массивных тел в воду, приобретают сферическую форму?
9. Для получения более твердого поверхностного слоя железную деталь помещают в угольный порошок и нагревают, не расплавляя, несколько часов. Зачем?
10. При разборке старых строений, части которых скреплялись кое-где железными болтами, обнаружилось, что гайки невозможно открутить. Почему?

V. §1.

1. Используя мензурку и пипетку, определите диаметр молекулы машинного масла.
2. Почему вода не горит?
3. Пронаблюдать и описать явление диффузии.
4. Каким образом атомы фотографируют и даже перемещают с места на место?
5. Сколько воды может абсорбировать (поглотить) бумага (построить график поглощения). Сколько воды теряет мокрая салфетка за 20 мин?
6. Демонстрация: желоб укрепить в штативе. У нижнего конца желоба установить горящую спиртовку, причем средняя часть пламени должна быть на уровне конца желоба. Кусок ваты, смоченной эфиром, положите на верхний конец желоба. Почему вата воспламеняется? Какие требования должны предъявляться к хранению легко воспламеняющихся горючих веществ?
7. Сколько времени требуется для полного высыхания салфетки (по данным графика)?

С треском лопнул кувшин:
Ночью вода в нём замерзла.
Я пробудился вдруг.
Мацуо Басё, японский поэт 17-го века

Дополнительный материал: **ТЕПЛОВОЕ РАСШИРЕНИЕ ТЕЛ**

Эйфелева башня летом в среднем на 15 сантиметров выше, чем зимой!

ЦЕЛЬ УРОКА: Дать представление о тепловом расширении тел, учете и использовании этого явления в технике.

ТИП УРОКА: лекция.

ОБОРУДОВАНИЕ: Диафильм "Тепловое расширение тел", прибор для демонстрации линейного расширения тел, сосуд с подкрашенной жидкостью, плитка (**спиртовка).**

ПЛАН УРОКА:

1. Вступительная часть
2. Лекция
3. Ответы на вопросы
4. Задание на дом

II. Вы, возможно, помните, как ваша мама обливала горячей водой, словно ребенка, крышки банок. Дело в том, что под действием горячей воды крышки расширяются, и тогда намного легче откручивать крышку от банки. Почему?

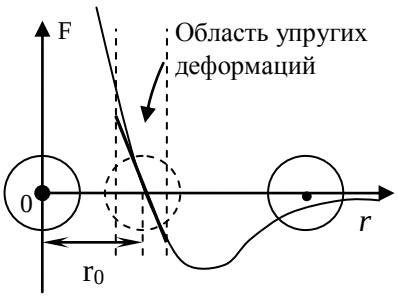
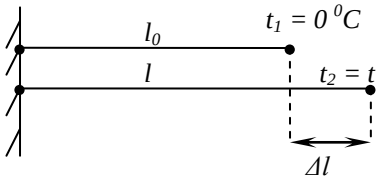


График равнодействующей сил притяжения и сил отталкивания в зависимости от расстояния между центрами молекул. Когда расстояние между центрами молекул порядка диаметра молекулы, силы притяжения и силы отталкивания уравновешивают друг друга. При сближении молекул силы отталкивания возрастают быстрее, чем силы притяжения, поэтому при нагревании среднее расстояние между центрами соседних молекул должно возрастать!?

Демонстрация расширения стальной проволоки при пропускании по ней электрического тока. Это явление надо учитывать. При нагревании наружная электропроводка должна провисать. Величина расширения большинства материалов близка к прямой пропорциональной зависимости от увеличения температуры. $\Delta l = \alpha \cdot \ell_o \cdot t$. $\Delta \ell$ – абсолютное удлинение тела. Тогда $\ell = \ell_o(1+\alpha t)$, где α – коэффициент линейного расширения твердого тела. Можно и так: $\ell_2 = \ell_1(1 + \alpha(t_2 - t_1))$. Как биметаллическая пластина реагирует на изменение температуры? И-за теплового расширения Эйфелева башня «вырастает» к лету на 15 см. Объемное расширение тел. $V = V_0(1 + \beta t)$, где β – коэффициент объемного расширения тела. $\beta = 3\alpha$. При измерении температуры тела ртутным термометром расширяется и ртуть, и стекло. Почему же ртуть поднимается вверх по тонкой трубке?



Учет и использование теплового расширения в технике: паропроводы, зазоры между рельсами, расширение мостов, железобетон, биметаллические пластины. Наименьшим коэффициентом линейного расширения обладают: кварцевое стекло $\alpha = 3 \cdot 10^{-7}$ $1/^0C$; инвар (36% никеля, 0,4% марганца, 0,4% углерода, остальное?).

Если автоцистерну заполнить до краев холодным бензином, то на солнцепеке часть бензина может пролиться наружу. Почему?

Дополнительная информация: Решающую роль в разрушении гор (выветривании) играет: расширение воды при замерзании; неравномерность теплового расширения минералов, слагающих данную породу (различный коэффициент теплового расширения, неравномерность нагрева, что обусловлено цветом минералов и углом падения лучей света).

– Как изменяется долгота дня в течение года и почему?

– Летом жарко, и дни удлиняются, а зимой холодно, и они укорачиваются.

III. *Вопросы:*

1. Почему стеклянные сосуды разрушаются из-за резкого перепада температур?
2. Почему тонкий стакан, в который налили горячей воды, остается целым?
3. Как поступить, если металлическая завинчивающаяся пробка от стеклянной или пластмассовой бутылки не откручивается?
4. Металлический шарик, проходящий сквозь металлическое кольцо, застревает в нем, если шарик нагреть. Что произойдет, если нагреть не шарик, а кольцо?
5. Почему в железобетоне при нагревании и охлаждении бетон не отделяется от железа?

Коэффициент расширения бетона практически такой же, как коэффициент расширения

стали. Если бы это было не так, то современные небоскребы не пережили бы зимы, потому что стальная арматура разорвала бы бетонные конструкции.

6. Если только что сваренное яйцо опустить в холодную воду, то потом оно легко чистится. Почему?
7. И камень лопнет, если раскалить его (абхазская пословица). Почему?
8. На дне сосуда с водой лежит металлический шар. Как будет изменяться вес груза при нагревании воды?
9. В какое время года можно одним и тем же ведром принести больше воды?
10. Как измерить температуру тела термометром, если температура в комнате + 45°С?
11. Когда ведро с водой тяжелее: когда оно наполнено горячей или холодной водой?
12. Стальной шарик плавает в ртути. Увеличится или уменьшится глубина его погружения, если повысить температуру?
13. Если холодный ртутный термометр поместить в емкость с горячей водой, то уровень ртути сначала немного понизится, а затем будет повышаться. Почему?

Задачи:

1. При 0^{0}С отмерено 500 м алюминиевой проволоки. Какой будет длина проволоки при повышении температуры до 30°С?
2. При укладке рельс длиной 10 м зазор между ними составил всего 1 мм. Правильно ли уложили рельсы, если в этой местности летом температура может быть на 50^{0}С больше нынешней?
3. Шар плавает в жидкости, погрузившись в нее на 95%. На сколько следует повысить температуру системы, чтобы шар погрузился в жидкость полностью? Считать, что нагрев идет медленно и температуры жидкости и шара все время равны. Коэффициент линейного расширения материала шара 10^{-4} град$^{-1}$, коэффициент объемного расширения жидкости 10^{-3} град$^{-1}$.

IV. *Творческие домашние задачи:*

1. Исследовать изменение плотности воды при ее замерзании. Стеклянную тонкостенную бутылку объемом порядка 0,25 л на 1/4 заполните подкрашенной водой. Вставьте в нее резиновую пробку, через отверстие которой плотно пропустите стеклянную трубку так, чтобы ее нижний конец касался воды. Что происходит при нагревании бутылки? Опишите ваши наблюдения и объясните их.
2. Используя рычаг из вязальной спицы, докажите опытным путем, что при нагревании твердые тела расширяются.
3. На монете начерчена мелом прямая линия. Разве не должна искривляться эта линия, если монету нагреть?
4. Пластиковую бутылку наполните водой из-под крана и положите в морозильную камеру. При замерзании воды в объеме льда образуются пузырьки воздуха. Чем определяется расположение отдельных пузырьков? Почему они выстраиваются в цепочки?
5. Предложите проект самозаводящихся часов, основанный на тепловом расширении тел.

Полезная информация: Вода при понижении температуры ниже 4°С увеличивает свой объем (плотность уменьшается), а спирт уменьшает. При смешении спирта с водой в соотношении 4:6 (водка), коэффициент объемного расширения спирта 10^{-3} град$^{-1}$ и воды - $0{,}7\cdot10^{-3}$ град$^{-1}$ почти одинаковы, поэтому суммарный коэффициент объемного расширения близок к нулю (бутылка не лопается на морозе).

Полезная информация: Из-за глобального потепления морская вода опресняется и ее плотность уменьшается. В результате теплая вода Гольфстрима, охлаждаясь в северных широтах, не опускается на глубину, чтобы после этого вернуться в Южную Атлантиду, как это происходило тысячи лет подряд. Это приводит к уменьшению мощности Гольфстрима и к похолоданию в Европе.

Теплота – это очень быстрое колебание неощутимых частичек предмета..., то, что мы ощущаем, как теплоту, для предмета не более чем движение.

Джон Лон

Урок 4/4

ВНУТРЕННЯЯ ЭНЕРГИЯ. СПОСОБЫ ИЗМЕНЕНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ЭНЕРГИИ

Натрите монету о фанеру до обжигания пальцев.

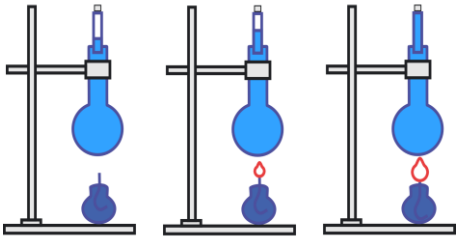
ЦЕЛЬ УРОКА: Ввести понятие "внутренняя энергия". Дать представление о способах изменения внутренней энергии тела, установить качественное различие между этими способами.

ТИП УРОКА: комбинированный.

ОБОРУДОВАНИЕ: свинцовый шарик, резиновый шарик, трубка Тиндаля, молот с наковальней. Кусок свинца, прибор "воздушное огниво", сосуд с пробкой, насос ручной.

ПЛАН УРОКА:

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом



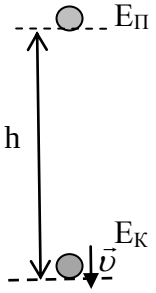
II. *Опрос фундаментальный*. Приведите известные вам доказательства: 1. Существования молекул; 2. Теплового движения молекул; 3. Взаимодействия молекул.

Вопросы:

1. Зачем сахар размешивают ложечкой в стакане чая или кофе?
2. Где дольше сохранит свой объем воздушный шарик, наполненный водородом: в холодном или в теплом помещении?
3. Почему при выстреле в герметичный ящик, пуля оставляет отверстие в передней и задней стенках, но если выстрел произведен в ящик, заполненный водой, то ящик вдребезги разлетается?
4. Почему ареометр плавает в холодной воде и тонет в горячей?
5. При сильном сдавливании двух железных деталей друг с другом даже в холодном состоянии удается добиться их прочного соединения. Почему?
6. После того, как железный кубик нагрели, длина каждого ребра кубика увеличилась на 1% из-за теплового расширения. Как изменилась плотность кубика при нагревании?
7. *Задачи:*

1. Имеется $8 \cdot 10^{25}$ молекул кислорода. Определите массу газа. Определите также плотность газа, если его объем 0,8 м^3.
2. Какой объем занимают $2{,}2 \cdot 10^{23}$ атомов железа?
3. Во сколько раз яблоко массой 200 г тяжелее атома водорода?

4. Какая масса углекислого газа растворена в бутылке с лимонадом объемом 0,5 л, если на одну молекулу газа приходится $5{,}56 \cdot 10^5$ молекул воды?
5. Очень точное взвешивание можно произвести с погрешностью в 10 нг. Сколько атомов содержится в крупинке железа массой 10 нг?



III. Потенциальная ($E_П = mgh$) и кинетическая ($Ек = \frac{m\upsilon^2}{2}$) энергии, их взаимопревращение. *Примеры:* потенциальная энергия тела в поле силы тяжести, потенциальная энергия сжатой или растянутой пружины, кинетическая энергия движущегося тела. Закон сохранения полной механической энергии.

Демонстрация падения свинцового шара на стальную плиту. Работа силы тяжести. Работа всегда показывает, какая энергия перешла от одного тела к другому или из одного вида в другой. Куда девалась механическая энергия?! Исчезла?! Нет! Учёные ещё в XIX веке установили, что энергия не исчезает, она лишь переходит из одних форм в другие (как деньги из рук в руки) или от тела к другому телу. В какую новую форму энергии перешла механическая энергия свинцового шарика? **Внутренняя энергия (U) – сумма кинетической энергии частиц, составляющих тело, плюс их потенциальная энергия**:

$$\boxed{U = (E_{K_1} + E_{K_2} + ... + E_{K_N}) + (E_{П_1} + E_{П_2} + ... + E_{П_N})}.$$

Изменилась ли внутренняя энергия свинцового шарика (демонстрация нагревания стальной (свинцовой) пластины при падении на неё молота). Зависимость внутренней энергии от температуры и объема тела.

Кинетическая энергия одной молекулы воды при комнатной температуре порядка $5 \cdot 10^{-21}$ Дж, но их в стакане воды порядка $6 \cdot 10^{24}$, а поэтому их полная энергия (кинетическая) порядка 30000 Дж, того же порядка потенциальная энергия, а поэтому внутренняя энергия 60000 Дж. Много это или мало? Такой энергией обладает молот массой 1 т на высоте 6 м. Но не так-то просто и не всегда можно использовать внутреннюю энергию? А механическую? Пример с горячим паром.

Как мы уже выяснили, внутренняя энергия не является постоянной величиной, с повышением температуры она увеличивается, а с понижением – уменьшается (демонстрация с водяным манометром и теплоприемником). Какими способами можно изменить внутреннюю энергию тела?

Способ 1:

- **Совершение работы над телом** (демонстрация с трубкой Тиндаля, разгибание и сгибание проволоки, трения рук друг о друга, деформация свинца, опыты с растяжением резинки от воздушного шарика): $\boldsymbol{A = U_2 - U_1}$.

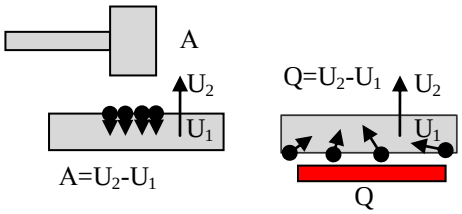
- **Совершение работы самим телом** (демонстрация образования тумана при совершении работы воздухом).

Внутренняя энергия тела увеличивается при совершении работы над телом, и уменьшается – при совершении работы самим телом.

Объяснение 1-го способа изменения внутренней энергии на основе молекулярно-кинетических представлений. При совершении работы над телом, ему передаётся упорядоченное движение, которое потом становится неупорядоченным.

Способ 2:

Процесс изменения внутренней энергии без совершения работы над телом или самим телом называется теплопередачей (теплообменом).

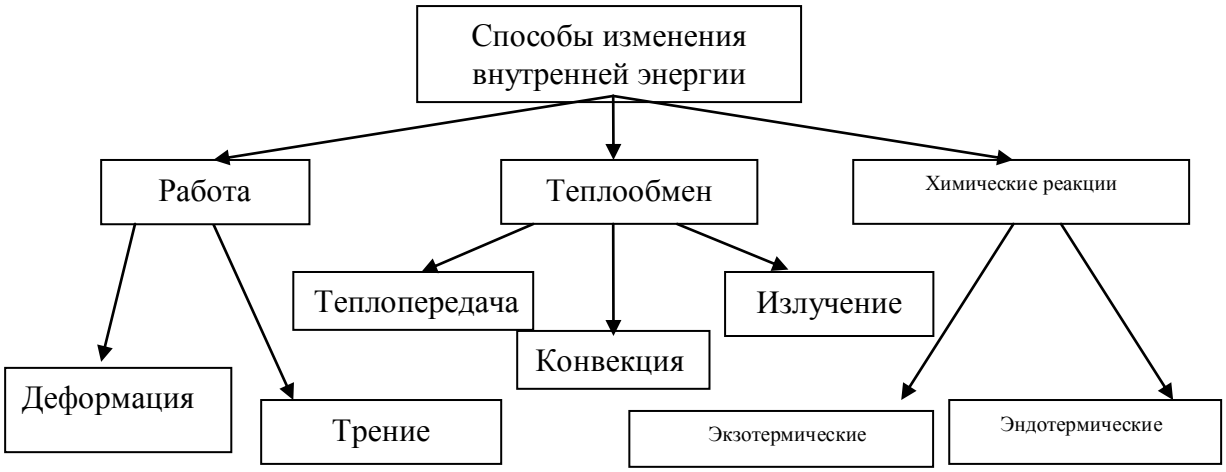


Нагревание чайника с водой на электроплитке. Говорят, что телу передаётся некоторое количество теплоты: $Q = U_2 - U_1$. **Теплота** — это энергия, которая переходит от физических тел, имеющих более высокую температуру, к физическим телам с более низкой температурой.

Количество теплоты (Q) – величина, характеризующая изменение внутренней энергии тела при теплообмене и равная изменению внутренней энергии тела. При теплопередаче передаётся неупорядоченное (хаотическое) движение.

Дополнительная информация: Объяснение 2-го способа изменения внутренней энергии тела на основе молекулярно-кинетических представлений (модель твёрдого тела). Передача телу неупорядоченного (хаотического) движения.

Тепловая энергия увеличивает колебания атомов и молекул в веществе. Так, сковородка



нагревается на плите, потому что ее атомы, получая приток энергии, начинают колебаться быстрее. Энергия может также переноситься в виде электромагнитных волн (свет, радиоволны), а химическая энергия высвобождаться в ходе химических реакций, что и происходит в пищеварительной системе.

IV. *Вопросы:*

1. Тетерев зимой, отправляясь ко сну, камнем падает с дерева и застревает в снегу. Что произошло с потенциальной энергией?
2. Известно, что температура выхлопных газов мотоцикла на выходе из глушителя в несколько раз ниже температуры, достигаемой в цилиндре

двигателя. Почему?

3. Зависит ли внутренняя энергия тела от его движения и положения относительно других тел?
4. Как изменяется внутренняя энергия резинового жгута при его растяжении? Почему?
5. Закрытую пробирку погрузили в горячую воду. Изменилась ли кинетическая и потенциальная энергия молекул воздуха в пробирке? Если изменилась, то как?
6. Почему при трении головки спички о коробок спичка воспламеняется?

В тот момент, когда человек чиркает спичкой о коробок, температура спичечной головки в месте контакта повышается до 200 градусов.

7. Спичка загорается при трении ее о коробок. Она вспыхивает и при внесении ее в пламя свечи. В чем сходство и различие причин, приведших к воспламенению спички?

8. Как качели ни качай - придет время, остановятся (тамильская пословица). Почему?
9. Может ли тело обладать механической энергией, но не иметь внутренней энергии?
10. Объясните, почему происходит изменение внутренней энергии: а) при сжатии и расширении воздуха; б) при нагревании воды в кастрюле; в) при таянии льда.
11. Как режет сталь беззубая фрикционная пила (болгарка)?
12. Почему после шторма вода в море часто бывает теплее, а бывает и холоднее?
13. Миллионы тонн воды поднимаются ежеминутно с земной поверхности в виде пара на высоту в несколько километров. За счет какой энергии совершается эта огромная механическая работа?

V. § 2-3. Вопросы к § 3. Задание № 1, задачи для повторения № 2 и № 3.

1. В стакан с холодной водой осторожно долить горячей. Измерить температуру воды у дна стакана, в середине и у поверхности. Какой вывод?
2. Известно, что скорость многих химических реакций возрастает с повышением температуры. А как увеличить их скорость, не прибегая к нагреву веществ?
3. До какой температуры можно нагреть кусок медной или железной проволоки руками?

Сено в стогах держит тепло всю зиму. Мне приходилось ночевать в стогах в октябре, когда трава на рассвете покрывалась инеем, как солью.

К. Паустовский

Урок 5/5

ВИДЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ.

Как пальто удерживает тепло?

ЦЕЛЬ УРОКА: Дать представление о теплопроводности и объяснить это явление на основе молекулярно-кинетических представлений.

ТИП УРОКА: комбинированный.

ОБОРУДОВАНИЕ: латунная трубка, воск, спиртовка, медная трубка, бумага, внутренний стакан от калориметра, стеклянный стакан, термометр.

ПЛАН УРОКА:

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом

II. *Опрос фундаментальный:* 1. Внутренняя энергия.
2. Способы изменения внутренней энергии.

Задачи:

1. Сравнить число атомов, из которых состоят серебряная и алюминиевая ложки, если их объемы равны 10 см^3.
2. Определить массу капли воды, при составлении всех молекул которой вплотную друг к другу получилась бы нить, опоясывающая весь земной шар. Диаметр молекулы воды 0,17 нм.

Вопросы:

1. Чем отличаются разные способы изменения внутренней энергии?
2. Чем обусловлена теплота кружки горячего чая?
3. Почему из проколотой шины выходит с шипением холодный воздух?
4. Почему воспламеняется горючее в капсуле патрона при ударе по нему бойком во время выстрела?
5. Почему при вбивании гвоздя его шляпка нагревается слабо, а когда гвоздь уже вбит, то нескольких ударов достаточно, чтобы сильно нагреть шляпку?
6. Почему коньки легко скользят по льду, а по стеклу, поверхность которого более гладкая, на коньках кататься невозможно?
7. Какие превращения энергии происходят при спуске человека на парашюте?
8. Сжатую пружину растворили в кислоте. Куда исчезла запасенная в ней потенциальная энергия?
9. В одном сосуде находится вода при 0^{0}С, а в другом таком же сосуде 1 кг воды при 0^{0}С. Где внутренняя энергия больше?
10. Ветер из щели особенно холоден (японская пословица). Почему?
11. Если мы поднимем карандаш над столом, то мы не изменяем его внутреннюю энергию. Почему?
12. Почему, спускаясь по канату "на руках", можно обжечься? Какое количество теплоты может выделиться, если высота каната h = 5 м, а масса человека m = 70 кг?

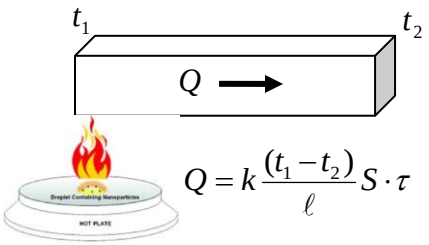
III. Теплообмен довольно распространенное явление.

Примеры: 1) Приготовление ванны комфортной температуры; 2) Добавление в обжигающий чай молока. 3) Измерение температуры нашего тела с помощью термометра. Установление теплового равновесия при теплообмене. Как передается тепло?

Теплота может передаваться из одного места в другое тремя различными

способами: с помощью теплопроводности, конвекции, излучения. Когда металлическая ложка помещается в горячий суп, то ее свободный конец вскоре нагревается. Почему? Демонстрация теплопроводности.

Перенос энергии от более нагретых участков тела к менее нагретым участкам в результате теплового движения и взаимодействия частиц, называется теплопроводностью. Объяснение теплопроводности твердых тел на основе молекулярно-кинетических представлений (модель твердого тела). Объяснение теплопроводности жидкостей и газов. Почему различные вещества имеют разную теплопроводность? Демонстрация. В опытах с бруском установлена формула теплопроводности: $Q = \alpha\cdot(t_1 - t_2)\tau$, где α – коэффициент теплопроводности.



Например, для бруска сечением 1 м^2 и диной 1 м: $\alpha_{Ag} = 420$ *Дж/ (°С·с);* гранит $\alpha = 3,5$ *Дж/ (°С·с);* дерево $\alpha = 0,2$ *Дж/ (°С·с);* $\alpha_{H_2O} = 0,5$ *Дж/ (°С·с);* $\alpha_{возд}=0,023$ *Дж/ (°С·с).*

Вещества, у которых коэффициент теплопроводности мал, называются теплоизоляторами.

Современный строительный материал пенополистирол (теплопроводность в 100 раз меньше, чем у кирпича). Почему те места на теле, где много жира, быстрее охлаждаются, чем те места, где его почти нет?

Почему в морозный день опасно лизать языком металлические предметы и неопасно – деревянные? Почему не загорается газ снизу от медной сетки, а сверху горит (шахтерская лампа Дэви)? Почему не загорается бумага, которой обернут латунный стержень? **Теплопроводность металлов** (передача энергии от "быстрых" электронов к "медленным", диффузия электронов, передача колебаний через решетку металла, диффузия ионов). Почему у металлов теплопроводность выше (вклад свободных электронов), чем у жидкостей, а у жидкостей выше, чем у газов?

Исключение составляет алмаз – очень плохой проводник электричества, но прекрасно проводит тепло. Диффузия в газах протекает значительно быстрее, чем в жидкостях. Почему же теплопроводность наоборот?

Явление теплопроводности в природе, технике и в быту. Примеры: кирпичные стены, термос, жировой слой, пух и шерсть у животных, кастрюли, конфорки, спальные мешки и кухлянки у эскимосов. А почему нас согревает одежда? Часто слышим: "Не сиди на холодном, простудишься!". Почему?

В мороз многие водоплавающие птицы (например, утки) охотно залезают в воду. В такую погоду температура воды выше температуры воздуха, что позволяет птицам не замерзать.

IV. *Задача:*

1. Известно, что если температура на улице равна -20^{0}С, то в комнате температура равна 20^{0}С, а если температура на улице равна - 40^{0}С, то в комнате устанавливается температура +10^{0}С. Найдите температуру батареи, отапливающей комнату.
2. Какой толщины следовало бы сделать деревянную стену здания, чтобы она давала такую же потерю теплоты, как кирпичная стена толщиной 40 см при одинаковых разностях температур внутри и снаружи здания. Теплопроводности кирпича и дерева равны 0,70 и 0,175 Вт/(м·К) соответственно. 10 см

Вопросы:

1. Почему нагретые детали в воде охлаждаются быстрее, чем на воздухе?

Почему быстрее всего гипотермия возникает при погружении в холодную воду? При этом вначале наблюдается возбуждение симпатического отдела вегетативной нервной системы, рефлекторно ограничивается теплоотдача (гусиная кожа) и усиливается теплопродукция. Этому способствуют сокращения мышц — мышечная дрожь.

2. Если курица стоит на одной ноге, то это к стуже. Можете ли вы объяснить эту народную примету?

Наблюдения показывают, что в холодную погоду птицы стоят на одной ноге чаще, чем в теплую, при этом отведенную ногу часто прячут в оперение груди. Кроме того, стояние на одной ноге больше характерно для околоводных птиц (уток, гусей, фламинго, куликов, цапель). Вторая логичная гипотеза — уменьшение мышечной усталости. Как это понимать?

3. Ускорится ли таяние льда в комнате, если накрыть его шубой?
4. Только что сваренное влажное яйцо можно держать в руках, но этого нельзя сделать после того, как яйцо высохнет. Почему?
5. Одинаковы ли температуры карандаша и ножниц, лежащих на столе?
6. Чем меньше температура нагретого тела, тем медленнее идет его охлаждение. Почему?
7. Необходимо быстрее охладить бутылку с лимонадом. Куда для этого следует поместить бутылку: в снег или измельченный лед, если температура их одинакова?
8. Под чем теплее спать: под одним одеялом толщиной 2 см или под двумя одеялами толщиной по 1 см каждый?

V. § 4. Упр. 1, задачи для повторения № 4-5.

1. Продемонстрируйте, что вода плохой проводник тепла.
2. Бывают ли стены из воздуха?
3. Как можно определить, в какую сторону течет вода в водопроводной трубе?
4. Как можно легко сравнить теплопроводности меди и свинца?
5. Почему ступни императорского пингвина в стужу не примерзают ко льду?
6. Исследуйте, зависит ли скорость распространения теплоты вдоль проволоки от ее толщины, от материала?

7. Исследуйте: изменится ли скорость нагревания воды в сосуде, если на поверхность воды налить тонкий слой масла.
8. Докажите, что шуба не греет.
9. Стакан наполовину заполнен кипятком. В каком случае вода остынет в большей степени? 1) Если подождать пять минут и потом долить в стакан холодную воду. 2) Если сразу долить холодную воду, а затем подождать пять минут.

10. Как устроены «теплые поручни» в новых вагонах московского метро?
11. Сравните теплопроводности песка и опилок в двух одинаковых пробирках.
12. Предложите план эксперимента по сравнению теплопроводностей различных веществ.
13. Некоторые люди отказываются носить перчатки зимой, потому что считают, что в перчатках холоднее, чем без них. Другие предпочитают носить варежки вместо перчаток. А как думаете вы?
14. В дыме одной папиросы содержится много ядовитых веществ: 0,006 мг никотина ($C_{10}H_{14}N_2$); 0,0016 мг аммиака (NH_3); 0,00003 мг синильной кислоты (HCN); 0,0025 мг угарного газа (CO). Определите, сколько молекул этих веществ побывает в легких человека при выкуривании одной папиросы.
15. Почему киты, которые являются теплокровными животными и сохраняют температуру тела постоянной, месяцами плавают среди льдов и не погибают от переохлаждения?

Бытие вечно, ибо существуют законы, охраняющие сокровища жизни, которыми украшает себя Вселенная.

Гете

Магии в большинстве случаев трудно спорить с физикой.

Джим Батчер

Урок 6/6

КОНВЕКЦИЯ

Как расположить лёд относительно банки, чтобы быстрее охладить воду?

ЦЕЛЬ УРОКА: Дать представление о конвекции и привести примеры конвекции в природе и технике.

ТИП УРОКА: комбинированный.

ОБОРУДОВАНИЕ: кювета с плоскопараллельными стенками, проекционный аппарат ФОС-67, марганцовокислый калий, спиртовка, пробирка с водой, стеклянная трубка для демонстрации конвекции в жидкостях.

ПЛАН УРОКА:

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом

II. *Опрос фундаментальный:* 1. Теплопроводность. 2. Явление теплопроводности в природе и технике.

Задача:

1. При температуре на улице –15°С температура в комнате +25°С. Какой станет температура t в комнате при температуре на улице –30°С, если температура отопительной батареи осталась прежней, равной +45°С? Почему температура в комнате меньше температуры батареи?

2. Рассчитать мощность нагревателя, способного поддерживать температуру +20°С в теплице с двумя рамами, расстояние между которыми 10 см. Температура окружающей среды -10 °С. Площадь каждой рамы 10 м^2. Считать, что тепло теряется только за счёт теплопроводности воздуха между рамами при средней его температуре 5^{0}С. 45 Вт

Вопросы:

1. Прежде чем налить в стакан кипяток, туда опускают чайную ложку. Объясните, для чего это делают.
2. Почему шерстяная одежда сохраняет тепло лучше, чем хлопчатобумажная?
3. Почему разные материалы в комнате на ощупь имеют разную температуру?
4. Почему в комнате при 20^{0}С нам заметно теплее, чем в воде при 20^{0}С?
5. Почему металл не трескается при резких колебаниях температуры, а камень трескается?
6. Что теплее: три рубашки или рубашка тройной толщины?
7. Почему мелко нарезанная картошка варится быстрее?
8. В некоторых моделях горнолыжных очков между внешней и внутренней пластинками из цветной пластмассы имеется вакуум. Зачем?
9. Не лучше ли в ветреный день шубу одевать мехом внутрь?
10. Что защищает от холода лучше: деревянная стена или слой снега такой же толщины?
11. Почему подвязку растений в саду, сделанную из неизолированной металлической проволоки, нельзя оставлять на зиму?
12. В каком чайнике вода скорее нагреется: в новом или старом, на стенках которого имеется накипь?
13. Почему камни поднимаются из глубины почвы к поверхности, хотя их плотность больше чем плотность почвы?

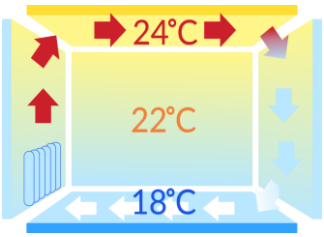
III. Несмотря на то, что жидкости и газы являются, как правило, плохими проводниками тепла, они могут обеспечивать довольно быстро передачу его благодаря конвекции. **Конвекция (**от лат, конвекцис – перенесение**) – перенесение энергии самими струями газа или жидкости.**

Движущийся воздух называют **конвекционным потоком**, а его повторяющийся путь – **конвекционной ячейкой.**

Конвекция в газах, ее объяснение. Поместив руку над горячей плитой или над горящей лампой, мы почувствуем, что от плиты или лампы вверх поднимаются теплые струи воздуха. Демонстрация конвекционных потоков воздуха в теневой проекции. Возможно, вы видели, как птицы, летая кругами и поднимаясь все выше и выше, парят в восходящих потоках теплого воздуха.

Конвекция в жидкостях, ее объяснение. Почему жидкости или газы обычно нагревают снизу? Демонстрация с конвекционной трубкой. Конвекционные

потоки можно увидеть, если поставить кастрюлю с водой на горячую плиту и капнуть в воду одну-две капли пищевого красителя. Естественная и вынужденная конвекция. Конвекция в жилых помещениях: отопление и охлаждение жилых помещений. Когда в холодное время работает отопление, в комнатах постоянно происходит ощутимая циркуляция воздуха.



Дополнительная информация. Другие примеры проявления конвекции: ветры бризы (днём вода нагревается медленнее, чем прибрежный песок), образование облаков, тяга. Конвекционные потоки воздуха перемещаются в атмосфере, формируя погоду на планете (ветер, ураганы, циклоны). Горячий воздух поднимается, и восходящие воздушные потоки снижают давление над теплыми регионами, в то время как холодные нисходящие воздушные потоки создают области высокого давления. Почему жидкости и газы не нагревают сверху? Демонстрация с нагреванием воды в пробирке.

Конвекция в технике. Вертикальную стеклянную трубку заполняют дымом, после чего снизу подносят зажженную спичку. Зажечь свечу, обратив внимание учеников на скорость ее горения, после чего накрыть короткой стеклянной трубкой (оставив поддувало), затем – длинной. Какие выводы следуют из экспериментов?

IV. *Вопросы:*

1. Чем отличается теплопроводность от конвекции и что общего между ними?
2. Назовите хотя бы две причины, которыми руководствуются строители при установке оконных форточек.
3. Почему мы не обжигаем пальцы, когда держим горящую спичку?
4. Почему холодный воздух распространяется по полу помещения?
5. Почему на потолке над осветительными электрическими лампочками со временем образуется темный налет?
6. Почему давно нетопленная печь плохо тянет? Почему помогает тяге предварительное прожигание бумаги над вьюшкой?
7. Почему одежду с высокой степенью тепловой защиты делают из шерсти или пуха?
8. Почему на холоде раньше всего замерзают ноги и руки?
9. Назовите как можно больше функций, которые выполняет волосяной покров у животных.

V. § 5. Упр. №1-3.

1. Продемонстрируйте конвекционные потоки: сосуд с водой, марганцовка, нагреватель.
2. При проектировании космической станции Луна-16 возникла такая проблема: станцию нужно было снабдить компактной и мощной электролампой для освещения лунной поверхности, но при этом выяснилось, что соединение цоколя лампы со стеклянным баллоном не выдерживает перегрузок. Как решить эту проблему?
3. Пронаблюдайте движение конвекционных потоков воздуха в квартире с помощью племени свечи, помещая свечу над батареей отопления, на полу у дверей и т.д. Изобразите направление потоков схематически в тетради.
4. Почему в металлических печных трубах тяга меньше, чем в кирпичных трубах?
5. Греет ли вуаль?

6. По предсказаниям ученых через 200 – 250 миллионов лет все материки на Земле сольются в единый континент Пангею Ультима, а затем вновь разойдутся. Каковы возможные причины такого движения континентальных плит?
7. Рекордсменом по теплопроводности является алмаз, что намного превышает характеристики любых металлов или полупроводников при нормальных условиях. Так ли это?

Бесцветный запад чист – жди к полночи мороза.
И соловьи всю ночь поют из теплых гнезд.
И.А. Бунин

Урок 7/7

ИЗЛУЧЕНИЕ. СРАВНЕНИЕ ВИДОВ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ.

Почему термос не выпускает тепло?

ЦЕЛЬ УРОКА: Дать представление об излучении и привести примеры передачи энергии излучением в природе и технике.

ТИП УРОКА: комбинированный.

ОБОРУДОВАНИЕ:

ПЛАН УРОКА:

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом

II. *Опрос фундаментальный:* 1. Конвекция. 2. Конвекция в природе и технике.

Вопросы:

1. Для того чтобы быстрее нагреть кастрюлю с водой, всегда помещают нагреватель внизу. Желая охладить кастрюлю с водой как можно быстрее до комнатной температуры, хозяйка поставила ее на лед. Правильно ли это?
2. Почему при разбавлении серной кислоты всегда льют медленно и понемногу кислоту в воду, а не наоборот?
3. Почему подвал — самое холодное место в доме?
4. Когда парусникам удобнее входить в гавань: днем или ночью? Почему?
5. Будет ли гореть спичка, зажженная внутри искусственного спутника, движущегося по орбите вокруг Земли?

6. Почему каша пригорает, а суп нет?
7. Почему дует даже от плотно закрытого окна, особенно зимой?
8. Почему поры в материале препятствуют конвекции?
9. Конвекция управляет ураганами, грозами и океанскими течениями, она причина появления гранул на Солнце. Так ли это?
10. Почему в бане металл кажется горячее, чем дерево?
11. Почему начинает вращаться бумажная вертушка при приближении к ней руки?

III. Поднеся руку к лампочке, мы чувствуем, как передается тепло от лампочки к руке. Если же поместить между нагретым телом и рукой лист белой бумаги, то рука перестает ощущать тепло. Почему? Каким образом передается эта энергия? Теплопроводность?! Нет! Теплопроводность воздуха мала. Конвекция?! Нет! Конвекционные потоки на Земле всегда направлены вверх. Каким образом передается энергия от Солнца к Земле через почти пустое пространство? **Энергия переносится от источника к приемнику излучением. Источники излучения – любые нагретые тела**: почва, Солнце и звезды, свеча, лед. Как же может быть обнаружено это излучение? Демонстрация с теплоприемником.

Необходимо признать, что существуют два вида тепла, одно светящееся, …, другое темное.
Жорж Бффоии

Количество энергии, излучаемой в единицу времени нагретым телом, зависит от температуры тела (демонстрация с электрической лампочкой при разных накалах), от цвета поверхности тела (демонстрация), от площади поверхности тела (демонстрация с лампочками разной мощности). Взрослый человек излучает тепло как стоваттная лампочка.

Приемники излучения. Количество поглощенной телом в единицу времени энергии зависит от ее цвета (демонстрация с теплоприемником) и от площади поверхности тела.

Когда окружающая среда излучает недостаточно много тепловой энергии по направлению к вам, то возникает ощущение холода. Вот почему космос считается таким «холодным». Благодаря собственному излучению, вы будете постоянно терять тепловую энергию и очень быстро начнете мерзнуть. В белой тенниске вам будет прохладнее потому, что она отражает в окружающую среду больше теплового излучения.

Зачем на асфальтированных улицах пляжных курортов часто нарисованы белые полосы? Почему космонавты, которые выходят в открытый космос, надевают блестящие скафандры? Почему крылья самолетов и поверхность воздушных метеозондов красят серебристой краской?

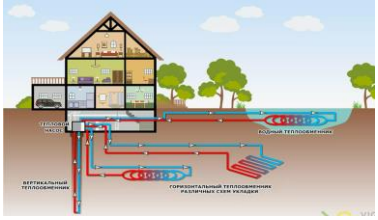
Если тело поглощает излучение, то его внутренняя энергия увеличивается. Нагретое тело излучает больше энергии. При равенстве $\frac{E_{пог}}{t} = \frac{E_{изл}}{t}$ внутренняя энергия (температура) тела остается неизменной. Объект, который хорошо поглощает излучение, хорошо его и выделяет. Среднегодовая температура поверхности нашей планеты определяется энергетическим балансом между суммарным солнечным излучением, достигающим поверхности, и суммарным тепловым излучением Земли в космическое пространство.

Вопрос. Почему конфорки для электрических плит, как и соприкасающиеся с ними поверхности кастрюль и скороварок, делают плоскими и черными, покрытыми крохотными концентрическими канавками?

Дополнительная информация. Теплопередача и растительный мир. Листья растений под действием света сами производят органические вещества, служащие для них питанием.

Влияние на теплообмен свойств почвы. Термос.

Дополнительная информация. Ежегодно от Солнца земля получает в 10000 раз больше энергии, чем вырабатывает благодаря нефти, углю, ветряным и атомным станциям. Солнечная энергетика (КСЭС) – большая спутниковая тарелка фокусирует солнечный свет на нагреватель с жидким водородом, приводящим в действие поршневую систему двигателя Стирлинга. К середине века доля солнечной энергетики в мировом производстве энергии будет около 30%.



Установлен ряд правил, как сохранить тепло в доме:

- Определенная ориентация дома (большая стена с окнами на юг, глухая наклонная – на север);
- Применение тройных рам и двойных тамбуров на входе;
- Массивная, служащая аккумулятором тепла, стена за южными окнами;
- Вентиляция с подвальным теплообменником выходящего воздуха;
- Использование теплиц на верхних этажах (атриумов).

IV. *Вопросы:*

1. Почему, когда греешь у костра руки, начинает мерзнуть спина?
2. От чего разбросанные угли костра гаснут быстро, а собранные в кучу могут сохранять тепло до утра?
3. Ночью поверхность Земли охлаждается значительно быстрее, если погода не облачная, а ясная. Почему?
4. Почему тонкая полиэтиленовая пленка предохраняет растения от ночного холода?
5. Почему норки сусликов ориентированы своими выходами на юг?
6. Почему у человека на морозе быстрее всего замерзают конечности?
7. Почему каша у краев тарелки остывает быстрее?
8. Чем темнее тело в холодном состоянии, тем ярче свет, который оно испускает при нагревании. Почему это так?
9. Почему люди краснеют от стыда или от смущения?
10. Как сделать термос в домашних условиях? Зачем у термоса зеркальные стенки?
11. Казалось бы, одежда металлургов, пожарных и спасателей должна обладать низкой теплопроводностью, чтобы не пропускать внутрь обжигающий жар. Однако их костюмы снаружи покрывают тонким слоем металлической фольги – прекрасного проводника тепла (укрытия для пожарных). Для чего?
12. Какие термосы выгоднее при одной и той же высоте и вместимости: круглого или квадратного сечения?
13. Имеются два одинаковых чайника: один с закопченной поверхностью, другой с блестящей поверхностью. В каком из них раньше закипит вода? В каком раньше остынет?
14. Приведите примеры, показывающие, что количество поглощенной телом в единицу времени энергии зависит от ее цвета и площади.

15. От чего зависит показание термометра, прикрепленного снаружи к спутнику с его теневой стороны?

V. § 6-7. Упр. 4, № 1-5. Задачи для повторения № 6 и № 7.

1. В холодный день, находясь в помещении, постойте некоторое время лицом к окну, а потом отвернитесь от него? Объясните ваши ощущения.
2. Ученый обнаружил, что некоторая реакция протекает в течение 80 минут, если он в пиджаке. Если же он без пиджака, то та же самая реакция протекает за 1 час 20 минут. Как это объяснить?
3. Придумайте проекты теплоизоляции двух зданий, одно из которых должно быть построено в тундре, а другое – в пустыне.
4. Предложите проект максимально теплоизолированного здания.
5. Опишите прибор, который может быть использован для измерения количества падающего на него теплового излучения.
6. Как быстрее охладить стакан с горячей водой?
7. Предложите способы поддержания комфортной температуры внутри пилотируемого космического корабля при его полете на Марс.

Творческое задание: Заполните таблицу:

Явление	В природе	В быту	На производстве	В жизни человека
Теплопроводность				
Конвекция				
Излучение				

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. При какой температуре и металл, и дерево будут казаться на ощупь одинаково нагретыми?
2. Чем поддерживается непрерывность движения воды в системе водяного отопления?
3. Если кусок алюминиевой проволоки расклепать на наковальне или быстро изгибать в одном и том же месте, то в одну, то в другую сторону, то это место сильно нагревается. Объясните явление.
4. Когда автомобиль больше расходует горючего: при езде без остановки или с остановками?
5. Почему на металлическом шампуре мясо готовится быстрее, чем на деревянном шампуре?
6. Почему оконные стекла начинают замерзать снизу раньше и в большей мере, чем сверху?
7. На чем основано тушение лесного пожара при помощи поджигания травы?
8. Предложите проект сваи, заполненной керосином. Покажите, что термосвая будет долго сохранять холод летом и запасать его зимой.
9. Объясните "тепловые мученья" средневекового рыцаря в латах.
10. Если на основу из вспененного полиэтилена толщиной около 1 см прикрепить полированную алюминиевую фольгу, то эта изоляция будет удерживать тепло в 18 раз лучше кирпичной кладки. Почему?

Мудрость – это совокупность истин, добытых умом, наблюдением и опытом, приложенных к жизни, – это гармония идеи с жизнью.

И.А. Гончаров

Урок 8/8

КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛОТЫ

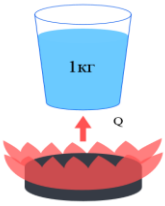
ЦЕЛЬ УРОКА: Ввести понятие "количество теплоты". Научить учащихся определять изменение внутренней энергии тела при его нагревании.

ТИП УРОКА: комбинированный.

ОБОРУДОВАНИЕ: электроплитка, два внутренних стакана от калориметра, железный цилиндр из набора тел для калориметра, мензурка, термометр.

ПЛАН УРОКА:

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом



II. Опрос фундаментальный: 1. Излучение. 2. Примеры теплопередачи в природе и технике.

Задачи:

1. Две модели самолета сделаны из латуни и имеют одинаковую форму, но вторая имеет вдвое больше размеры. Перед покраской их поместили в печь для обезжиривания, а затем вынули и поставили остывать. Первая модель остыла на 2^0С за 30 с. За какое время настолько же остынет большая модель, если внешние условия не изменятся?

Вопросы:

1. Чем отличаются разные виды теплообмена?
2. Что общего между теплопроводностью и конвекцией, конвекцией и излучением, теплопроводностью и излучением?
3. Какой вид теплопередачи преобладает при согревании у костра?
4. Земля непрерывно излучает энергию в космическое пространство. Почему же Земля не замерзает?
5. Почему в холодную погоду собаки спят, свернувшись клубком, а птицы сидят нахохлившись?
6. Почему при одинаковой температуре воды и воздуха в воде прохладнее?
7. Можно ли термос использовать как холодильник?
8. Что общего и в чем различие между термосом и валенками?
9. Какую рубашку, темную или светлую, нужно надевать днем, чтобы меньше нагреваться, и ночью, чтобы меньше остывать?
10. Зачем у термоса пробка?
11. Какова роль занавесок и штор на окнах?
12. Есть четыре причины, почему происходит потеря тепла человеком. Назовите их.
13. Как пальто удерживает тепло?
14. Как вы думаете, в каком случае напиток остывает быстрее: если его оставить в покое или все время помешивать ложечкой?

15. Соотнесите приведенные ниже явления с известным вам видом теплопередачи (блиц):
    - измерение температуры тела термометром;
    - сушка белья над радиатором отопления;
    - выжигание отверстия в бумаге с помощью лупы;
    - морской бриз.
16. Почему в северных широтах живут белые медведи, а в южных – бурые медведи? Почему негры черные, а скандинавы светлые?
17. Зачем бытовые холодильники окрашивают снаружи в белый цвет, а трубы в черный?
18. Предложите конструкцию аккумулятора мороза.
19. Почему космонавту нельзя выходить в открытый космос без защитного скафандра?
20. Почему окуривание садовых деревьев предохраняет их от заморозков?
21. Почему в сухой парилке даже при 110^0С опасно задерживаться более чем на 10 мин?
22. Почему грязный, покрытый копотью снег, тает быстрее, чем чистый?
23. Почему весной в лесу снег тает медленнее, чем на открытой поверхности луга?
24. Почему необходима побелка плодовых деревьев?
25. При измерении температуры на поверхности одинаковых с виду комбинезонов, в которые были облачены два полярника, на первом из них она оказалась выше, чем на втором. Какой комбинезон теплее?

III. Два способа изменения внутренней энергии тела. Можно ли измерить работу, которую вы произвели над телом? Да! Примеры: Если известна мощность совершающего работу тела, то: $A = N \cdot t$. Если известны сила и перемещение тела, то: $A=F \cdot S$. Если известны кинетическая или потенциальная энергия тела перед совершением работы.

Изменение внутренней энергии тела при теплообмене. **Количество теплоты (Q) – свойство тела передавать (приобретать) хаотическое движение при теплообмене, приводящее к изменению его внутренней энергии, измеряемое при нагревании ...?**

Зависимость количества теплоты, полученного телом в результате теплообмена, от рода вещества (демонстрация с водой и подсолнечным маслом или с водой (150 г) и железным цилиндром). Чтобы нагреть 1 кг воды на 1^0С необходимо 4200 Дж количества теплоты, а 1 кг железа на 1^0С – 480 Дж.

Удельная теплоемкость вещества (с) – количество теплоты, необходимое для нагревания 1 кг вещества на 1°С.

Примеры: Таблица на странице 21 учебника. Единица удельной теплоемкости [c] =[Дж/(кг·^{0}С)]. Какое из твердых тел имеет наибольшую удельную теплоемкость (литий c = 4360 Дж/(кг·^{0}С))? Какая из жидкостей имеет наибольшую удельную теплоемкость (жидкий водород c = 26820 Дж/(кг^0·С)).

Зависимость количества теплоты, полученного телом при нагревании от массы тела и изменения его температуры? Демонстрация или примеры.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$$

Аналогия с сосудами разной емкости при введении понятия “теплоемкость”.

Теплоемкость тела (С) – количество теплоты, необходимое для нагревания тела на 1°С. $Q = C\Delta t = C(t_2 - t_1)$

Связь теплоемкости тела с удельной теплоемкостью вещества С = m·c.

IV. *Задачи:*

1. Какое количество теплоты потребуется для нагревания стакана воды массой 200 г от 20^{0}С до 70^{0}С?
2. Для нагревания 100 г свинца от 15 до 35^{0}С необходимо 260 Дж количества теплоты. Определить удельную теплоемкость свинца.
3. Стальное сверло при работе получило 5 кДж энергии и нагрелось от 15 до 115°С. Какова масса этого сверла?
4. На сколько градусов нагреется кусок меди массой 500 г, если ему сообщить такое же количество теплоты, которое пойдет на нагревание воды массой 200 г от 10 до 60°С?
5. Для нагревания кирпича массой 2 кг от 20^{0}С до 85^{0}С затрачивается такое же количество теплоты, как для нагревания той же массы воды на 13^{0}С. Найдите по этим данным теплоемкость кирпича.
6. Какой энергией обладала шаровая молния, если она нагрела на 600^{0}С участок железной трубы длиной 5 см? Наружный радиус трубы 15 мм, внутренний радиус 12 мм.
7. Какова мощность электрического котла, если температура подающей трубы 40^{0}С, температура обратной трубы 80^{0}С, расход воды 2 л/с?
8. Какое количество теплоты потребуется для нагревания на 1°С одного кубического сантиметра меди?

Вопросы:

1. Почему в пустынях днем жарко, а ночью температура падает ниже 0°С?
2. Почему с наступлением зимы мелкие и небольшие пруды покрываются льдом раньше, чем глубокие и большие водоемы?
3. Объясни японскую пословицу: «Быстро нагревается, быстро остывает».
4. Можно ли утверждать, что для нагревания 200 г воды всегда потребуется большее количество теплоты, чем для нагревания 100 г воды? Почему?

5. При распиливании бревна пила нагревается сильнее, чем дерево. Почему?
6. Почему нельзя только по изменению температуры тела судить о полученном им количестве теплоты?
7. Почему домохозяйки знают, сколько времени надо варить яйцо?
8. Почему хорошие кастрюли имеют толстый слой алюминия или меди в дне?
9. Почему в центре материка в июле низкое давление, а в январе – высокое?

V. §§ 8-9. Упр. 5, № 1, 3. Задачи для повторения № 8 и № 9.

1. Какое количество теплоты получает вода в стакане от электрической плиты за 1 мин? Вода в пробирке от горящей спички?
2. На какую высоту может подняться школьник массой 42 кг, совершив работу, равную количеству теплоты, которое надо сообщить 1 кг воды для нагревания на 1^0С?
3. Определите количество теплоты, необходимое для нагревания воздуха в комнате на 1^oС?

Так рождалась сказка о стране чудес, так шаг за шагом разворачивались удивительные события.

Л. Кэрролл, «Алиса в стране чудес».

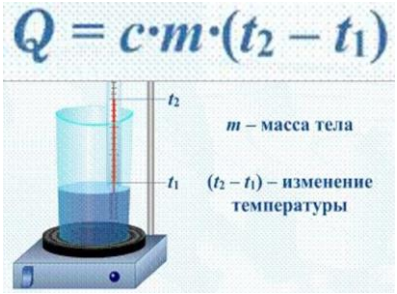
Урок 9/9

РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ

ЦЕЛЬ УРОКА: Развить понятие "количество теплоты". Научить учащихся определять (измерять) изменение внутренней энергии тела при его нагревании или охлаждении.

ТИП УРОКА: комбинированный.

ОБОРУДОВАНИЕ: три стакана от калориметра, прибор Тиндаля, термометр электрический, электроплитка.



ПЛАН УРОКА:

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом

II. *Опрос фундаментальный:* 1. Количество теплоты.

2. Удельная теплоёмкость вещества.

Вопросы:

1. Почему на морозе язык не прилипает к металлическим монетам?
2. В каком из двух стаканов, содержащих одинаковое количество кипятка, больше понизится температура после того, как в один из них опустят алюминиевую ложку, а в другой серебряную? Массы ложек одинаковы?
3. Какое из тел нагревается до более высокой температуры при получении одинакового количества теплоты: вода массой 1 кг или песок такой же массы? Удельная теплоёмкость песка 920 Дж/(кг·^{0}С).
4. Каково роль воды в метрологии? Плотность, удельная теплоемкость, реперные точки шкалы Цельсия.

5. Какая печь лучше – железная или кирпичная?
6. В чём причина различия между морским и континентальным климатом?

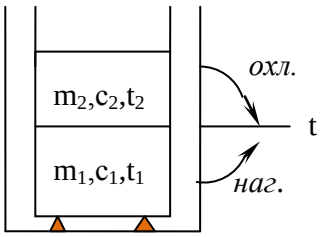
Задачи:

1. Какое количество теплоты необходимо передать железному утюгу массой 5 кг, чтобы нагреть его от 20 до 30°С?
2. Какое количество теплоты требуется, чтобы в алюминиевом котелке массой 200 г нагреть 1,5 л воды от 20^0С до кипения?
9. Теплоемкость стального шарика объемом 100 $см^3$ равна 360 Дж/^{0}С. Имеет ли этот шарик полость? $c_{ст}$ = 460 Дж/(кг·^{0}С).

III. Одинаковое ли количество теплоты требуется для нагревания до одной и той же температуры тел равной массы из разных веществ? Демонстрация нагревания алюминиевого, свинцового и латунного цилиндров. Тела равной массы, которые при нагревании получили большее количество теплоты, в процессе охлаждения до одной и той же температуры отдают большее количество теплоты (демонстрация с цилиндрами от прибора Тиндаля, нагретыми на плитке и опущенными в сосуды с равными массами воды). **Какое количество теплоты получает тело при нагревании до некоторой температуры, такое и отдает при охлаждении до прежней температуры.**

Какое количество теплоты отдает тело при охлаждении от температуры t_1 до t_2? Очевидно столько, сколько оно бы получило при нагревании от t_2 до t_1.

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



Устройство калориметра. Разность температур указывает на направление теплообмена! Измерение количества теплоты.

IV. *Задачи:*

1. При охлаждении медного паяльника массой 200 г до 20^0С выделилось 30400 Дж энергии. До какой температуры был нагрет паяльник?
2. Смешали 1 кг воды при температуре 80^0С и 0,5 кг воды при температуре 40^0С. Какова температура смеси? Какое количество теплоты отдала горячая вода? Какое количество теплоты получила холодная вода?

"...я исследовал остроумно найденную формулу для количества, или градуса, теплоты в жидких смесях". О какой формуле говорит Георг Рихман?

3. Некоторое тело, нагретое до температуры 90^0С, поместили в сосуд с водой, температура которой 20^0С. Тепловое равновесие наступило при 60^0С. До какой температуры остынет тело, если его еще раз опустить в точно такой же сосуд с водой температуры 20^0С?
4. В батарею отопления вода поступает по трубе при температуре t_1 = 50^0С, а

выходит при температуре $t_2 = 48^0$С. Сечение трубы S = 4 см^2, скорость воды υ = 0,25 м/с. Какое количество теплоты получит помещение от этой батареи за 1 час?

5. Энергия, освобождаемая в атомном реакторе, уносится жидким натрием. Определите количество теплоты, которое выделяется реактором ежесекундно, если насосы перекачивают 64000 м^3 натрия в час. Температура теплоносителя при входе в реактор 420^{0}С, а на выходе из него 600°С. Удельная теплоемкость жидкого натрия 1260 Дж/(кг·^{0}С), а его плотность 800 кг/м^3.

Вопросы:

1. Может ли тело в результате теплопередачи потерять всю свою внутреннюю энергию?
2. Как вы думайте, почему в состав слов: теплопередача, теплопроводность, количество теплоты, удельная теплоемкость – входит слово "тепло"?
3. Назовите хотя бы две причины, почему калориметры делают из металла, а не из стекла?
4. Почему тонкий кристаллик льда тает быстрее, чем толстый кристалл той же массы?
5. Почему на Южном полюсе гораздо холоднее, чем на Северном Полюсе?
6. Если годовой сток рек станет меньше, то и зима будет холоднее. Почему?
7. Что требует больше времени: нагревание воды на примусе от 10 до 20^{0}С или от 90 до 100^{0}С?
8. Чем отличаются графики нагревания воды на разных горелках?

V. § 10. Упр. 5, № 3-4. Задачи для повторения № 10-12. Подготовиться к выполнению лабораторной работы № 1 на странице 167-168.

Прежде чем поставить опыт, его нужно продумать, это значит, надо сформулировать вопрос, обращенный к природе.

М. Планк

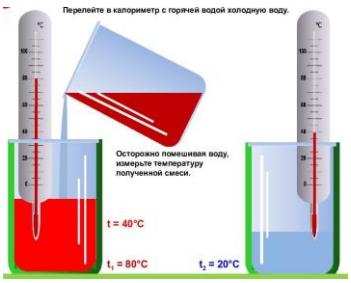
Урок 10/1 **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1: «СРАВНЕНИЕ КОЛИЧЕСТВ ТЕПЛОТЫ ПРИ СМЕШИВАНИИ ВОДЫ».**

Почему безопасно пить маленькими глоточками горячий обжигающий кофе?

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Научить учащихся экспериментально определять количество теплоты, полученное или отданное телом при теплообмене.

ТИП УРОКА: лабораторная работа.

ОБОРУДОВАНИЕ: калориметр, мензурка, термометр, сосуд с горячей водой, сосуд с холодной водой.



ПЛАН УРОКА:

1. Вступительная часть
2. Краткий инструктаж
3. Выполнение работы
4. Подведение итогов
5. Задание на дом

II. Последовательность оформления работы: название работы→ цель работы → оборудование → краткая теория.

Краткая теория: При смешивании горячей воды массы m_1 и температуры t_1 с холодной водой массы m_2 и температуры t_2, в калориметре устанавливается тепловое равновесие при некоторой температуре t. Количество теплоты, которое отдала горячая вода, определяется формулой $Q_1 = m_1c_1(t_1 - t)$, а количество теплоты, которое получила холодная вода, – формулой $Q_2 = m_2c_2(t - t_2)$. В процессе выполнения работы необходимо сравнить эти количества теплоты и сделать соответствующие выводы.

Ход работы: Оставить свободной третью часть страницы для описания последовательности выполнения работы, если работа выполняется не по инструкции.

1. **Измерение количества теплоты отданного горячей водой и количества теплоты полученного холодной водой.**
2. **Измерение количества теплоты, отданного калориметром.**

m_1, *кг*	t_1, ^oC	m_2, *кг*	t_2, ^oC	t, ^oC	Q_1,*Дж*	Q_2,*Дж*	Q_3,*Дж*	Q_4,*Дж*

3. **Измерение количества теплоты, переданного окружающей среде.**

Дополнительное задание: Построение графика зависимости температуры воды от времени остывания.

Выводы:

IV. Выполнение работы.

V. Наполните горячей водой ванну и стакан. Проследите с помощью термометра и часов, где вода охладится быстрее. Объясните ваше наблюдение.

Мы должны принять как один из наиболее общих законов теплоты, что все тела, свободно сообщающиеся друг с другом и не подверженные неравным внешним воздействиям, приобретают одинаковую температуру, что показывает термометр.

Дж. Блэк

Урок 11/11

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

Рассуждать не надо, надо решать!

ЦЕЛЬ УРОКА: Развить понятие "количество теплоты".

ТИП УРОКА: решение задач.

ОБОРУДОВАНИЕ: микрокалькулятор.

ПЛАН УРОКА:

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Решение задач
4. Задание на дом

$$t = \frac{m_1c_1t_1 + m_2c_2t_2}{m_1c_1 + m_2c_2}$$

II. *Опрос фундаментальный:* Расчет количества теплоты, сообщаемого телу при его нагревании или отдаваемого телом при его охлаждении.

Задачи:

1. В чашку с горячим молоком (масса молока 150 г) при температуре 90°С кладут 30 г жидкого меда при температуре 20°С. Какая установится температура? Удельная теплоемкость молока 2430 Дж/кг·град, удельная

теплоемкость меда 1760 Дж/кг·град.

2. Какова температура воды в самом горячем озере на Камчатке, если для приготовления ванны объемом 200 л температурой 40^0С в нее влили 40 л воды при 10^0С?
3. Девочка наполнила кружку на 2/3 кипятком и долила ее водой из-под крана при температуре 15^0С. Обнаружив, что вода недостаточно прохладная, она вылила половину воды и вновь долила воды из-под крана. Какая температура воды установилась в кружке? Потерями тепла пренебречь.
4. В электрический чайник налили 0,8 л холодной воды при температуре 10^oС. Через время 4 минуты после включения чайника вода закипела. Через какое время в том же чайнике закипит теплая вода объемом 2 л, взятая при температуре 30^oС. Потерями теплоты пренебречь.
5. Электромагнит, потребляющий из сети мощность P = 40 кВт, охлаждается водой, текущей по трубке с площадью сечения S = 1 $см^2$. Разность температур воды на входе и выходе из магнита $\Delta t = 20^0$С. Определить скорость υ воды в системе охлаждения, предполагая, что на нагревание воды идет 40% всей потребляемой магнитом мощности. 1,9 м/с

Вопросы:

1. В холодную воду опускают нагретый в кипящей воде металлический брусок. В каком случае вода нагреется больше: если брусок алюминиевый или свинцовый? Массы брусков одинаковы.
2. Почему в медицинских термометрах используют ртуть, а, например, не спирт?
3. Одну из двух одинаковых чашек заполнили чаем слабо заваренным, другую – круто. Температура чая в чашках одинакова и равна 50^0С. В какой из чашек чай охладится быстрее?
4. Есть ли физический смысл в украинской пословице: *"Шилом моря не нагреешь"?*
5. Как измерить температуру воды в сосуде термометром, предел измерения которого меньше?
6. Почему при увеличении солености увеличивается теплопроводность воды, а теплоемкость уменьшается?
7. В каком отношении надо взять объемы кубиков свинца и олова, чтобы их теплоемкости были одинаковы?

III. *Задачи:*

1. В воду массой 150 г при 20^0С опущено металлическое тело массой 30 г, нагретое в кипящей воде. Вода нагрелась до 23^oС. Чему равна удельная теплоемкость металла?
2. Стеклянный термометр массой 50 г показывает 23^0С, а затем его помещают в

200 мл воды. После того как вода и термометр приходят в тепловое равновесие, показание термометра оказывается равным 40°С. Чему была равна начальная температура воды? Почему температура воды в озере не зависит от того, каким термометром производят ее измерение?

3. Что эффективнее использовать в качестве грелки: 1 кг парафина при 60^0С или 1 кг воды при той же температуре? Теплопроводность парафина в 2 раза меньше, чем у воды, а теплоемкость – меньше примерно на 25%.
4. Два тела имеют температуры t. Если первое нагреть до температуры 5t и привести в тепловой контакт со вторым, установится температура 4t. Какая установится температура, если до температуры 5t нагреть второе тело и привести его в контакт с первым телом с температурой t? $t_x = 2t$
5. Какое количество теплоты Q нужно сообщить стальному рельсу площадью сечения S = 20 $см^2$, чтобы он удлинился на $\Delta\ell$ = 6 мм? $Q = 3{,}6\cdot10^6$ Дж

IV. Обдумать план выполнения лабораторной работы № 2; задача № 13 из раздела «Задачи для повторения».

1. В калориметре находятся два слоя воды – внизу более холодная, вверху более теплая. Изменится ли общий объем воды при выравнивании температур?
2. Измерив время охлаждения горячей воды в стакане на 2^0С, определите коэффициент теплопередачи стакана. Попробуйте вычислить время охлаждения воды на следующие 2^0С и сравнить полученные данные с экспериментальными данными.

В отличие от романа или пьесы предварительное раскрытие замысла не является недостатком научного исследования.

Дж. Гэлбрейт

С покойным профессором Рихманом делал физико-химические опыты для исследования градуса теплоты, который на себя вода принимает от погашенных в ней минералов, прежде раскаленных.

Михайло Ломоносов

Урок 12/12

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2: "ИЗМЕРЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОЕМКОСТИ ТВЕРДОГО ТЕЛА".

Знаете, с таким подходом вы никогда не станете физиком.

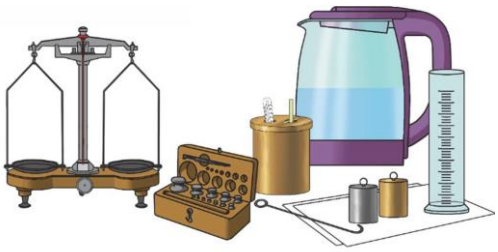
ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Научить учащихся экспериментально определять удельную теплоёмкость твёрдого тела.

ТИП УРОКА: лабораторная работа.

ОБОРУДОВАНИЕ: мензурка, калориметр, термометр, весы, металлический цилиндр на нити, сосуд с кипящей водой, холодная вода.

ПЛАН УРОКА:

1. Вступительная часть
2. Краткий инструктаж
3. Выполнение работы
4. Подведение итогов
5. Задание на дом



II. Краткая теория: При опускании в воду массы m_1 и температуры t_1 нагретого в кипящей воде тела массы m_2 и температуры t_2, происходит

установление теплового равновесия при температуре t. Поскольку $Q_1 = m_1c_1(t - t_1)$, а $Q_2 = m_2c_2(t_2 - t)$, то на основании того факта, что количество теплоты, полученное водой при нагревании, равно количеству теплоты, отданному телом при охлаждении, можно записать: $Q_1 = Q_2$, или $m_1c_1(t - t_1) = m_2c_2(t_2 - t)$, откуда $c_2 = \frac{m_1c_1(t - t_1)}{m_2(t_2 - t)}$.

1. **Измерение массы воды в калориметре, ее температуры, а также массы тела, которая затем будет нагрето в кипящей воде. Наблюдение за установлением теплового равновесия в системе и измерение температуры, при которой оно достигается.**
2. **Определение удельной теплоемкости твердого тела.**
3. **Определение удельной теплоемкости твердого тела с учетом количества теплоты, отданного калориметру.**

Ход работы: Оставить свободной третью часть страницы для описания последовательности выполнения работы, если работа выполняется не по инструкции.

m_1, *кг*	t_1, ^oC	m_2, *кг*	t_2, ^oC	t, ^oC	c_1, *Дж /(кг·^oC)*	материал	c_2, *Дж /(кг·^oC)*

Выводы:

III. Выполнение работы.

Дополнительные задания к работе: измерить температуру тела, нагретого на плитке.

V. Задача № 14 из раздела: "Задачи для повторения".

В заключение... я могу только выразить вам пожелание, ... чтобы во всех наших действиях вы подражали красоте пламени, честно и производительно выполняя свой долг перед человечеством.

М. Фарадей

Урок 13/13

ЭНЕРГИЯ ТОПЛИВА

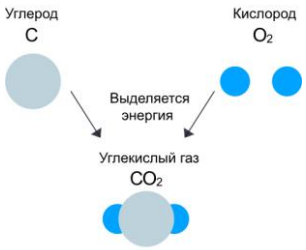
Люди с древних времён владели мощным источником энергии – огнём.

ЦЕЛЬ УРОКА: Развить понятие "внутренняя энергия". Дать представление о процессе горения, удельной теплоте сгорания топлива, коэффициенте полезного действия нагревательной установки.

ТИП УРОКА: комбинированный.

ОБОРУДОВАНИЕ: образцы различных видов топлива, стакан от калориметра, вода, термометр электрический.

ПЛАН УРОКА:



1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом

II. *Опрос фундаментальный:* Как измерить удельную теплоёмкость твёрдого тела?

Вопросы:

1. В полведра воды комнатной температуры 20^0C влили четверть ведра кипящей воды. Какая стала температура в ведре?
2. Дайте рекламу калориметру.

3. Температура плавления стали 1400°С. В стволе орудия при сгорании пороха температура достигает 3600°С. Почему ствол орудия не плавится при выстреле?

Задачи:

1. В фарфоровый чайник массой 200 г при комнатной температуре 18^0С налили 400 г кипятка. Заварится ли чай, если для хорошей заварки должна быть температура не менее 90^0С? Зачем перед заваркой чайник споласкивают горячей водой?
2. Металлический брусок массой 200 г опускают в калориметр с водой объемом 0,5 л. Температура воды при этом понизилась на 1^0С, бруска – возросла на 26^0С. Из какого металла изготовлен брусок?
3. В алюминиевый калориметр массой 50 г было налито 250 г масла при температуре 12^0С. После опускания в масло медного тела массой 500 г при 100^0С тепловое равновесие установилось при 33^0С. Какова удельная теплоёмкость масла по данным опыта?
4. При нагревании на плите кастрюли с водой температура воды увеличилась от 90 ˚С до 92 ˚С за 1 мин. Какая доля энергии, получаемой водой, рассеивается в окружающем пространстве, если время остывания той же воды от 92 ˚С до 90 ˚С равно 9,0 мин? 0,1
5. Имеются кран, из которого течет вода с температурой 60^0С, и кран с водой при 20^0С. Если открыть только кран горячей воды, то ванна набирается за 40 минут, если только кран холодной воды – то за 24 минуты. За какое время наберется ванна, если открыть оба крана? Какую температуру будет иметь вода в ванне, если теплообмен с окружающей средой пренебрежимо мал?

III. Внутренняя энергия тела частично может быть использована не только в процессе теплообмена, но и в процессе горения, т.е. сжигания различных видов топлива: угля, газа, нефти, дров, природного газа, древесного угля и т.п. Горение - первая химическая реакция, с которой познакомился первобытный человек. И научился примитивно ею управлять, добавляя в нужное время сучья в костер. Тысячи лет огонь использовали для обогрева, приготовления пищи, освещения. Вокруг костра или очага проходила вся общественная жизнь людей. Многие мифы связывали овладение огнем с древними героями, похитившими его с неба. Самый известный - миф о Прометее; дав людям огонь, он был за это жестоко наказан богами. Вспыхнувшее от удара молнии дерево - редкое явление, поэтому сохранение огня было важным ритуалом. Потеря огня, особенно в холодное время, была почти эквивалентна потере жизни. Отсюда многие древние и современные ритуалы: жрецы в храмах поддерживали неугасимый огонь, горят свечи в христианских храмах, по субботам зажигают свечи иудеи, в память о погибших горит Вечный огонь, перед очередными Олимпийскими играми из Греции несут олимпийский огонь. Горение – это химическая реакция окисления, в ходе которой топливо вступает в бурную реакцию с кислородом, высвобождая тепло, свет и продукты горения. Этот процесс может быть как контролируемым, например, в двигателе автомобиля или на плите, так и неконтролируемым,

как в случае пожара. Огонь состоит из газообразных продуктов горения, ионизированных частиц (плазмы) и микроскопических частиц сажи, которые светятся, будучи подняты вверх горячими потоками воздуха. Высокотемпературное пламя, где мало или нет частиц сажи, будет иметь синий цвет из-за излучения возбужденных молекул угарного газа.

Упрощённое представление процесса горения (уравнения химических реакций):

$2C + O_2 \rightarrow 2CO + Q$ – при недостатке кислорода.

$C + O_2 \rightarrow CO_2 + Q$ – при достатке кислорода.

$CH_4 + 2O_2 \rightarrow 2H_2O + CO_2 + Q$ (взрыв метана).

Метан - очень хорошее топливо, но при его горении образуется парниковый газ CO_2.

«Жизнь существует во Вселенной лишь потому, что атом углерода обладает некими необычными свойствами».

Джеймс Джинс

$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O + Q$ (гремучий газ).

Все виды топлива обладают внутренней энергией, которая накапливается под воздействием солнечного излучения (помимо энергии движения и взаимодействия частиц, составляющих тело, в понятие "внутренняя энергия" включают энергию электронных оболочек атомов (химическая энергия), внутриядерную энергию, энергию электромагнитного излучения).

Топливо разных видов массой 1 кг выделяет разное количество теплоты. **Удельная теплота сгорания (q) – величина, показывающая, какое количество теплоты выделяется при полном сгорании топлива массой 1 кг.**

Единица удельной теплоты сгорания топлива: [q] = [Дж/кг]

Таблица на странице 26. Как рассчитать количество теплоты, выделяющееся при полном сгорании данной массы топлива?

Полезная информация.

Характеристики топлива:

$$Q = mq$$

- Количество энергии, получаемой при сжигании единицы массы топлива.
- Быстрота сгорания топлива и получение энергии.
- Отсутствие вредных компонентов, выделяющихся при сгорании.
- Удобство хранения и транспортировки.
- Стоимость добычи.

Процесс горения может происходить только при наличии горючего вещества, кислорода и при условии, что продукты окисления будут отводиться из зоны горения. Почему так опасна электростатическая искра в среде, где в воздухе распылен порошок, например, на угольной шахте или на мукомольной мельнице?

Кроме ископаемых источников энергии используются альтернативные им (возобновляемые): солнечная энергия, энергия ветра, извлекаемая из биомассы энергия.

Задача: На спиртовке нагрели 200 г воды от 15 до 75^0С, при этом сгорело 6 г спирта. Какую часть составляет теплота, использованная на нагревание воды, от того количества теплоты, которое выделилось при сгорании спирта?

Величина, показывающая, какую часть составляет полезно используемая теплота от всей выделившейся при сгорании топлива в процентах, называется коэффициентом полезного действия нагревательной установки.

$$\eta = \frac{Q_{пол}}{Q_{зат}} 100\%$$

Внесистемная единица количества теплоты - 1 кал. **1 ккал = 4200 Дж.** Калорийность пищи. *Пример:* Какую работу должен совершить человек,

чтобы компенсировать съеденный кусок пирога калорийностью 400 ккал?

Дополнительная информация: По количеству энергии, которое можно получить при сжигании единицы массы, самое лучшее топливо – жир (выделяется в два раза больше энергии, чем при сжигании углеводов или белков). Поэтому перелетные птицы и идущие на нерест рыбы запасают его в дорогу. По скорости сгорания самое лучшее топливо – это углеводы. Крупномасштабное сжигание белков начинается лишь тогда, когда жиров и углеводов почти совсем не остается (дистрофия). При дистрофии сгорают белки, которые защищают организм от болезнетворных бактерий, а затем наступает смерть (гибель рыб после нереста). В покое энергия идет на ремонт самого себя (так устроено все живое). Энергия, которая освобождается при процессах окисления в организме, на 75% тепловая и на 25% механическая!

Полезная информация: Подкожный жир человека содержит столько энергии, сколько её в аккумуляторе массой в 1 тонну. Оказалось, что сорокапроцентное содержание спирта в растворе с водой (водка) есть тот нижний предел, при котором его пары над поверхностью жидкости еще могут гореть при комнатной температуре (проверка качества).

Парниковый эффект. Вы, вероятно, знакомы с парниковым эффектом, если вам доводилось садиться в машину с темными сиденьями, на которые долго светило Солнце через лобовое стекло. CO_2 действует подобно стеклянным или пластиковым окнам настоящего парника. При выработке энергии на ТЭС для питания 100-ваттной лампы накаливания, горящей 24 часа в сутки в течение года, будет произведено около полтонны CO_2. Уголь выделяет в 2 раза больше парникового углекислого газа, чем природный газ при получении одного и того же количества энергии. Если Земля продолжит нагреваться, насыщенность атмосферы водяным паром возрастет. Это еще более усугубит парниковый эффект, связанный с выбросами CO_2, поскольку H_2O - это очень мощный парниковый газ. Один из методов климатической инженерии может заключаться в том, чтобы связывать газообразный CO_2 и превращать его в твердые соединения. В частности, когда муравьи роют землю и строят муравейники, в качестве побочного продукта они производят кальций. Кальций взаимодействует с CO_2 в дождевой воде с образованием извести, которая не взлетает в воздух и не удерживает тепло.

IV. *Задачи:*

1. К зиме заготовили сухие сосновые дрова объемом 2 $м^3$ и каменный уголь массой 1,5 т. Сколько тепла выделится в печи при полном сгорании в ней заготовленного топлива?
2. Сколько нужно сжечь каменного угля, чтобы нагреть 2 кг воды от 0 до 100^0С? Считать, что вся выделившаяся энергия идет на нагревание воды.
3. Двигатель мощностью 15 кВт потребляет в час 15 кг нефти. Определите КПД машины.
4. Калорийность гамбургера массой 100 г порядка 500 ккал. Оцените в процентах увеличение калорийности гамбургера, если мы будем употреблять его в пищу горячим.

Вопросы:

1. Откуда в биотопливе берется энергия?
2. Почему при горении топлива выделяется энергия?
3. Сформулируйте основные требования, предъявляемые к топливу.
4. Почему дуя на горящую свечу, мы ее гасим, а, дуя на горящий уголь – заставляем его гореть ярче?
5. Топливо, которое трудно поджечь при нормальных условиях, легко

загорается в теплой среде. Почему?

6. Откуда берется копоть, когда горит керосин?
7. Не должна ли потенциальная энергия угля, сожженного на пятом этаже, дать дополнительную теплоту?
8. Почему при обилии кислорода в атмосфере все вокруг не возгорается самопроизвольно?

По нормам OSHA (американского управления по охране труда) воздух считается обогащённым кислородом, когда доля O_2 в атмосфере превышает 23,5%, а дефицит кислорода возникает при снижении этого уровня ниже 19,5%. В настоящее время объёмная доля кислорода в земной атмосфере составляет около 21%. Как поддерживается баланс?

V. § 11, Упр. 6. § 3,4. Задачи для повторения № 16, 17.

1. Удельная теплота сгорания пшеничного хлеба 9 260 000 Дж/кг, а сливочного масла – 32 690 000 Дж/кг. Какую энергию получит человек, съев бутерброд с маслом?
2. Какие виды топлива при сгорании не образуют углекислый газ?
3. Как измерить удельную теплоту сгорания топлива?
4. Топливная смесь приготовлена из сухих древесных опилок, торфа и каменного угля, массы которых взяты в отношении 6:3:1. Какое количество теплоты выделится при сгорании 1 кг такой смеси?
5. Каково отношение масс спирта и бензина в топливной смеси, если удельная теплота сгорания этого топлива оказалась равной $4{,}2 \cdot 10^7$ Дж/кг.
6. Проведите аналогию между человеком и печкой.
7. Почему жало паяльника делают из меди, а не из железа, температура плавления которого 1530°С?
8. Какова мощность горящей спички?
9. Кинетическая и потенциальная энергии автомобиля, движущегося по горизонтальному пути с постоянной скоростью, остаются неизменными. На что же тогда расходуется энергия сжигаемого топлива? Если можно, то подтвердите ваши выводы расчетами или экспериментально.
10. Докажите, что обычным ртутным термометром нельзя измерить температуру одной капли горячей воды.
11. Измерьте количество теплоты, которое выделилось при полном сгорании спирта.

...Вещи не могут ни создаваться из ничего, ни,
однажды возникнув, вновь обращаться в ничто ...
Лукреций

От чего, когда в оттепель идет снег, он тает на руках, а на шубе остается?
Л.Н. Толстой

Урок 14/14

ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ

Из чего «сделано» тепло?

ЦЕЛЬ УРОКА: Познакомить учеников с содержанием и дать качественную формулировку первого закона термодинамики; научить учеников применять этот закон для решения задач.

ТИП УРОКА: комбинированный.

ОБОРУДОВАНИЕ: пружинный маятник, нитяной маятник, свинцовый шар. Маятник Максвелла, пробирка с водой, пробка, спиртовка.

ПЛАН УРОКА:

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом

II. *Опрос фундаментальный:* 1. Энергия топлива. 2. КПД нагревателя.

Задачи:

1. На какую высоту можно было бы поднять автомобиль массой 1 т за счет энергии, выделившейся при сгорании 3 л спирта? Почему это невозможно?
2. В чайник со свистком налили 810 г воды и поставили на электрическую плитку мощностью 900 Вт. Через 7 мин раздался свисток. Каков КПД плитки. Начальная температура воды 20^0С.
3. Двигатель мощностью 75 Вт в течение 5 мин вращает лопасть винта внутри калориметра, в котором находится 5 л воды. Вследствие трения о воду лопасть винта нагрелась. Считая, что вся энергия пошла на нагревание воды, определите, на сколько градусов нагрелась вода?
4. Для поддержания в доме постоянной температуры 20^0С в печку всё время подкладывают дрова. При похолодании температура воздуха на улице понижается на 15^0С, и для поддержания в доме прежней температуры приходится подкладывать дрова в 1,5 раза чаще. Определите температуру воздуха на улице при похолодании. Какая температура установилась бы в доме, если бы дрова подкладывали с прежней частотой?
5. С помощью маленького нагревателя мощностью 250 Вт воду в ведре удалось довести до максимальной температуры 40^oС. Каков объем воды в ведре, если после отключения нагревателя температура понизилась на 1^oС за 2 минуты. Теплоемкостью нагревателя и ведра пренебречь.

Вопросы:

1. Можно ли обычным ртутным термометром измерить температуру одной капли горячей воды?
2. Почему при помощи одной спички древесную лучину зажечь можно, а крупное полено нельзя?
3. Почему порох невыгодно использовать как топливо, а бензином нельзя заменить порох в артиллерийских орудиях?
4. Теплотворная способность сосновых дров больше, чем березовых. Почему же говорят, что березовые дрова жарче горят?
5. Объясните причину выделения энергии при сгорании топлива.
6. Какие дрова — сосновые или берёзовые — выгоднее покупать на вес (на килограммы) и по объёму (на кубометры)?
7. Почему горение твердого и жидкого топлива происходит только на поверхности (демонстрация горения спирта в пластиковой бутылке)?
8. Известно три способа окисления: горение, коррозия и гниение. Если над

фитилем спиртовки закрепить тонкую платиновую спираль, то она будет светиться (ночник Дэви). Какой здесь имеет место способ окисления?

9. Как вы думайте, чем ограничена скорость бега?
10. Как светлячки регулируют свечение, излучая свет не непрерывно, а вспышками?
11. Почему КПД камина ниже, чем у русской печи?
12. Мощность ракеты-носителя космического корабля "Энергия" 125 МВт. Какая масса топлива (керосина) сгорает в двигателях ракеты-носителя за первые 90 с полета?

III. Без энергии жизнь на Земле невозможна. Без нее не было ни света, ни тепла, ни звука, никакого движения. Для любого действия необходима энергия, а в процессе действия она к тому же обладает способностью бесконечно переходить из одной формы в другую. Энергия обладает свойством бесконечно превращаться из одной формы в другую. **Энергия бывает: механическая (кинетическая и потенциальная), внутренняя (тепловая, химическая, ядерная), электрическая, магнитная, солнечная.** Примеры передачи энергии от одного тела к другому: удар, теплообмен, работа над телом. Примеры превращения энергии из одного вида в другой: колебания маятников (демонстрация), падение свинцового шарика на стол (демонстрация), механической в электрическую энергию (генератор), электрической в тепловую энергию (лампочка). Только мобильные телефоны во всем мире ежегодно растрачивают 10^9 кВт·ч энергии!

Механическую энергию легко превратить во внутреннюю энергию.

Почему? Демонстрация обратного процесса, то есть превращение внутренней энергии в механическую энергию (демонстрация с пробиркой и с цилиндром для взрыва горючей смеси).

Сохраняется ли энергия при переходе ее от одного тела к другому или при превращении из одного вида в другой? Опыты с пробирками с водой: один из учеников трясет пробирку с водой через бумажку, а другой при непосредственном контакте. В какой из пробирок вода нагревается до более высокой температуры? Почему?

$$\boxed{Q + A = \Delta U}$$

Закон сохранения энергии: Энергия не исчезает и не создается. Она только может переходить от одного тела к другому или превращаться из одного вида в другой, при этом полная энергия Вселенной остается неизменной.

Дополнительная информация. Если вы нуждаетесь в энергии, вы должны где-то ее «заработать» (потребив некоторое количество пищи или залив в бак своего автомобиля бензин). Если вы хотите что-то сделать, вы «тратите» свою энергию и сокращаете имеющиеся запасы. Во Вселенной есть строго определенное количество энергии: если где-то мы получаем какое-то количество энергии, где-то ее ресурсы на такую же величину уменьшаются. Это фундаментальный закон физики, который называется **законом сохранения энергии**. Что мы понимаем под энергетическими ресурсами? **Вечный двигатель -** это воображаемое устройство, вырабатывающее полезную работу большую, чем количество сообщённой этому устройству энергии. Почему такое устройство невозможно?

Историческая справка: Бенджамин Томпсон (граф Румфорд) в 26 лет (1779 г) был избран в Королевское общество (Англия). В 1783 году при содействии принца Максимилиана был назначен министром внутренних дел Баварии. Успешно проводил реформы и занимался

наукой. В опытах он подтвердил гипотезу о том, что внутренняя энергия тел изменяется при совершении работы над телом. Пушечный ствол помещался в бочку с водой, а для увеличения силы трения использовалось тупое сверло, приводимое во вращение парой лошадей. Через 2,5 часа вода в бочке закипела. И пока продолжалось вращение сверла, вода кипела — без всякого огня! Это тепло никак не могло храниться до расточки в веществе ствола! Пришлось признать, что источник теплоты — в движении частиц. Другие примеры сохранения энергии: **Механический эквивалент теплоты: 1 ккал = 4190 Дж ≈ 4200 Дж. Майер** – судовой врач. Почему нагревается вода после шторма? Почему венозная кровь жителей экваториальных областей более светлая, чем у жителей средних широт? В день человек потребляет около 550 литров кислорода., зная среднюю мощность лошади N = 1 л.с., мог вычислить работу, которую она произвела: $A = N \cdot t$. Одновременно он смог вычислить изменение внутренней энергии ртути: $Q = \Delta U = mc\Delta t$. $A = \Delta U$. Сам Джоуль и другие ученые выполнили много других опытов: нагревание газа за счет работы при его сжатии, разогревание трущихся друг о друга металлических дисков и т.д. Во время свадебного путешествия в Швейцарию Джоуль не только любовался красотой Альп, но и измерил высоту водопада и разницу температур воды перед сбросом и в конце падения, чтобы и здесь оценить соотношение работы и количества теплоты. **Механический эквивалент теплоты: 1 ккал = 4190 Дж ≈ 4200 Дж. Майер** – судовой врач. Почему нагревается вода после шторма? Почему венозная кровь жителей экваториальных областей более светлая, чем у жителей средних широт? В день человек потребляет около 550 литров кислорода. *«Из ничего ничего не бывает. Ничто превращается в ничто. Причина равна следствию».* Эти фразы Р. Майер повторял постоянно. Благодаря трудам Джоуля и другим ученым мы знаем, что энергетический бюджет в природе всегда сходится: количество энергии в «доходной» части точно соответствует количеству в части «расходной».

Люди научились запасать энергию в процессе совершения работы, а потом расходовать её постепенно, как, например, в механических часах, или всю разом, как в стрелковом оружии.

Сегодня человек активно использует энергию ветра, текущей воды, внутреннюю энергию топлива, электрическую и ядерную энергию.

Источники энергии	**Доля в мировом потреблении**
Сжигание полезных ископаемых	85%
Атомная энергетика	2%
Альтернативные источники энергии	
Сжигание дров и сухого навоза	6%
Биоэнергетика	4%
Гидроэнергетика	2,3%
Энергия ветра	0,2%
Солнечная энергетика	0,1%
Геотермальная энергия	0,1%
Энергия морских приливов и волн	0,002%

IV. *Задачи:*

1. Оцените, насколько нагрелся брусок вследствие трения о стол при движении до остановки, если начальная скорость бруска 1 м/с и на нагревание бруска пошла половина его кинетической энергии. Удельная теплоемкость дерева 2500 Дж/(кг·^{0}С).
2. Патрон травматического пистолета «Оса» содержит резиновую пулю массой 8,4 г. Определите КПД выстрела, если пуля при выстреле приобрела скорость 140 м/с. Масса порохового заряда патрона 0,18 г, удельная теплота сгорания пороха 3,8 МДж/кг.
3. Чтобы выправить плоскую стальную деталь массой 50 г, рабочий стучит по ней молотком массой 500 г. Скорость молотка непосредственно перед ударом 2 м/с, скорость отскока 1 м/с. На сколько градусов нагреется деталь после 100

быстро следующих один за другим ударов, если ей передается 20% энергии, передаваемой молотом при каждом ударе?

4. В водопаде высотой 32 м ежесекундно падает 3,5 $м^3$ воды. Какое количество энергии можно получить в час от этого водопада? Какое количество каменного угля надо сжигать каждый час, чтобы получить то же самое количество энергии?
5. В кастрюле находится 5 кг воды. На её нагревание от температуры 40°С до температуры 41°С требуется 10 с. Найдите время, которое понадобится для того, чтобы нагреть эту воду от температуры 90°С до температуры 91°С. Мощность плиты 2500 Вт. Температура окружающей среды равна 20°С.
6. При сверлении металла ручной дрелью стальное сверло массой 0,05 кг нагрелось на 20^0С за 200 с непрерывной работы. Средняя мощность, потребляемая дрелью от сети при сверлении, равна 10 Вт. Сколько процентов затраченной энергии пошло на нагревание сверла?

Дополнительные задачи:

1. На обнаруженной в Космосе планете ускорение свободного падения в 5 раз больше, чем на Земле. Космонавты, высадившиеся на этой планете, построили для нужд научной станции гидроэлектростанцию, для чего возвели плотину высотой 100 м. Оцените, какую мощность может развивать такая плотина, если оказалось, что в водохранилище до плотины и у подножия плотины температура воды отличается на 1 °С, а ежесекундно через плотину проходит 2 тонны воды.
2. Капля дождя падает с высоты 1000 м. На сколько она нагревается от трения о воздух, если половина энергии идет на нагрев капли, а половина тепла отдается воздуху? Скорость капли у поверхности земли 10 м/с.
3. При трении двух одинаковых тел массой 150 г каждое температура их через одну минуту повысилась на 10^0С. Какова средняя мощность, развиваемая при трении? Удельная теплоемкость каждого тела 460 Дж/(кг·^{0}С). Тепловые потери не учитывать.
4. Сколько тепла выделилось из висящего над городом облака, если средняя толщина слоя выпавшего дождя по городу 1 мм, а высота облака 1 км?
5. Стеклянный шарик объемом 0,2 $см^3$ равномерно падает в воде. Какое количество теплоты выделится при перемещении шарика на 6 м? Плотность стекла 2,4 г/$см^3$.

Вопросы:

1. За счет, какой энергии совершается работа по перемещению ртути в термометре при измерении температуры тела?
2. Почему пушечный ствол от холостого выстрела нагревается сильнее, чем от выстрела со снарядом?
3. Что будет, если долго толочь воду в ступе?
4. Какие превращения энергии происходят при выстреле из орудия? при стрельбе из лука? при колебаниях маятника?
5. Почему спичка после сгорания деформируется и уменьшается в размерах?
6. Почему передняя ось телеги больше стирается и чаще загорается, чем задняя?
7. Мороженое тает быстрее, если его размешивать ложечкой. Почему?

8. Если жидкость, находящуюся в закупоренной бутылке, энергично встряхнуть, то ее температура повысится. Почему?
9. Приведите примеры природных преобразователей тепловой энергии в механическую энергию.
10. При заморозках в пчелиных ульях слышится «гудение» пчел. Почему?
11. Красное пятно на лице от пощечины - результат превращения кинетической энергии движущейся руки в свет. Так ли это?
12. Какова наиболее вероятная последовательность превращения различных видов энергии при рубке дров топором?
13. Звёзды образуются путём сжатия под действием собственной гравитации. Почему при этом возрастает температура звезды?
14. Какие факты противоречили теории теплорода?
    - При теплообмене температуры тел выравниваются.
    - Вес тела не изменяется при нагревании.
    - Тела имеют различную теплоемкость и теплопроводность.
    - Теплоту можно получить с помощью механической работы.

Дополнительная информация. В конце 30-х годов в Москву привезли французов-изобретателей самолета с вечным двигателем. Капицу пригласили экспертом. Понимая, что такого двигателя быть не может, он схватил пожарный багор, подбежал к самолету и вспорол обшивку. Корпус был полностью забит аккумуляторами.

Дополнительная информация. Закон сохранения энергии гласит: энергия не возникает и не исчезает, один вид энергии может превращаться в другой. Пища представляет собой «упакованную» энергию, которая в процессе обмена веществ высвобождается в организме. Эта энергия может расходоваться на работу органов и систем, физическую активность и др. В противном случае потребляемая энергия накапливается в виде запасов жировой ткани. Нерациональное питание с избыточной энергоемкостью пищи, низкая физическая активность и сидячий образ жизни – главные факторы роста распространенности абдоминального и генерализованного ожирения.

V. §12. Упр. 7. Задачи для повторения № 14 и №15.

1. Предложите конструкцию "генератора тепла", непосредственно использующего энергию ветра для нагревания воды.
2. Почему нагревается велосипедный насос при накачивании им воздуха в шину?
3. Почему загрязнение атмосферы промышленными отходами приводит к уменьшению ледников на горах?
4. Опишите превращения энергии при упражнениях на велотренажере.
5. В один из двух одинаковых сообщающихся сосудов налита до уровня *H* вода массой m. Как изменится потенциальная энергия системы после того, как открыли кран, через который сообщаются сосуды? Почему?
6. Оцените удельную теплоемкость свинца, не используя уравнения теплового баланса.

Тепло и холод – это две руки природы, которыми она делает почти всё.

Фрэнсис Бэкон

Урок 15/15

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

Вы должны быть честными, а я не должен быть лохом!

Я заметил, что даже те люди, которые утверждают, что всё предрешено и что с этим ничего нельзя поделать, смотрят по сторонам, прежде чем переходить дорогу.

Стивен Уильям Хокинг (английский физик-теоретик)

Улыбайся и не сдавайся, даже если тебе кажется, что все против тебя.

Цитата из фильма «Падение Чёрного Ястреба»

Твердят, мол, сгинет мир в огне
Или во льду.
По опыту, пожалуй, мне
Приятней погибать в огне.
Роберт Фрост

Кристаллы, кристаллы, соцветья во мглу погруженной земли.
Когда расцвели вы, на свете другие цветы не цвели.
Нацежен был мало-помалу из мрака лучистый хрусталь.
Чтоб стало под силу кристаллу вместить невместимую даль.

Мигель де Унамуно

Урок 16/16 ПЛАВЛЕНИЕ И КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

Могут ли капли воды оставаться каплями при минусовой температуре воздуха?

ЦЕЛЬ УРОКА: Дать представление о некоторых свойствах вещества в различных агрегатных состояниях и обосновать их на основе молекулярно-кинетических представлений. Познакомить учащихся с процессом плавления, построить опытным путем график плавления и объяснить его.

ТИП УРОКА: комбинированный.

ОБОРУДОВАНИЕ: кристаллы медного купороса и дихромпика, модели кристаллических решеток, стакан от калориметра, электроплитка, гипосульфит, термометр электрический.

ПЛАН УРОКА:

1. Вступительная часть
2. Работа над ошибками
3. Лекция
4. Закрепление
5. Задание на дом

II. Работа над ошибками, допущенными при выполнении контрольной работы.

III. Агрегатное состояние — физическое состояние вещества, зависящее от сочетания температуры и давления, при которых его свойства значительно различаются. Традиционно различают три основных агрегатных состояния: твердое, жидкое и газообразное. Примеры: лед, вода, водяной пар. Сколько существует агрегатных состояний вещества? Четвертое состояние – плазма!

Использование на практике свойств вещества переходить из одного агрегатного состояния в другое при изменении внешних условий. *Примеры:* металлургия, паровые машины, сжиженный газ. Изменение агрегатных состояний вещества в природе: облака, роса, туман, снег, дождь. Для понимания всех этих процессов

мы должны знать свойства каждого из состояний, а также условия, при которых вещество переводится из одного агрегатного состояния в другое.

Качественное обоснование возможности фазового перехода на основе молекулярно-кинетических представлений. У газов средняя кинетическая энергия его молекулы больше средней потенциальной энергии, поэтому молекулы газа движутся свободно, заполняя весь предоставленный объем. С понижением температуры средняя кинетическая энергия уменьшается, и вещество переходит в жидкое состояние. Этого уже достаточно для сохранения объема, но пока еще не хватает для сохранения формы! Движение частиц в жидкости подобно движению людей в переполненном автобусе. А можно ли жидкость перевести в твердое состояние? В твердом состоянии $\overline{E}_K << \overline{E}_П$ и частицы вещества располагаются в строгом порядке. Они лишь совершают малые колебания около положений равновесия (шарики из набора для составления молекул в сферическом сосуде).

Демонстрация: кристаллы, модели кристаллических решеток.

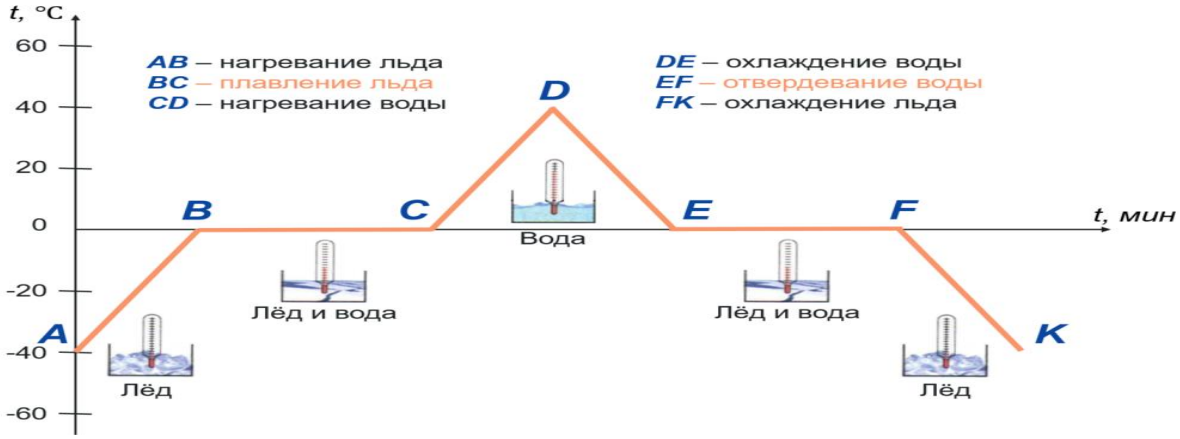
Свойства кристаллов:

- **Правильная геометрическая форма.** Металлы — поликристаллические вещества.
- **Идеальная гладкость граней кристаллов.** Как объясняется сверкание кристаллов соли при ярком освещении?
- **Анизотропия - зависимость физических свойств от направления в кристалле.**

Например, древесина анизотропная, потому что прочна поперек волокон, но может легко раскалываться вдоль!

Высококачественные изумруды стоят в 10 раз дороже золота, а белые бриллианты — в 100 раз дороже золота.

Передавая энергию твердому телу, его можно перевести в жидкое состояние. **Плавление – переход вещества из твердого состояния в жидкое состояние.** Демонстрация плавления и затвердевания льда и построение графика плавления.

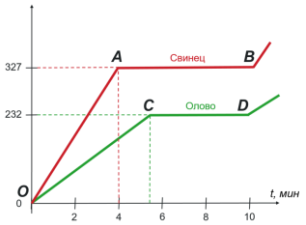


Анализ графика плавления: $Q_1 = mc_1(t_2-t_1)$, Q_2 -?, $Q_3 = mc_2(t_4-t_3)$, $Q_4 = mc_2(t_4-t_5)$, Q_5 = ?, $Q_6 = mc_1(t_6-t_7)$. При растапливании льда нужна энергия, чтобы разрушить кристаллическую структуру льда.

Температура плавления ($t_{пл}$) – температура, при которой кристаллическое вещество плавится.

Примеры: Таблица 3 на странице 32. В самую сильную жару температура тающего льда не поднимается выше нуля, пока он весь не растает! Назовите

самый легкоплавкий металл, самый тугоплавкий. Металлы, которые находятся в жидком состоянии при «комнатной» температуре: ртуть, цезий, франций и галлий. Почему температуры плавления веществ так различны? Зависимость температуры плавления данного вещества от внешнего давления. Почему движутся ледники?



Объяснение графика плавления на основе молекулярно-кинетических представлений.

Теплота кружки горячего чая обусловливается микроскопическими движениями молекул воды. Охлаждая воду, вы отнимаете у нее тепловую энергию: каждая молекула воды начинает двигаться все менее и менее энергично. Прежде чем превратиться в лед, молекулы воды замедляют движение, но они не могут этого сделать, если не отдадут тепло в окружающую среду. В конце концов, вода замерзает и превращается в лед. Это происходит при нуле градусов Цельсия. Но молекулы воды в массе льда по-прежнему движутся - они колеблются вокруг положений равновесия в узлах кристаллической решетки льда.

Кристаллизация – переход вещества из жидкого состояния в твердое состояние (твёрдое вещество из раствора выделяется в виде кристалла)**.** Равенство температур плавления и кристаллизации данного вещества.

Дополнительная информация. Зависимость температуры кристаллизации от наличия примесей в жидкости. *Пример:* Растения более чем на 80% состоят из воды. Почему же им удается выдерживать заморозки до -4^{0}С? Обычно замерзание воды не происходит ровно при нуле градусов, потому что льду нужно ядро — зерно льда, вокруг которого всё больше и больше молекул воды выстраиваются в кристаллическую структуру. Одно из удивительных свойств воды — способность переохлаждаться без кристаллизации. В чистом состоянии ее можно охладить до -40^{0}С градусов, и она останется жидкой. Такое наблюдается в атмосферных облаках. Еще труднее замораживается вода, в которую добавлены соль или спирт. Наличие центров кристаллизации (пыль, бактерии) ускоряет процесс замерзания воды. *Вопрос:* Иногда тротуары посыпают солью, и от этого снег на тротуаре истаивает. Почему? *Вопрос: Во всех частях альпийских растений сахара накапливается больше, чем у таких же растений, находившихся в нижележащих зонах. С чем это связано?*

График плавления аморфного вещества. У кристаллических тел связи между всеми молекулами одинаковы, поэтому они начинают разрываться только при определенной температуре. Особенность аморфного тела заключается в том, что, когда оно остывает, атомам не хватает времени, чтобы занять строго определенные места (как в лотке для яиц) и образовать регулярную структуру. Аморфные тела не имеют определенной температуры плавления, поскольку разные молекулы удерживаются силами разной величины.

В 2005 г. «АнтиНобелевская» премия была присуждена ученым австралийского Университета Квинсленда, которые выяснили, что застывший деготь капает через воронку со скоростью одна капля каждые 9 лет. Исследования велись почти 80 лет.

IV. *Вопросы:*

1. Какие металлы можно расплавить в алюминиевой чашке?
2. Расплавится ли нафталин, брошенный в кипящую воду?
3. Что произойдет со свинцом, если его бросить в жидкое олово при температуре плавления?

4. При какой температуре плавится асфальт?
5. Почему при застывании парафина в центре стаканчика образуется ямка?
6. Почему перед началом хоккейного матча судья всегда достает шайбу из холодильника?
7. Почему в предохранительных пробках используют свинцовые проволочки, а в электрических лампочках – спираль из вольфрама, в наружных термометрах спирт, а не ртуть?
8. Объясни осетинскую пословицу: «Золото в огне не плавится».
9. Зачем дворники, щедро посыпая солью обледеневшие тротуары?
10. В чем заключаются физические принципы выветривания и разрушения твердых горных пород?
11. Может ли песок быть жидким? Стекло - вещество аморфное - твёрдый раствор.
12. Почему трещат и разрушаются кристаллики соли на раскаленной плите?
13. Почему снег хрустит под ногами?
14. Можно ли заморозить воду расплавленным металлом?

V. §§ 13-15. Упр. 9, № 1.

1. Изменится ли температура воды и как, если в ней растворить поваренную соль? Проверить и объяснить данное явление.
2. Постройте примерный график плавления и отвердевания алюминия.
3. Чугун плавится при более низкой температуре, чем железо. Почему?
4. Построить график охлаждения жидкого парафина (нафталина).
5. Если на брусок изо льда подвесить на петле из медной проволоки груз, то спустя некоторое время петля "перережет" брусок. Почему?
6. Изучите с помощью лупы и зарисуйте снежинки, а для того, чтобы они не растаяли, поймайте их на кусок черной ткани, предварительно охлажденной в холодильнике.
7. Капля соленой воды, высыхая на гладкой поверхности, образует систему колец. Исследуйте и объясните это явление.
8. Вырастите кристаллы сахара, медного купороса, квасцов.
9. Изготовьте модели кристаллов.
10. Выясните, когда и почему «растут» сосульки.
11. Изготовьте охладительную смесь, состоящую из одной весовой части соли и трех весовых частей снега. Заморозьте воду в пробирке с помощью охладительной смеси.
12. Вырастить кристалл (ЮТ №8, 2008 г).
13. Придумайте танец частиц в нагреваемом (охлаждаемом) кристаллическом веществе.
14. Для того чтобы согнуть тонкую трубку без складок, ее заполняют водой и выставляют на мороз. Когда вода замерзнет, трубку можно гнуть как угодно – складок не будет! Почему?

При твердом состоянии движение происходит таким образом, что молекулы движутся около известных положений равновесия, … это движение можно было бы охарактеризовать как колебательное.

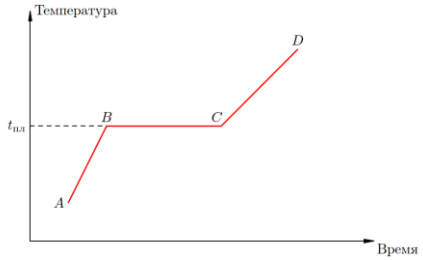
Рудольф Клаузиус

Урок 17/17

УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТА ПЛАВЛЕНИЯ

Бетон не высыхает, а на самом деле, он застывает!

ЦЕЛЬ УРОКА: Развить понятие "количество теплоты". Научить учеников измерять изменение внутренней энергии тела при плавлении и кристаллизации.
ТИП УРОКА: комбинированный.
ОБОРУДОВАНИЕ: два химических стакана разного диаметра, электроплитка, гипосульфит, галлий, термометр электрический.
ПЛАН УРОКА:



1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом

II. *Опрос фундаментальный:* 1. Агрегатные состояния вещества. 2. График плавления и кристаллизации твердого тела.
Вопросы:

1. Температура меди 1083,1^{0}С. В каком состоянии она находится?
2. Мы не растекаемся на диване или стуле, хотя на 70% состоим из воды. Мы – твердое тело?
3. При спаивании стальных деталей иногда пользуются медным припоем. Почему нельзя спаивать медные детали стальным припоем?
4. В чем причина постоянства температуры при плавлении кристаллических тел?
5. Почему лед, полученный из кипяченой воды прозрачен, а из не кипяченой воды – нет?
6. Какие свойства аморфных тел сближают их с жидкостями. В чем различаются свойства кристаллических и аморфных тел?
7. Почему лед не сразу начинает таять, если его внести с мороза в натопленную комнату?
8. Почему нельзя пользоваться паяльником малой мощности при пайке массивных деталей?
9. Чем объяснить, что во время сильных морозов в лесу трещат деревья?
10. Объясните причину увеличения внутренней энергии тела при его переходе из твердого состояния в жидкое состояние.
11. Почему твердое олово тонет в жидком олове, а лед находится на поверхности пруда или озера?
12. Что происходит с телами при нагревании (плавлении)?
13. Не лучше ли литейную форму делать из замороженной земли?
14. "Вот морозы затрещали и сковали все пруды". Почему это так?
15. Как изменился бы наш мир, если бы температура кристаллизации воды была 4°С?

III. Повторный анализ графика плавления на основе молекулярных представлений. На что же расходуется энергия при плавлении?

При нагревании твердого тела подводимая энергия идет на увеличение кинетической энергии его частиц, (температура увеличивается) и на увеличение потенциальной энергии (объем изменяется), а при плавлении – только на увеличение потенциальной энергии (разрушение порядка).

При плавлении алюминия объем увеличивается на 6,6%, у свинца на 3,8%.

Удельная теплота плавления и кристаллизации (λ) – количество теплоты, необходимое для полного расплавления 1 кг данного вещества при температуре плавления. *Примеры:* Таблица 4 на странице 36.

Количество теплоты, необходимое для расплавления произвольной массы кристаллического тела при температуре плавления: $\boxed{Q_{пл} = m\lambda.}$

Процесс кристаллизации на основе молекулярно-кинетических представлений. Количество теплоты, выделяющееся при кристаллизации произвольной массы вещества при температуре кристаллизации: $Q_{кр} = m\lambda.$

С помощью инфракрасной камеры можно увидеть, что при затвердевании лёд нагревается. Если материал переходит в новое состояние — жидкое, твердое или газообразное, то в ходе процесса этот материал выделяет или, наоборот, поглощает некоторое количество тепловой энергии. Измерение количества теплоты, выделяющейся при кристаллизации (демонстрация). Вещества с большой удельной теплотой кристаллизации используют в тепловых аккумуляторах (пример с теплым бельем).

Заморозив 1 кг воды можно получить 340 кДж тепла! Можно ли это явление использовать в быту? Например, если объём лоджии 20 м^3, то заморозив 1 л воды можно нагреть воздух в лоджии на 10°С. Поставив же пластиковое при - 40°С, можно поднять там температуру на 20-25^{0}С (в зависимости от степени утепления лоджии). Очевидно, что извлекать тепло из воды имеет смысл при сильных морозах. Например, в Норильске, Архангельске, Якутске. Вся континентальная часть России. Где температуры на улице часто составляют -40°С и их повышение до более-менее приемлемых -10°С имело бы практический смысл.

IV. *Задачи:*

1. Сколько энергии нужно затратить, чтобы 100 г олова, находящегося при температуре 32^{0}С, довести до плавления и расплавить. Построить график нагревания и плавления.
2. В Алмазном фонде Кремля хранится золотой самородок «Лошадиная голова». Какова масса самородка, если для его полного расплавления потребовалось бы 938 кДж тепла?
3. Из копильника вагранки для отливки детали выпустили расплавленное железо массой 50 кг. Какое количество теплоты выделилось при отвердевании и охлаждении его до 39^{0}С? Построить график охлаждения.
4. В ювелирной промышленности, а также при изготовлении сувенирной продукции, для плавки цветных металлов используют плавильные печи.

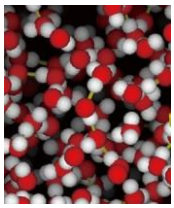
Определите сколько золота можно расплавить, если ему сообщить количество теплоты необходимое для плавления серебра массой m_1 = 268 г.

Вопросы:

1. Как и почему возникают обморожения?
2. Поздней осенью во время ледостава вблизи рек и озер теплее, чем на равнине? Почему?
3. Как изменяется внутренняя энергия тела при его плавлении, при кристаллизации?
4. Половина ледяной поверхности пруда с начала зимы была покрыта толстым слоем снега, а другая половина - расчищена для катания на коньках. На какой половине толщина льда больше?
5. Почему корабль, вмерзший в лед, испытывает при замерзании воды сжатие корпуса корабля?
6. Когда при ходьбе снег прилипает к подошве? А когда скрипит? Почему?

Снежинки под давлением ноги человека не плавятся, как при более высоких температурах, а разламываются и перемещаются. И чем ниже температура, тем сильнее скрипит снег.

7. Почему коньки хорошо скользят по льду?



Разгадка скользкости льда кроется в структуре самой его поверхности, где молекулы воды значительно подвижнее, потому что слабее связаны с окружающими молекулами. Под движущимся коньком эти молекулы легко перемещаются, что и снижает трение. При температурах ниже -100 градусов этот слой исчезает, и двигаться по льду можно без излишней осторожности, ведь проскальзывать обувь или любой другой объект, не будет.

8. Почему бутылка с ледяной водой (со льдом) какое-то время сохраняет температуру 0^0С даже в жаркую погоду?
9. Во время конькобежных соревнований, проходящих при сильном морозе, для лучшего восстановления гладкости льда на беговых дорожках лед поливают горячей водой. Почему менее пригодна в этом случае холодная вода?
10. Весной по утрам на растениях появляется иней. Как он влияет на их температуру?

V. § 16. Упр. 9, № 2-4.

1. Показать, что давление влияет на температуру таяния льда (опыт с куском льда и нагруженной медной проволокой).
2. Почему конькобежец, чтобы остановиться, ставит коньки под углом друг к другу?
3. Почему нижняя поверхность льда в реке зимой не тает, хотя и соприкасается с водой?
4. Дайте рекламу (спойте гимн) воде.
5. Как разглядеть картину, «написанную» насыщенным раствором соли в качестве краски.
6. Определить удельную теплоту плавления льда.
7. Получите переохлажденную воду. На сколько градусов ниже 0^0С вам удалось ее охладить?
8. Определите удельную теплоту кристаллизации парафина и температуру кристаллизации.
9. Как измеряют температуру в плавильных печах?
10. Почему плотность при плавлении у большинства веществ уменьшается? А у каких нет?

Мыслящий ум не чувствует себя счастливым, пока ему не удается связать воедино разрозненные факты, им наблюдаемые.

Д. Хевеши

*Урок 18/**18***

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

Что первично - идет снег, потому что потеплело или потеплело, потому что идет снег?

ЦЕЛЬ УРОКА: Научить учеников производить расчет количества теплоты, необходимой для плавления тела, или выделяющейся при его кристаллизации.

ТИП УРОКА: решение задач.

ОБОРУДОВАНИЕ: микрокалькулятор, справочник.

ПЛАН УРОКА:

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Решение задач
4. Задание на дом

II. *Опрос фундаментальный:* 1. Объяснение плавления и кристаллизации на основе молекулярных представлений. 2. Удельная теплота плавления.

Задачи:

1. В морозильную камеру холодильника поместили формочку с водой объемом 0,5 л при температуре 15^0С. Какое количество теплоты необходимо отвести, чтобы получить лед при температуре -5^0С? Построить график охлаждения.
2. Кусок льда массой 2 кг при температуре -20^0С нагрели, сообщив ему 10^6 Дж теплоты. Определите температуру вещества после нагревания. Построить график нагревания. 28^0С
3. До какой температуры нагреется 1 кг воды, взятой при 10^0С, если в нее налили 1,5 кг расплавленного свинца при температуре плавления? Построить графики охлаждения и нагревания. $31{,}3^0$С

Вопросы:

1. Почему быстрые реки еще не замерзают на морозе в несколько градусов?
2. Если в сосуд с водой при температуре 0^0С опустить кусок льда при 0^0С, то будет ли таять лед? При температуре 0^0С вода может быть либо жидкостью, либо твердым телом – льдом.
3. Во время ледохода вблизи реки холоднее, чем вдали от нее. Почему?
4. Почему не бывает жареного льда?
5. Говорят, что лед обладает «запасом холода». Как объяснить это просторечное утверждение?
6. Когда начинаются морозы, влажная почва, в том числе и в горах, промерзает вглубь меньше, чем сухая. Почему?
7. Почему вода медленно нагревается и еще медленнее замерзает?
8. Почему маленький паяльник не годится для лужения кастрюль?

III. *Задачи:*

1. В воду массой 1,5 кг положили лед, температура которого 0^0С. Начальная температура воды 30^0С. Сколько нужно взять льда, чтобы он весь растаял? Построить график охлаждения и плавления. 0,5 кг
2. При изготовлении льда в домашнем холодильнике потребовалось 5 мин для того, чтобы охладить воду от 4 до 0^0С, и еще 1 ч 40 мин для того, чтобы она превратилась в лед, температура которого 0°С. Чему равна удельная теплота кристаллизации льда? 336 кДж/кг
3. Снежок, летящий со скоростью 20 м/с, попадает в стену при температуре 0°С. Какая его часть растает, если вся теряемая кинетическая энергия передается снегу?

IV. §§ 14-16. Упр. 9 № 4-5. Задачи для повторения № 18, 19.

1. Капля воды, замёрзшая на холодной подложке, на макушке приобретает заострённую коническую форму. Так ли это и почему?

Наша способность выучить то, что нам может встретиться завтра, важнее того, что мы знаем сегодня.
Ж. Сименс

Урок

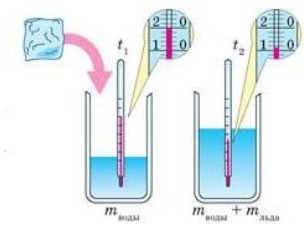
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА: «ИЗМЕРЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОТЫ ПЛАВЛЕНИЯ ЛЬДА».

Что мешает кубикам льда в стакане с тёплой газировкой взять и тут же растворяться?

ЦЕЛЬ УРОКА: Измерить удельную теплоту плавления льда и установить фактуры, повлиявшие на точность ее измерения.

ТИП УРОКА: лабораторная работа.

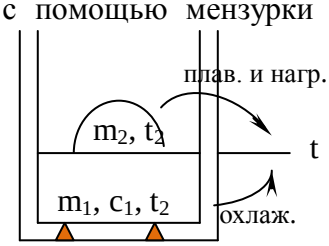
ОБОРУДОВАНИЕ: калориметр, термометр лабораторный, мензурка, сосуд с горячей водой, кусок льда.



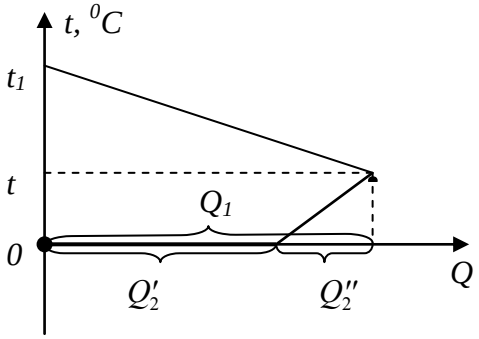
ПЛАН УРОКА:

1. Вступительная часть
2. Вводный инструктаж
3. Выполнение работы
4. Задание на дом

II. Для измерения удельной теплоты плавления льда нальем с помощью мензурки во внутренний стакан калориметра 100-120 г горячей воды и измерим ее температуру t_1. После этого быстро опустим в воду кусок льда, находящегося при температуре плавления $t_2 = 0^oC$, и быстро перемешаем содержимое калориметра. Измерим температуру t, установившуюся в калориметре. Количество теплоты, которое пошло на плавление льда и нагревание полученной из него воды может быть определено по формуле: $Q = Q_2' + Q_2'' = m_2\lambda + m_2 c_1 (t - t_2)$. Количество теплоты, которое отдала горячая вода $Q_1 = m_1c_1(t_1-t)$. Массу льда m_2 измерим вновь перелив содержимое калориметра в мензурку.



Поскольку $Q_1 = Q_2$, то $\lambda = \dfrac{m_1 c_1 (t_1 - t) - m_2 c_1 (t - t_2)}{m_2}$.



- **Измерение удельной теплоты плавления льда.**
- **Построение в масштабе графиков процесса.**

- **Выводы.**

III. Выполнение работы:

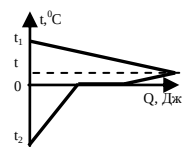
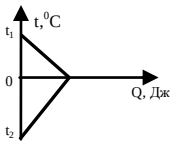
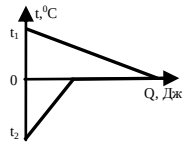
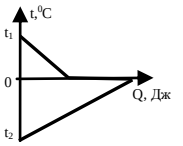
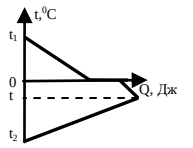
№ п/п	m_1, кг	t_1, ^oC	m_2, кг	t_2,^oC	t,^oC	λ, Дж/кг

Объясните, почему полученное значение удельной теплоты плавления льда не совпадает с ее справочным значением.

IV. Предложите другие способы измерения удельной теплоты плавления льда.

Задача. В калориметре находится 2 кг воды при температуре 5^0C. Туда опускают кусок льда массой 5 кг при температуре -40^0C. Какая температура установится в состоянии теплового равновесия? Сколько льда будет в калориметре?

В общем виде задачу решить нельзя, поскольку неизвестно конечное агрегатное состояние системы. Поэтому обсудим каждую из пяти возможностей, используя для наглядности график зависимости температуры тел от количества теплоты, отданной или полученной ими. Предварительная оценка: Количество теплоты, которое могла бы выделить вода при остывании до 0^0C: $Q_1 = m_1c_1(t_1-0) = 42000$ *Дж.* **Количество теплоты, требуемое для нагревания льда $Q_2 = m_2c_2(0-t_2) = 420000$ *Дж.*** Может быть, вода сможет нагреть лед до 0^0C, если кристаллизуется при 0^0C? $Q_3 = \lambda m_2 = 668000$ *Дж*. Да! $Q_1 + Q_2 = 710000$ Дж. Реализуется четвертая возможность (частичная кристаллизация). Тогда t = 0 и дальше задача решается легко.

График	Обсуждение
	Лед нагревается до 0^0C, плавится, и полученная из него вода нагревается до установленной температуры t; первое тело (вода) остывает.
	Вода остынет до 0^oC, лед нагреется до 0^0C, и процесс теплообмена прекращается.
	Лед нагревается до 0^0C и весь или частично плавится; первоначально находившаяся в сосуде вода остывает до 0°C.
	Лед нагреется до 0^0C, вода остынет до 0^0C и частично или полностью замерзнет.
	Вода остынет до 0^0C, кристаллизуется, и лед остывает до температуры *t*, находившийся в сосуде лед нагревается до температуры *t*.

Дополнительная информация: Металл можно закалить, нагревая его до высоких температур, а затем быстро охлаждая. В результате этого процесса в металле образуется больше кристаллов, а значит, больше границ. Чем больше границ кристаллов, тем твёрже металл. Металл можно отжечь, нагревая его до высоких температур, но охлаждая очень медленно. При этом образуются очень большие кристаллы. Границ становится меньше, и металл делается мягче.

Дополнительные задачи:

1. В чашке находится 500 г льда при 0^0C. В чашку вливают 200 г воды, нагретой до 80^0C. Что и в каком количестве будет находиться в чашке?
2. В калориметр с водой массой 1 кг опустили мокрый снег. Масса снега 250 г, начальная температура воды 20^0C. После плавления снега температура воды в калориметре стала равной 5^0C. Сколько воды содержалось в снегу?
3. В сосуде с водой, имеющей температуру 0°C, плавает кусок льда массой $m_л$ = 100 г, в который вмерзла дробинка массой $m_д$ = 5 г. Какое минимальное количество теплоты Q нужно сообщить воде, чтобы кусок льда с дробинкой начал тонуть? Плотность воды $\rho_в$ = 1 г/см^3, плотность льда $\rho_л$ = 0,9 г/см^3, удельная теплота плавления льда λ = 340 Дж/г. Объемом дробинки по

сравнению с объемом льда можно пренебречь.

IV.

1. Как быстро сделать лед?
2. Определить на опыте, имея мензурку, термометр и калориметр с горячей водой, начальную температуру льда, принесенного с мороза.
3. Почему хвойные не сбрасывают иголки на зиму?
4. В современных домах делают два слоя крыши с воздушным зазором между ними. Зачем?
5. Как образуются ледяные сосульки? *Загадка: Что днём растёт в длину, а вечером в толщину?*
6. Почему Арктика тает быстрее Антарктики?
7. Построить примерный график охлаждения воды. Какова примерная форма графика для переохлажденной воды? Что произойдет, если бросить в переохлажденную воду затравку? Отразите этот процесс на графике. Проявления этого процесса в природе: гололед, обледенение самолетов.
8. «Замерзший» замок можно оттаять, если насыпать в него соль. Так ли это и почему?

Не то, что мните вы, природа.
Не слепок, не бездушный лик.
В ней есть душа, в ней есть свобода.
В ней есть любовь, в ней есть язык.

Ф. Тютчев

Урок 19/19

ИСПАРЕНИЕ И КОНДЕНСАЦИЯ

Почему сырые дрова горят хуже, чем сухие?

ЦЕЛЬ УРОКА: Дать представление об испарении и конденсации; установить качественно зависимость скорости испарения жидкости от ее температуры, площади свободной поверхности, рода жидкости и внешних условий.

ТИП УРОКА: комбинированный.

ОБОРУДОВАНИЕ: термометр электрический, эфир, спирт, вода, весы, стаканы с горячей и холодной водой.

ПЛАН УРОКА:

1. Вступительная часть
2. Опрос-повторение
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом

II. *Задачи:*

1. Какое количество теплоты потребуется для нагревания и плавления в железной коробке 100 г олова, если их начальная температура была 32^0С? Масса коробки 30 г.
2. В термос поместили 1 кг воды при температуре 50^0С и некоторое количество льда при температуре -20^0С. Сколько могло быть льда, если в итоге в термосе установилась температура 0^0С.
3. При перестрелке пуля попадает в снежный сугроб и застревает в нем.

Температура пули 75°С, скорость 650 м/с. Температура снега 0°С. При этом часть снега 6,5 г тает и обращается в воду с температурой 0°С. Найдите массу пули.

4. Образец индия массой m = 70 г нагревается в платиновом тигле со встроенным термоэлементом. За время t_1 = 1 мин температура поднялась от $t_1 = 20^0$С до $t_2 = 70^0$С, к концу следующего промежутка времени t_2 = 3 мин весь индий расплавился. Определить теплоемкость С тигля. Температура плавления индия $t_{пл}$ = 156,7°С, его удельная теплоемкость с = 238 Дж/(кг·^{0}С), удельная теплота плавления λ = 28350 Дж/кг. 14,7 Дж/К

Вопросы:

1. Почему лед дольше не тает, если его завернуть в мокрую газету?
2. Почему гвозди не плавятся в пламени свечи (температура пламени 1600°С)?
3. Почему в сильный холод вороны предпочитают сидеть на льду?
4. Почему весной на южной стороне крыши образуются сосульки?
5. В один из стаканов вливают 50 г воды при 0^0С, а в другой бросают 50 г льда при той же температуре. В каком из стаканов температура будет выше?
6. Почему капельки воды в облаке не замерзают, даже если температура ниже 0^0С?
7. Замечали ли вы, что, отступившись с утоптанной тропинки, можно довольно глубоко провалиться в рыхлый снег. А в начале весны, когда снег осел при таянии, тропинки иногда оказываются даже выше окружающей снежной целины. Почему?
8. Как ускорить таяние снежного сугроба?
9. Почему при снегопаде в тихую погоду, когда температура воздуха близка к 0°С, снег задерживается на ветвях деревьев?
10. Почему штукатурка на зданиях осыпается, если между кирпичной стеной и штукатуркой попадает дождевая вода?

III. Мы уже установили, что в жидкостях: $\overline{E}_K < \overline{E}_П$. В жидкости также действуют силы между соседними молекулами, поскольку молекулам сложно покинуть поверхность жидкости. Почему тогда жидкость испаряется? **Явление превращения жидкости в пар называется парообразованием.** Два способа парообразования: **испарение и кипение.**

Парообразование с поверхности жидкости называется испарением.

Испаряться могут не только жидкости, но и твердые тела (сублимация).

Примеры: испарение льда, нафталина.

Объяснение процесса испарения на основе молекулярно-кинетических представлений. Молекулы с большей энергией иногда пересекают поверхность жидкости и вырываются на свободу. Почему температура жидкости понижается при ее испарении (демонстрация)? Где это явление используется на практике? Почему тогда жидкость не замерзает?

Для того чтобы испарение жидкости происходило при постоянной температуре, к ней необходимо подводить тепло. Так, чтобы испарить 1 кг

воды при 35^0С, требуется 2,4 МДж энергии, а для испарения такой же массы эфира при той же температуре требуется в 60 раз меньше энергии. Почему? Объяснение на условном примере: $\overline{E}_к < \overline{E}_п$; 10 < 20 – вода; 10 < 12 – эфир.

Скорость испарения жидкости зависит:

- **От рода жидкости** (демонстрация испарения воды, спирта и эфира).

Вопрос: Почему для лечения бородавок используют жидкий азот?

- **От температуры жидкости** (на весах уравновесить стаканы с горячей и холодной водой). Почему с течением времени нарушается равновесие? Спирт при любой температуре куда-то всегда волшебным образом испаряется!

Вопрос: Почему повышение среднесуточной температуры воздуха в тропиках всего на 2^0С (с 25 до 27°С) приводит к росту грозовой активности в 100 раз?

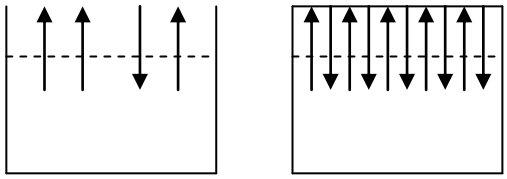
- **От площади свободной поверхности жидкости** (демонстрация).

От скорости ветра над поверхностью жидкости (демонстрация).

Для чего люди изобрели веер? А на что они со временем заменили веер?

Вопрос: Почему горячий чай пьют из блюдца, да еще дуют на него?

- **От плотности пара данной жидкости над ее поверхностью**.



Пример с жидкостью в закрытом сосуде. Как изменяется скорость испарения жидкости после того, как сосуд закрыли крышкой? Почему через некоторое время жидкость перестает испаряться? *Вопрос:* Почему после дождя не сохнет выстиранное белье? **Пар, находящийся в равновесии со своей жидкостью, называют насыщенным паром.** Давление насыщенного пара. **Давление насыщенного пара зависит только от температуры. Теплый воздух удерживает больше влаги, чем холодный!** При температуре 100^0С давление насыщенного водяного пара 760 мм.рт.ст. ≈ 101 кПа, а его плотность 598 г/м^3.

Если насыщенный водяной пар отделить от жидкости, сохранив его объем, то при понижении температуры пар будет конденсироваться на примесях и пылинках. Можно и не отделять, а быстро уменьшить температуру.

Примеры: образование тумана над полыньей зимой, иней, выпадение росы. Быстрее всего остывает воздух (а с ним и водяной пар), находящийся поблизости от земли. При определенной температуре, называемой точкой росы, пар начинает превращаться в воду (конденсироваться). Роса образуется при положительных температурах, которые не позволяют ей замерзнуть. А при отрицательной температуре водяной пар сразу переходит в твердое состояние и образуется иней.

Дополнительная информация. Формирование дождя начинается с того, что маленькие капли воды в облаках конденсируются вокруг микроскопических частиц, таких как пыль или соль, известных как ядра конденсации облаков. Если мы хотим, чтобы облако расплакалось,

у нас есть два способа. Первый способ – это посыпать облако какими-то крупными частицами. Дешевый вариант – это цемент в виде порошка, более дорогой вариант – это йодистое серебро. В результате на этих крупных частицах образуются большие капли, которые выпадают в виде дождя. И второй способ – это охлаждение облака для усиления естественной конденсации. Для этого в туче распыляют жидкий азот или сухой лед.

Процесс перехода пара в жидкость называют конденсацией (от лат. конденсаре – сгущать). Почему оконные стекла начинают замерзать снизу раньше, чем сверху? Конденсация пара сопровождается выделением энергии.

Вопрос: Почему если "дыхнуть" себе на руку, то возникает ощущение тепла?

IV. *Задача:*

1. Находившаяся в стакане вода массой 200 г полностью испарилась за 20 сут. Сколько в среднем молекул воды вылетало с ее поверхности за 1 с?
2. Гуманитарий Вася собрал 100 кг грибов. Оказалось, что их влажность 99%. Вася решил высушить грибы. В результате влажность грибов снизилась до 98 %. Помогите Васе найти массу грибов после подсушивания. Какова будет масса грибов после сушки?

Вопросы:

1. Почему мы не обжигаемся, прикасаясь смоченным водой пальцем к горячему утюгу?
2. Почему лампочка накаливания со временем темнеет?
3. Если в жаркий день приложить к щеке лист растения (огурец), то можно почувствовать прохладу. Почему?
4. Как охладить бутылку с водой, сидя в жаркую погоду в душном поезде?
5. Почему тонкая пленка крема спасает лицо от обморожения?
6. Почему белье очень медленно сохнет, если оно сложено в кучу?
7. Почему больных, чтобы облегчить их страдания, порой растирают метиловым спиртом?
8. Почему выпавшие снежинки, изначально имеющие достаточно красивую форму, через несколько дней превращаются в шарообразные крупинки?
9. Почему в жаркий день собаки высовывают язык, а птицы открывают клюв?
10. Почему видны белые конденсационные "хвосты" за высоко летящим самолетом?
11. Почему канистры лучше заливать бензином полностью (под горло)?
12. Почему вода в бутылке, плотно закрытой пробкой, не испаряется?
13. Потоком горячего воздуха легче высушить любую вещь, чем ее нагревом. Почему?
14. Что такое конденсация и что вы можете сказать про превращения энергии при конденсации?
15. Учащенное дыхание — очень эффективный способ избавления от лишнего тепла, если ваши размеры невелики. Как это понимать?

V. §§ 17-18. Упр. 10, задание 4.

1. Ополосните горячей водой стакан, после чего поставьте его вверх дном на блюдце с водой. Что произойдет через некоторое время? Объясните наблюдаемое явление.
2. Если в пустыне насыпать кучу гальки, то по ночам на ней будет конденсироваться влага и стекать потом в специально подготовленный резервуар. Почему?
3. Многие растения на зиму сбрасывают листву. Каким образом они «узнают», что пришла пора облетать листве?
4. Лунная пыль оказалась настолько сухой, насколько это вообще возможно. Почему?
5. Каким образом морские корабли оставляют следы в облаках?
6. Показать, что вследствие испарения происходит охлаждение.
7. Проведите эксперименты по выяснению зависимости скорости испарения жидкости от температуры, от площади свободной поверхности жидкости, от рода жидкости, от скорости ветра над поверхностью жидкости.
8. Ополосните бутылку холодной водой (холодильник) и положите на его горлышко монету. Почему вскоре монета начинает подпрыгивать? Как изменяется с течением времени период подпрыгиваний? Постройте график.
9. Как лучше сушить намокшую книгу – горячим воздухом или, наоборот, холодным?

В низовьях испаряется вода,
Чтоб возвратиться облаком к истокам.
М. де Унамуно

Урок 20/20

ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА

Почему нельзя сушить белье в квартире рядом с радиаторами и обогревателями?

ЦЕЛЬ УРОКА: Дать представление о влажности воздуха и познакомить учеников с методами ее измерения.

ТИП УРОКА: лекция.

ОБОРУДОВАНИЕ: психрометр, гигрометр.

ПЛАН УРОКА:

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Лекция
4. Закрепление
5. Задание на дом

II. *Вопросы:*

1. При какой температуре происходит испарение?
2. Почему алмаз не пахнет?
3. Почему на морозе с ветром нос быстрее замерзает, чем на морозе без ветра?
4. Почему в ветреную погоду температура ощущается как более низкая?
5. Почему в душевых обычно капает с потолка и с холодных труб, а трубы с горячей водой остаются сухими?
6. Какими способами можно охладить воду в бутылке, и какой, из них самый быстрый? Самый экономичный?
7. Почему одни жидкости испаряются быстрее, а другие – медленнее?
8. В условиях невесомости телам космонавтов становится очень сложно

избавиться от лишнего тепла. Почему?

9. Почему у нас на коже появляются мурашки, когда ее обдувает холодный ветер?
10. При сильных морозах люди иногда смазывают лицо жиром. Зачем они это делают?
11. Почему говорят, что если белый след тянется за самолетом через все небо, то следует ждать ухудшения погоды?

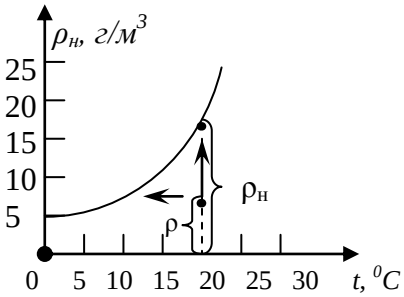
Инверсионный след, который виден в небе после пролёта самолёта, состоит из водяного пара и представляет собой частички льда. Тонкий след свидетельствует о низкой влажности воздуха и ясной погоде. При этом широкий и более длинный след является признаком приближающегося шторма.

III. Вспомните, как красиво сверкает искрящимися каплями покрытая утренней росой трава! А вы задумывались, почему роса появляется именно утром? Чем выше температура, тем больше масса водяных паров в воздухе. Они испаряются в течение дня в атмосферу. Особенно активно это происходит в жаркие дни. Ночью воздушные массы остывают, лишние водяные пары начинают оседать и к утру превращаются в капли, которые покрывают землю, камни, деревья, траву. С точки зрения науки роса – это атмосферная влага. Уникальность этого явления в том, что оно позволяет получать растениям влагу даже в засушливые дни. Теперь попробуем описать это явление количественно.

Абсолютная влажность воздуха (ρ) – плотность водяного пара в атмосфере. Измеряется в граммах на кубический метр.

Насыщен ли водяной пар в атмосфере? Мысленные эксперименты с сушкой одежды в разное время суток. Чаще всего водяной пар, содержащийся в воздухе, является ненасыщенным. Если бы водяной пар в воздухе был всегда насыщенным, то все, что находится на земной поверхности, никогда бы не высыхало. **В зависимости от температуры, времени суток и метеоусловий пар может быть насыщен, близок к насыщению или далек от него.**

График плотности насыщенного водяного пара от температуры нарисовать на доске.



Чем больше в воздухе водяных паров, тем ближе пар к состоянию насыщения. Чем выше температура воздуха, тем большее количество водяных паров требуется для его насыщения!

Допустим, что $t_1 = 20^0C$; $\rho_1 = 10$ *г/м*^{3}; $\rho_{н1} = 17{,}54$ *г/м*^{3}, $r_1 = 57\%$. Насыщен ли водяной пар (по графику)? На сколько процентов?

Относительная влажность воздуха (r) – мера насыщенности водяного пара в атмосфере, измеряемая отношением плотности водяного пара к плотности насыщенного водяного пара при данной температуре, выраженная в процентах:

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_н} 100\%.$$

Как можно увеличить относительную влажность воздуха?

1. **Испарение**. Увеличение плотности пара приводит к увеличению его упругости. Увеличение относительной влажности на примерах: $t = 20^0C$, $\rho_1 = 10$ *г/м*^{3}, $\varphi_1=57\%$; $\rho_2 = 14$ *г/м*^{3}, $\varphi_2 = 80\%$. Когда относительная влажность воздуха достигнет 100%? **Существует предельная масса воды, которую при данной температуре можно испарить в помещении!**
2. **Уменьшение объём сосуда, содержащего влажный воздух, при неизменной температуре:** $\rho = \frac{m}{V}$.
3. **Понижение температуры воздуха** (на примерах): $t_1 = 20^0C$; $\rho_1 = 10$ *г/м*^{3}; $\rho_{н1} = 17{,}54$ *г/м*^{3}, $\varphi_1 = 57\%$; $t_2 = 15°C$; $\rho_2 = 12{,}8$ *г/м*^{3}, $\varphi_2 = 78\%$.

Температура, при которой количество конденсирующихся молекул начинает превышать количество испаряющихся молекул, называется **точкой росы**, или **температурой конденсации**, а образующиеся при этом капли жидкости — **росой**.

Точка росы (t_p) – температура, при которой водяной пар в воздухе становится насыщенным. Какие параметры пара в воздухе можно рассчитать, зная точку росы (на примерах)?

Вопрос: Почему утром трава становится мокрой?

Измерение упругости водяного пара и относительной влажности воздуха с помощью **гигрометра** (демонстрация).

Первый волосной гигрометр был создан в 1783 году швейцарским геологом Горацием де Соссюром. Действие волосного гигрометра основано на том, что при увеличении относительной влажности воздуха волос удлиняется.

Психрометр. Психрометрическая таблица. Измерение влажности.

Все прекрасное так же трудно, как и редко ...
Спиноза

Дополнительная информация. Почему при высокой температуре мы чувствуем себя плохо? Индекс дискомфорта = 0,81·t + 0,01·r·(0,99·t –14,3) + 46,3. Здесь t – температура в градусах Цельсия, r – относительная влажность в процентах. Индекс дискомфорта принимает значения от 70 до 90. Если он выше 75 – довольно тепло, выше 80 – так тепло, что вызывает потоотделение, выше 85 – невыносимо жарко. Какие ещё дополнительные факторы учитывали бы вы при подсчете индекса дискомфорта?

IV. *Задачи:*

1. Температура воздуха 23^0С, относительная влажность воздуха 45%. Найти плотность водяного пара и точку росы.
2. Найти относительную влажность воздуха в комнате при 18^0С, если точка росы 10°С.
3. В 4 м^3 воздуха при температуре 16^0С находится 40 г водяного пара. Найти относительную влажность воздуха.
4. Воздух в комнате объемом 50 м^3 имеет температуру 27^0С и относительную влажность 30%. Сколько времени должен работать увлажнитель воздуха, распыляющий воду с производительностью 2 кг/ч, чтобы относительная

влажность в комнате повысилась до 70%?

5. Насыщенный водяной пар при температуре 100^0С занимает объем 20 л. Путем изотермического сжатия объем пара уменьшают до 10 л. Чему равна работа внешних сил?

Вопросы:

1. Почему запотевают очки, когда человек с мороза входит в комнату?
2. Почему роса обильно выпадает после жаркого сухого дня, особенно в конце лета?
3. Почему зимой на улице при дыхании заметно выделение пара, а летом нет? При дыхании носом пар не заметен и зимой. Почему?
4. Назовите условия возникновения тумана.
5. Почему, когда при температуре 0^0С ешь мороженое, пар изо рта начинает идти сильнее?
6. «Облако – туман в высоте». Прав ли Владимир Даль?

Туман, представляет собой очень мелкие капельки воды (если температура воздуха превышает -10°С) или взвесь мелких кристалликов льда и капелек воды (если температура воздуха ниже этой отметки).Практическое использование тумана: 1) Ультразвуковые туманы (увлажнители воздуха); 2) Камера Вильсона; 3) Виртуальные мониторы в воздухе плоская (тонкая струя тумана, прямо на которую проецируется картинка с видеопроектора). 4) Густой белый туман, стелющийся по сцене во время выступления.

7. Разность показаний сухого и влажного термометров равна 4^0С. Относительная влажность воздуха 60%. Чему равны показания сухого и влажного термометра.
8. Влажность воздуха равна 78%, а показание сухого термометра равно 12^0С. Какую температуру показывает влажный термометр?
9. Почему дождевые тучи чаще всего приходят с запада?
10. Суши зерно, пока солнце высоко (монгольская пословица). Почему?
11. Зимой, при резком потеплении, стены кирпичных домов покрываются инеем. Объясните это явление.

V. Конспект

1. Утверждают, что перед дождем вода в реке делается теплее, потому что уменьшается скорость испарения воды из-за высокой влажности. Как проверить справедливость этой гипотезы?
2. Как можно доказать, что вода в открытом сосуде превращается в пар, а не исчезает?
3. Определите, сколько воды в воздухе вашей комнаты? Приборы: линейка, термометр, психрометр.
4. Алмаз имеет очень маленькую теплоемкость по сравнению со стеклом. Поэтому, если подышать на него, то он почти не запотевает. Почему? Как еще можно отличить бриллиант от стекла?
5. Можно ли мыльные пузыри годами хранить под стеклянным колпаком? Почему?
6. Можно ли разогнать облака, распыляя в них йодид серебра или разбрасывая кристаллы

«сухого льда»?

7. Цветок в горшке стоит на подоконнике. Цветок полили водой и накрыли стеклянной банкой. Когда показалось Солнце, на внутренней поверхности банки появилась роса. Почему?
8. Почему эффективность косвенно-испарительных охладителей зависит от влажности воздуха?
9. Какова масса облака?
10. Измерив вечером в 21 ч температуру воздуха и его относительную влажность, по таблице можно определить температуру утром. Так ли это?

Влажность воздуха, φ	Температура воздуха											
	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°
30%												
40%									-5	-4	-3	-2
50%					-5	-5	-4	-3	-2	-1	0	0
60%			-5	-4	-3	-2	-1	0	0	2	3	4
70%	-5	-4	-3	-2	0	0	1	2	3	4	5	6
80%	-3	-2	-1	0	0	2	3	4	5	6	7	8
90%	-2	0	0	2	3	4	5	6	6			

Во все века жила, затаена,
Надежда – вскрыть все таинства природы.
В.Я. Брюсов

Урок 21/21 КИПЕНИЕ. УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТА ПАРООБРАЗОВАНИЯ.

Как вызвать кипение воды при 23^0С? На высоте 19200 м над уровнем моря, кровь начинает кипеть внутри человеческого тела, такая высота называется: «Предел Армстронга».

ЦЕЛЬ УРОКА: Дать представление о процессе кипения. Научить учеников рассчитывать количество теплоты при парообразовании и конденсации.

ТИП УРОКА: комбинированный.

ОБОРУДОВАНИЕ: стакан от калориметра с водой, электроплитка, термометр электрический, часы, насос вакуумный, колба с горячей водой.

ПЛАН УРОКА:

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом

II. *Опрос фундаментальный:* 1. Испарение. 2. Поглощение энергии при испарении жидкости и выделение ее при конденсации пара.

Задачи:

1. В каждом кубическом метре воздуха вечером при температуре 18^0С содержалось 8,2 г водяных паров. Выпала ли роса ночью, когда температура воздуха понизилась до 12^0С? Плотность насыщенного водяного пара при 18^0С равна 15,3 г/м^3, при 12^0С – 10,6 г/м^3. Локальное достижение 100% влажности.

2. Температура воздуха 20°С, относительная влажность 60%. При какой температуре выпадет роса?

Вопросы:

1. Почему вода закипает скорее, если кастрюля накрыта крышкой?
2. Почему дождь охлаждает воздух? Почему фонтаны умеряют жару?
3. В чайнике кипит вода, и мы видим выходящий из носика водяной пар. Так ли это?
4. Зачем врач, перед тем как осмотреть горло больного, подогревает зеркальце до 37^0С?
5. Почему на ощупь легко отличить мокрую тряпку от сухой и трудно отличить сухую от промасленной тряпки?
6. Почему вечером роса теплее, чем утром?
7. Почему в зимнее время стекла в автомобиле запотевают, если в салоне находится много людей?

Посоветуйте водителю, что ему нужно сделать, чтобы окна не запотевали.

8. Вы находитесь в жарко натопленной бане, а за окном – мороз. Куда повалит пар, если вы откроете дверь?
9. Погружаем пустую закрытую банку в снег. Через несколько минут она запотевает изнутри. Почему?
10. Почему у человека в морозный день ресницы и волосы покрываются инеем?
11. Можно ли пользоваться психрометром зимой на улице?
12. Почему за самолетом часто возникает видимый след?
13. На рассвете туман опускается, прежде всего, на то место, где есть источники воды. Почему?
14. Докажите, что ветряные двигатели работают за счет энергии солнечных лучей.
15. Бывает, что лобовое стекло в автомобиле запотевает. Каким воздухом надо обдувать стекло, чтобы оно оттаяло – горячим или холодным?
16. Почему в большинстве японских отелей в ванной комнате установлены зеркала с подогревом?
17. Когда Альбион стал «туманным»?
18. В сырую погоду дым от разрывов снарядов и дымовых гранат стелется над поверхностью Земли. Почему?
19. Почему в лиственном лесу в жарких странах бывает прохладнее, чем в хвойном лесу?
20. Почему при высокой влажности воздуха насекомые летают ниже?
21. У слона в коже нет ни одной потовой железы. Как же он не перегревается на Солнце?

III. Второй способ испарения жидкости – **кипение.** Демонстрация процесса кипения и построение графика зависимости температуры нагреваемой жидкости от времени. Объяснение процесса кипения на основе молекулярно-кинетических представлений. Нагревание воды приводит к выделению растворенного в ней воздуха на стенках и в объеме жидкости, что ведет к образованию пузырьков и заполнению их паром. Если давление пара в пузырьке: $p = p_o + \rho gh + p_л$, то пузырек растет и в какой-то момент (в какой?) начинает подниматься вверх. Если жидкость не прогрелась, то пузырьки при подъеме захлопываются («микробы пищат»). Скорость схлопывания пузырьков на финальном участке составляет порядка 1 - 1,5 км/с. Возникающие при этом колебания приводят к появлению во всем объеме жидкости огромного количества мелких пузырьков («белый ключ»). Как только жидкость прогрелась и у поверхности $p \geq p_o$, то пузырьки вскрываются, освобождая находящийся в них пар. **Кипение – парообразование по всему объему жидкости.** При кипячении из воды выходит весь газ.

В отличие от испарения, кипение может происходить лишь при определённой температуре и давлении. **Температура, при которой жидкость кипит, называется температурой кипения ($t_{кп}$).**

Должна ли зависеть температура кипения воды от внешнего давления (демонстрация)? *Примеры:* На вершине Казбека (5043 м) вода кипит при температуре 83^0С, на высоте 16 км вода кипит при 18^0С, в автоклавах при температуре 120^0С, в паровых котлах при еще более высокой температуре.

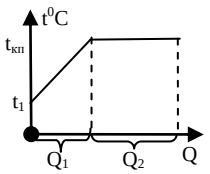
На высоте в 19 километров мы сталкиваемся с явлением, известным как Линия Армстронга. Именно начиная с этой высоты человек должен быть в скафандре, так как из-за низкого давления вода кипит при температуре тела, и ваша кровь просто закипела бы.

Когда кипяток не такой уж и горячий?

Изменение атмосферного давления на 20 мм.рт.ст. соответствует изменению температуры кипения на 0,7°С.

Как можно управлять кипением (изменение внешнего давления, растворение соли в воде)? Демонстрация различия температур кипения разных жидкостей: если пробирку со спиртом опустить в сосуд с горячей водой, то спирт закипает? Табл. 5 на стр. 42. *Пример:* Разделение жидкостей по их температурам кипения (ратификационная колонна), получение дистиллированной воды.

Удельная теплота парообразования и конденсации (r) – количество теплоты, необходимое для превращения 1 кг жидкости в пар при температуре кипения. Табл. 6 на стр. 44**.** Почему теплота парообразования воды много больше ее теплоты плавления?



Количество теплоты, необходимое для испарения данной массы

$$Q_{пар} = mr.$$

жидкости при температуре кипения:

Демонстрация: Носовой платок смочить водой, не говоря об этом ученикам, облить спиртом и поджечь. Через некоторое время пламя тухнет. Почему платок остается целым?

При **конденсации** пара, затраченная на его образование теплота, выделяется. Демонстрация нагревания воды при конденсации пара: $Q_{кон} = mr$.

Примеры: облака, туман, запотевание очков, иней на стеклах. В облаках преобладают кристаллы льда, и вода в жидком виде! *Вопрос:* Почему теплый влажный воздух может подниматься на высоту до 15 км (кучево-дождевые облака)? Если теплый влажный воздух поднимается над наступающим холодным фронтом, влага конденсируется в облака, а затем снова выпадает на землю в качестве дождя.

Вопрос: Чему равна удельная теплота парообразования воды, например, при 20^oC? $m \cdot r^1 = m \cdot c\ (t_{кп} - t) + m \cdot r$, $r' = c\ (t_{кп} - t) + r$?

Дополнительная информация (тропосфера): Весь климат, вся погода, а также явления, связанные с глобальным потеплением, происходят в тропосфере, которая толще всего у экватора (16-17 км), а тоньше всего у полюсов. В тропосфере сосредоточено примерно 9/10 всей массы атмосферы, накапливаются парниковые газы, образуются циклоны и происходит циркуляция воздуха. Границей между тропосферой и стратосферой является тропопауза, расположенная на высоте 8-10 километров. Температура атмосферы, составляющая на уровне моря в среднем 15^0C, плавно понижается с высотой и достигает первого минимума - 65^0C именно в районе тропопаузы. Озоновый слой, защищающий поверхность Земли от губительного ультрафиолетового излучения, расположен значительно выше тропосферы, на высоте 22-25 километров. Между тропосферой и озоновым слоем находится еще один важный слой, называемый «холодная ловушка». Это именно тот слой, в котором температура тропосферы достигает минимума. Поэтому в области холодной ловушки водяной пар конденсируется, превращается в облака и возвращается в круговорот воды, а выше почти не попадает. Те молекулы воды, которые проникают выше тропопаузы и выше озонового слоя, подвергаются фотолизу. Ионизирующее излучение расщепляет молекулу воды на кислород и водород, после чего водород улетучивается в космос. Именно таким образом планета земного типа может потерять всю воду и превратиться в аналог Венеры.

Дополнительная информация: Газы (воздух) растворяются в жидкости (рыбы в аквариуме). Растворимость зависит от внешнего давления (пример с минеральной водой). Свинье заменили кровь физиологическим раствором в барокамере при давлении 3,5 атм и она жила (раствор насыщался кислородом). А нельзя ли проводить операции в барокамере? Кровь при этом будет хорошо насыщаться кислородом. Интересная физика обнаруживается, даже когда хрустят пальцами. Закон Генри (1081 г), названный так в честь британского химика Уильяма Генри, утверждает, что количество газа, растворенного в жидкости, прямо пропорционально его давлению над раствором. Когда мы разгибаем сустав, давление в суставной сумке падает. Что происходит дальше? Шампанское, как и любое другое игристое вино, насыщено углекислым газом - его в бутылке объемом 0,75 л содержится 5 литров. По этой причине давление внутри бутылки шампанского составляет 5–6 атмосфер. При повышении температуры растворимость газа резко падает. К чему это приводит?

Азотное отравление или глубинная болезнь — наркотическое действие азота на центральную нервную систему. При высоком парциальном давлении, количество растворенного азота в организме резко возрастает, и он становится токсичным, оказывая опьяняющее и снотворное действие, подобно алкоголю или эфиру. Как предотвратить глубинную болезнь? Атмосферное давление падает примерно на 100 гектопаскалей на каждую 1000 метров набора высоты. Даже если вы ныряете не очень глубоко, но если сразу же после выхода из воды летите на самолёте или поднимаетесь в гору, также есть риск получить

декомпрессионную болезнь (азотное отравление).

1. Если быстро открыть теплую бутылку с газированной водой, предварительно взболтав ее, то вода может оказаться на вашей одежде. Почему?
2. В стакане водопроводной воды, внесенном в теплую комнату, появляются пузырьки. Объясните это явление.
3. Попутный газ метан при добыче нефти с глубины более 2 км (давление более 400 атм) выделяется из нефти и его сжигают. Объясните явление.
4. Почему не рекомендуется поливать растения кипяченой водой?

IV. *Вопросы:*

1. Почему никогда не подгорают манты?
2. Как объяснить способность некоторых людей ходить по горячим углям?
3. Почему роса вечером бывает теплее, чем утром?
4. Можно ли с помощью электроплитки и термометра (часов) определить, в какой емкости находится соленая вода, а в какой – пресная вода?
5. Почему коньки хорошо скользят по льду?

При небольших положительных или отрицательных температурах на поверхности льда присутствует тонкая плёнка воды, через которую идёт передача теплового потока от кристаллизации льда и конденсации водяного пара. При сильно отрицательных температурах даже чистая поверхность речного льда перестаёт быть скользкой. Почему?

6. Почему кипящее масло обжигает сильнее, чем кипящая вода?
7. Откуда берется энергия, поддерживающая кипение воды в чайнике в течение нескольких секунд после снятия чайника с газовой плиты?
8. Можно ли довести воду до кипения, подогревая ее стоградусным паром при нормальном атмосферном давлении?
9. Будет ли кипеть вода в невесомости?
10. Закрытую с одного конца стеклянную трубку заполняют водой, переворачивают и опускают открытым концом в кастрюлю с водой. Как изменится уровень воды в трубке, если вода закипит?
11. Почему мелкие пузырьки на нагревательном элементе чайника серьезно затрудняют перенос тепловой энергии в жидкость?
12. Можно ли получить золотой пар?
13. Перспективной считается схема, при которой паровые мини-турбины совмещаются с солнечным опреснителем морской воды. Что это за схема?
14. В один стакан налили водопроводную воду, а в другой - воду кипяченую и дали им отстояться. Как по их виду определить, где какая вода?
15. Почему температура кипения бензина в справочных таблицах указана в интервале от и до?
16. Если открыть бутылку с газированной водой, которую вы охлаждали в морозильнике, и часть ее успела превратиться в лед, то вас обольет струями газировки. Почему?

17. Почему в северных морях рыбы больше, чем в южных морях?
18. Почему зимой становится теплее, когда идет снег?
19. Вы знаете, что около 65% человеческого тела составляет вода. На высоте 16 500 м над уровнем моря вода, содержащаяся в человеческом теле, закипает, а кожа лопается подобно оболочке воздушного шара. Какова причина такого явления?

Задачи:

1. Какое требуется количество теплоты для превращения 0,5 кг воды, температура которой 20°С, в пар при температуре 100°С? Построить график процесса.
2. Среднее атмосферное давление в Москве составляет 746 мм.рт.ст. Какова средняя температура кипения воды в столице России?
3. Вода нагревалась электрическим нагревателем от 20°С до кипения 12 мин. В течение, какого времени вся вода превратилась бы в пар, если бы нагреватель забыли выключить?
4. Из сосуда с небольшим количеством воды при 0^0С откачивают воздух. При этом испаряется 6,6 г воды, а оставшаяся часть замерзает. Найдите массу образовавшегося льда.
5. 1 градус шкалы Фаренгейта определяется как одна сотая часть температурного интервала от – $17{,}8^0$С до $37{,}8^0$С. При какой температуре по шкале Фаренгейта кипит вода при нормальном атмосферном давлении?

V. §§ 19-20. Упр. 11, № 1-3.

1. Попытайтесь вскипятить воду в бумажном стаканчике.
2. Иногда из водопроводного крана вода вытекает белая, будто молоко. Почему?
3. Какой воздух богаче кислородом – тот, которым дышим мы, или тот, которым дышат рыбы?
4. Как на опыте определить процентное содержание соли в морской воде (по массе), пользуясь чувствительными весами?
5. Почему водолазов очень медленно опускают на большую глубину и так же медленно поднимают?
6. Почему горящее масло не стоит тушить водой?
7. Где большая вероятность возникновения утренних весенних заморозков – на возвышенности или в долине?
8. Определите удельную теплоту парообразования воды.
9. Возьмите обычную кастрюлю и, налив туда немного воды (3-4 см по высоте), опустите в нее пустой стакан, донышком кверху. Поставьте кастрюлю на плитку, доведите воду до кипения и дайте ей покипеть минут пять. Опишите ваши последующие наблюдения и объясните их.
10. Предложите конструкцию «чайник туриста», который бы при закипании автоматически покидал зону нагрева.
11. Полностью дегазированная вода (несколько раз прокипяченная) стирает белье, без каких-либо порошков, отстирывает даже жирные пятна. Убедитесь в этом и объясните явление.
12. Если в прозрачный целлофановый пакет налить 50-100 г воды, плотно завязать его узлом и поставить на 10 мин в микроволновку, то пакет раздуется, но пара мы не увидим. Почему?

13. Когда центрального отопления и водогрейных колонок еще не было, воду для ванн нагревали на кухонной плите. В те времена однажды кухарка нагревала на плите воду в большой кастрюле, чтобы долить ее в ванну, где уже было некоторое количество воды комнатной температуры. Заметив это, дворецкий сказал ей: «Ты что, не понимаешь, что, чем дольше ты греешь воду на плите, тем холоднее окажется вода в ванне, когда ты вольешь туда нагретую воду?» Он был прав. Почему?
14. Как налить колу без пены?
15. Исследуйте, можно ли нагреть сосуд до температуры, превышающий температуру кипения воды?

Природа окружает нас загадками, и попытка их решения принадлежит к великим радостям жизни.
У. Рамзай

Урок 22/22

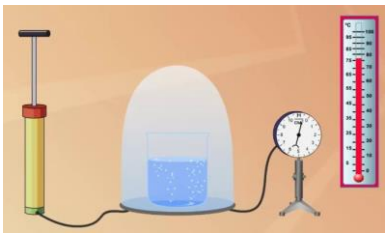
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

Можно ли на вершине Эвереста выпить хороший кофе?

ЦЕЛЬ УРОКА: Научить учащихся производить расчет количества теплоты, необходимого для испарения жидкости или выделяющегося при конденсации.

ТИП УРОКА: решение задач.

ОБОРУДОВАНИЕ: микрокалькулятор, справочник.



ПЛАН УРОКА:

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Решение задач
4. Задание на дом

II. *Опрос фундаментальный:* 1. Кипение. 2. Удельная теплота парообразования и конденсации.

Задачи:

3. Какое количество теплоты требуется, чтобы 0,02 кг льда при -20^{0}С превратить в пар при температуре 100^{0}С? Построить график.
4. 1 кг водяного пара при 100°С впускают в холодную воду, взятую в количестве 12 кг. Температура воды после конденсации в ней пара поднялась до 70^{0}С. Какова была первоначальная температура воды? Построить график.
5. Какое количество теплоты надо затратить, чтобы вскипятить 3 кг воды, взятой при температуре 20^{0}С в алюминиевой кастрюле массой 400 г, если в этом процессе 20 г воды испарилось?
6. Самый большой американский бойлер при мощности 1330 МВт дает 423200 кг пара в час. Каков КПД установки, если туда поступает вода при 20°С?
7. В растительное масло массой 500 г, нагретое до температуры 200^{0}С, наливают воду массой 0,2 кг при температуре 10^{0}С. Вода, пытаясь опуститься на дно сосуда, бурно вскипает. Найдите массу испарившейся воды, если масло не выплеснулось из сосуда, а вместе с остатками воды остыло до 80^{0}С. Удельная теплоемкость масла 1800 Дж/(кг·^{0}С).

Вопросы:

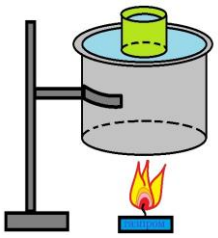
1. Для чего горцы, пасущие скот высоко в горах, при варке мяса накрывают

котлы, в которых кипит вода, крышкой и кладут на них камни?

2. Как устроены кастрюли-скороварки и почему они скоро варят?

Клапан кастрюли-скороварки срабатывает при давлении в ней 1,9 атм. При таком давлении вода кипит при 118°С.

3. Почему в горах продукты не провариваются, поэтому альпинисты иногда используют скороварки?
4. Признаками примеси воды в смазочном масле являются пузырьки, пена и треск, наблюдаемые при нагревании масла до 100-110°С. Обоснуйте такой способ проверки качества масла.



5. Почему вода гасит огонь?
6. Будет ли кипеть вода в стакане, плавающем в сосуде, в котором кипит вода? Если посолить воду в сосуде, то в стакане вода закипит. Почему?
7. Часто можно видеть, как хозяйки, желая ускорить варку, усиливают огонь под кастрюлей. Правилен ли этот прием?
8. Раскалённый металлический гвоздь опускают в стакан с водой. Что произойдёт?
9. Одинаковы ли показания термометров, один из которых помещен у поверхности кипящей жидкости, а другой – в ее глубине?
10. Может ли вещество сразу находиться в трех агрегатных состояниях?
11. Как из соленой воды сделать пресную воду?
12. Можно ли вскипятить воду льдом (демонстрация)?
13. Как с помощью термометра определить давление атмосферы?
14. Почему на улице в прохладную туманную погоду легче простудиться, чем при такой же температуре воздуха, когда тумана нет?
15. Объяснить причину постоянства температуры жидкости во время кипения.
16. Кипение происходит при постоянной температуре, а испарение – с понижением. Почему?
17. Можно ли всасывающим насосом поднять кипящую воду?
18. Вещество, которое вырывается из носика закипающего чайника на кухне, паром назвать нельзя. Почему?
19. В открытом космосе вода сразу замерзает или сначала испаряется, а затем превращается в рой крошечных льдинок?
20. Если в раковину быстро вылить кастрюлю кипятка, то из раковины будет подниматься пар, который может обжечь руки. Как сделать то же самое, но не обжечь руки?
21. Когда водяной пар конденсируется на чистой поверхности зеркала в ванной, на нем можно нарисовать картину. После испарения жидкости картина исчезает. Но если стекло запотевает, картина вновь возникает. Почему?

Есть только два способа прожить жизнь. Первый – будто чудес не существует. Второй – будто все вокруг является чудом.

Эйнштейн

III. *Задачи:*

1. В калориметр, содержащий лед массой 100 г при температуре 0^0С, впустили пар, температура которого 100^0С. Сколько воды окажется в калориметре после того, как весь лед растает?
2. Сколько очищенной воды можно получить за 1 ч с помощью дистиллятора мощностью 0,5 кВт и КПД 80%, если неочищенная вода поступает в него при 20^0С?
3. В сосуд, содержащий 2,8 кг воды при 20^oС, бросают кусок стали массой 3 кг, нагретый, до 460°С. Вода нагревается, до 60°С, а часть ее превращается в пар. Найти массу воды, обратившейся в пар.

IV. Упр. 11, № 4, 5. Задача для повторения № 23.

1. Почему происходит извержение гейзеров?
2. Какая вода замерзает раньше – горячая или холодная (эффект Мпембы)?
3. К чайнику с кипящей водой подводится ежесекундно энергия, равная 1,13 кДж. Найти скорость истечения пара из носика чайника, площадь сечения которого равна 1 $см^2$.
4. Физики посчитали, сколько пузырьков выйдет из стакана лимонада! Как?
5. В двух одинаковых чайниках, поставленных на одинаковые горелки, кипит вода. У одного из них крышка часто подпрыгивает, а у другого остается на своем месте. Почему? Почему вообще крышка подпрыгивает?
6. Бутылку облейте снаружи горячей водой и этой же воды налейте внутрь. Затем вылейте воду и на крышку бутылки оденьте соску. Опишите ваши наблюдения и объясните их.
7. Будет ли работать гидравлический пресс, если его цилиндры заполнить не жидкостью, а газом? Если газом заполнен один цилиндр, который подогревают?
8. В древнем Китае человеку насыпали горсть риса в рот и выносили обвинение. Если он был причастен к преступлению, то во рту все пересыхало, и рис оставался сухим (детектор лжи). Почему?
9. *Объясните приметы:*
   - Соль мокнет – к дождю.
   - Табак сыреет – к сырой погоде.
   - Лучина трещит и мечет искры – к ненастью.
   - Горшки легко закипают через край – к ненастью.
   - Обильная роса – к хорошей погоде.
   - Осенний иней – к сухой и солнечной погоде.

Никто не сомневается, что теплота может быть причиной движения, что она даже обладает большей двигательной силой: паровые машины, ныне столь распространенные, являются этому очевидным доказательством.

Никола Карно

Урок 23/23

ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ

1 л воды при испарении образует 1700 л пара.

ЦЕЛЬ УРОКА: Дать представление о тепловом двигателе и его КПД; познакомить учеников с устройством и принципом действия четырехтактного

двигателя внутреннего сгорания.

ТИП УРОКА: комбинированный.

ОБОРУДОВАНИЕ: Модель теплового двигателя, стеклянный медицинский шприц (20 мл), колба (100 – 150 мл), электрическая плитка, сосуд с холодной водой, модель четырехтактного карбюраторного двигателя внутреннего сгорания, прибор для демонстрации взрыва горючей смеси, пробирка с водой, спиртовка (сухое горючее).

ПЛАН УРОКА:

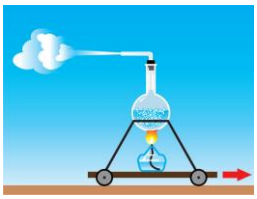
1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом

II. *Задачи:*

1. Алюминиевый чайник массой 400 г, в котором находится 2 кг воды при 10^0С, помещают на газовую горелку с КПД 40%. Какова мощность горелки, если через 10 мин вода закипела, причем 20 г воды выкипело?
2. С какой минимальной скоростью влетает железное метеорное тело в атмосферу Земли, если при этом оно испаряется? Испарение метеорного тела происходит достаточно быстро. Его начальная температура -269^0; температура плавления железа 1535^0С; температура кипения железа 3050^0С. Удельная теплота испарения железа 6300 кДж/кг.
3. В колбе находилась, вода при t = 0°С. Откачивая из колбы воздух и водяные пары, всю воду заморозили. Какая часть воды испарилась, если притока тепла извне не было?
4. В оставленном над костром котелке кипит вода. Масса воды в котелке убывает со скоростью 1,6 г/мин. Пошел сильный дождь, при этом масса воды в другом таком же котелке, стоящим в стороне от костра, начала увеличиваться со скоростью 1 г/мин. С какой скоростью начала увеличиваться или уменьшатся масса воды в котелке над костром? Температура дождевых капель равна температуре воздуха 20^0С.
5. Масса воды в чашке 200 г, площадь поверхности воды 30 см^2, ее температура 100^oС. Считая, что весь поднимающийся над чашкой пар имеет температуру 100^oС и плотность 0,58 кг/м^3, оцените скорость остывания чашки с водой. Скорость подъема пара 0,05 м/с.
6. Имеется бассейн с водой объемом 10 м^3 при температуре 25 ^{0}С. В него выливают дробь, состоящую из капелек расплавленного свинца, общей массой 1 кг и температурой 500^0С. Оцените массу испарившейся воды.

Вопросы:

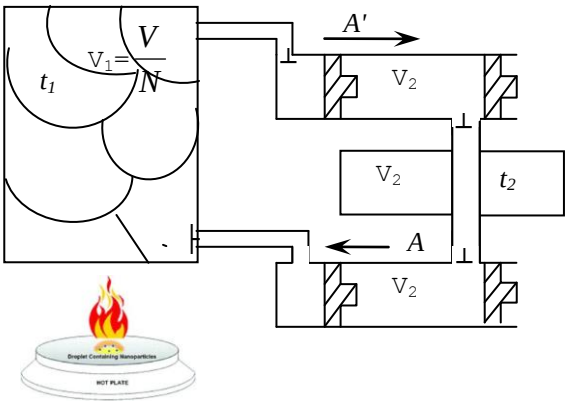
1. Почему пар обжигает сильнее воды той же температуры?
2. Почему гаснет свеча в сильной струе воздуха?
3. Почему в вагонах трамвая иней образуется главным образом на стеклах и на различных металлических частях?
4. Как ускорить закипание воды в чайнике?
5. Большой сосуд с кипяченой водой, в котором плавает стакан с сырой водой, ставят на нагреватель. Через некоторое время вода в стакане закипает раньше, чем в сосуде. Почему?
6. Почему удельная теплота испарения вещества линейно зависит от температуры?
7. Почему кипящая вода течет из крана не сразу, а через некоторое время?
8. При испарении жидкого воздуха сначала улетучивается азот, а через некоторое время после начала испарения в сосуде остается почти чистый кислород, почему?
9. Как отразится невесомость в космическом корабле на процессе кипячения воды?
10. Почему во влажной парилке выдержать высокую температуру невозможно?
11. Почему при высокой температуре окружающей среды основная роль в теплоотдаче любого организма переходит к испарению до (80—90)%.
12. Почему нагревается атмосфера?
13. Добро пожаловать в космос, где вы вскипите и замерзнете одновременно! Что будет, если выйти в открытый космос без скафандра?
14. Чтобы предохранить овощи в погребе от мороза, рядом с ними ставят таз с водой. Как соседство с водой может спасти овощи?
15. Питьевой воды на Земле во многих местах не хватает. Её приходится получать из морской воды либо выпариванием, либо вымораживанием. Какой способ выгоднее?

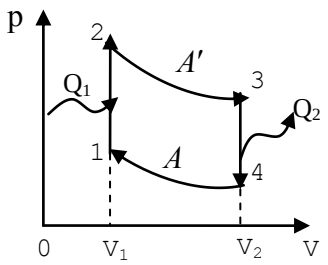


III. Перевести любые виды энергии в теплоту можно со стопроцентной эффективностью — вы делаете это каждый раз, когда нажимаете на педаль тормоза в своем автомобиле. Процесс превращения работы в тепло человек использовал еще на заре цивилизации (трение и удар), а обратный – превращение тепла в работу (внутреннюю энергию топлива в механическую энергию) – начал использовать лишь 300 лет назад, Как это ему удалось? Демонстрация работы пара (выброс пробки из пробирки с кипящей водой). Почему вылетает пробка?

Заменив пробирку цилиндром, а пробку – поршнем, получим простейший тепловой двигатель (опыты с прибором для демонстрации взрыва горючей смеси). Если стеклянную трубку с зауженным нижним концом опустить наполовину в сосуд с горячей водой и, закрыв верхнее отверстие пальцем, быстро перевернуть ее, то из нее горячая вода вытекает (совершение работы нагретым воздухом).

Тепловой двигатель – устройство, предназначенное для превращения внутренней энергии топлива в механическую энергию. Произведенная им работа показывает, какая энергия передается от одного физического

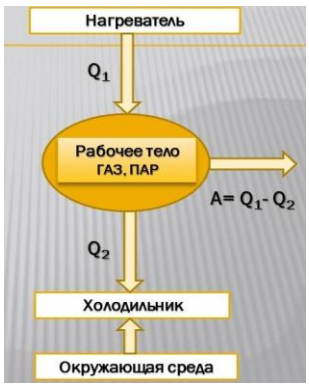




объекта (какого?) к другому (какому?) при их взаимодействии.

Устройство парового двигателя (объяснение на модели с использованием P-V – диаграммы). В нагревателе порция пара получает количество теплоты Q_1 и нагревается до температуры t_1. Далее порция пара поступает в цилиндр с поршнем и совершает работу A'. Как сделать процесс циклическим? Какую работу необходимо совершить внешней силе для возвращения порции пара в нагреватель? $A = A$? Каков КПД этого цикла (цикл нерадивого ученика)? Зачем нужен холодильник? Порция пара отдает холодильнику количество теплоты Q_2, и ее температура становится t_2. Какая теперь работа необходима для возвращения порции пара в нагреватель? Меньше!? Почему?

Формула для КПД теплового двигателя: $A_{пол} = A' – A = Q_1 – Q_2 = N·t = F·S$.



$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\% .$$

КПД паровых машин не превышает 10%.

Демонстрация принципа действия простейшего парового двигателя на модели (шприц, колба, плитка, холодная вода).

Первые паровые машины обладали чрезвычайно низким КПД (в начале XVIII века типичным значением КПД для этих машин было 2 %).

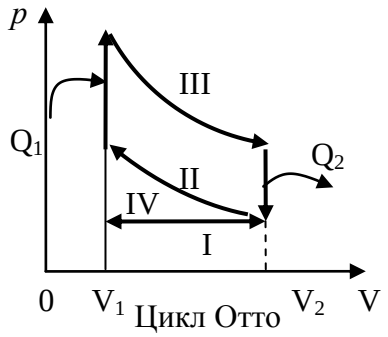
Вопрос: Почему пользоваться теплом огня для производства работы лучше, чем затрачивать его на производство пара, а затем использовать тепло пара?

Паровой картезианский водолаз (подъем и опускание стеклянной бутылочки в химическом стакане с кипящей водой). Резиновый тепловой двигатель.

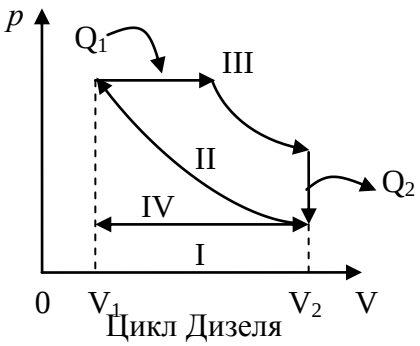
Джеймсу Уатту, который силой самобытного гения, рано обращенного к научным исследованиям, усовершенствовал паровую машину, расширив средства своего отечества, увеличил человеческие силы и занял высокое место между знатнейшими учеными и благодетелями мира.

Надпись на постаменте скульптуры Джеймса Уатта

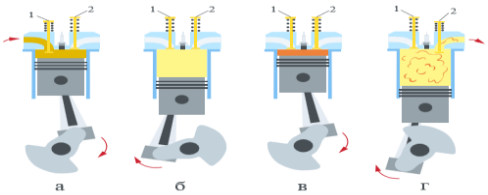
В технике используются **двигатели внутреннего сгорания** (ДВС): паровая машина, двигатель внутреннего сгорания; паровая турбина, газовая турбина; реактивный двигатель (объяснение на моделях с вычерчиванием диаграммы цикла Отто и цикла Дизеля на доске). Двигатели внутреннего сгорания имеют очень широкое применение. В ходе их усовершенствования в мире появлялись новые средства передвижения: автомобили, мотоциклы, самолеты, вертолеты, космические корабли, ракеты, суда на воздушной подушке. Топливо в нем сгорает прямо в цилиндре, внутри самого двигателя. Горючая смесь — это смесь горючих газов, частиц жидкого топлива и паров топлива с воздухом (кислородом). Периодически в цилиндре происходит сгорание горючей смеси. Например, сгорает смесь паров бензина и воздуха. Образуются газообразные продукты сгорания. Их температура при этом достигает высоких значений 1600−1800°С. В результате этого резко увеличивается давление на поршень. Эти газы (продукты сгорания) толкают поршень. При движении поршня двигается и коленчатый вал. Таким образом, газы совершают механическую работу. В дизелях мощность регулируют количеством впрыскиваемого топлива при постоянном количестве воздуха. КПД современных бензиновых двигателей около 30%, дизельных ДВС около 50%.



Цикл Отто



Цикл Дизеля



Полезная информация: Внутри камеры швейцарских часов, ставших символом альпийской республики, находится газ хлорэтилен, который при изменении температуры даже на 1^0С расширяется или сжимается,

приводя в движение часовой механизм.

Преимущества бензиновых двигателей	**Преимущества дизельных двигателей**
Низкий уровень вибрации и шума	Экономичность
Сравнительно большая мощность	Невысокая стоимость солярки
Может долго работать на высоких оборотах	Большое тяговое усилие на низких оборотах
Справляется с некачественным топливом	Меньше загрязняет окружающую среду.
Доступность запчастей	Отсутствие системы зажигания и карбюратора
Дешевизна в обслуживании	Долговечность
Хорошо заводится при низких температурах	Солярка выполняет роль смазочного материала

IV. *Задачи:*

1. В топке котла паровой машины расходуется 0,35 кг дизельного топлива на 1 кВт·ч вырабатываемой энергии. Каков КПД турбины?
2. Паровая машина мощностью 220 кВт имеет КПД 15%. Сколько каменного угля сгорает в ее топке за 8 ч?
3. Найдите КПД двигателя автобуса, расходующего 60 кг бензина за 2,5 ч работы при средней мощности 70 кВт.
4. Двигатель реактивного самолета развивает мощность $4{,}4 \cdot 10^7$ Вт при скорости 900 км/ч и потребляет $2{,}04 \cdot 10^3$ кг керосина на 100 км пути. Определите КПД двигателя.

Вопросы:

1. Почему тепловой двигатель не может работать без холодильника?
2. За счет какой энергии совершается работа по перемещению ртути в термометре при измерении температуры у человека?
3. При каких тактах двигателя внутреннего сгорания закрыты оба его клапана?
4. Почему между цилиндром и поршнем двигателя внутреннего сгорания оставляют зазор?
5. Почему для охлаждения цилиндров мотоциклов используют воздушное охлаждение, а не водяное?
6. Какую роль играет маховик в двигателе внутреннего сгорания?
7. Почему стенки парового котла лучше делать из железа или меди?
8. Почему очищают котлы от накипи?
9. Какую форму должен иметь поршень двигателя внутреннего сгорания, если учесть, что днище его нагревается до более высокой температуры, чем юбка?
10. Почему поршень делается из легкого материала с хорошей теплопроводностью и небольшим тепловым расширением?

V. §§ 21-22. Задание 6, № 1-4.

1. Жарко, а ваш арбуз – теплый. Оказывается, если его опустить в нитяной сетке в очень горячую воду (но не больше, чем на полминуты!), то, разрезав его через 5–10 минут, вы обнаружите чуть ли не замороженную сердцевину. Как это объяснить?

2. Почему этанол менее эффективен в качестве топлива для ДВС, чем бензин?
3. Как изменится температура воздуха в комнате, если открыть дверцу работающего холодильника?
4. Предложите проект «ледяного двигателя», использующего работу, совершаемую водой при замерзании.
5. Предложите проект «резинового двигателя», используя работу, совершаемую резинкой при ее нагревании водой.
6. В полимерный шприц наберите некоторое количество воздуха, после чего сопло плотно закройте пальцем. Если поршень шприца быстро выдвинуть и отпустить, то он возвращается практически в исходное состояние. Если же воздух резко сдавить поршнем, то после отпускания поршень может и не вернуться в исходное состояние. Почему?
7. На памятнике Уатту в Вестминстерском аббатстве начертано: «Не для того, чтобы увековечить имя, которое будет жить, пока процветают мирные искусства, но, чтобы показать, что человечество воздает почести тем, кому обязано благодарностью, король, его слуги, а также многочисленные дворяне и граждане воздвигли этот памятник Джеймсу Уатту. Его гению удалось путем опыта усовершенствовать паровую машину. Благодаря этому он умножил богатство своего отечества, увеличил мощь людей и поднялся до высоких ступеней среди великих деятелей науки, этих истинных благодетелей человечества». Что вы можете еще добавить к этим словам?

Власть над собой – высшая власть.
Сенека

Теперь нам открылся внутренний строй
И истинный пульс машины любой.
Вордсворт

Урок 24/24

ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Почему автомобиль труднее завести зимой, чем летом?

ЦЕЛЬ УРОКА: Познакомить учеников с устройством и принципом действия четырехтактного двигателя внутреннего сгорания, паровой и газовой турбины, обсудить возможности повышения их КПД и возникающие экологические проблемы.

ТИП ТРОКА: комбинированный.

ОБОРУДОВАНИЕ: Модель четырехтактного карбюраторного двигателя внутреннего сгорания, модель турбины, модель “резинового” теплового двигателя, модель реактивного двигателя, модель ракеты.

ПЛАН УРОКА:

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом

II. *Опрос фундаментальный*: 1. Тепловой двигатель. 2. Двигатели внутреннего сгорания.

Задачи:

1. Двигатель внутреннего сгорания совершил полезную работу равную $2{,}3 \cdot 10^4$

кДж и израсходовал при этом 2 кг бензина. Вычислить КПД этого двигателя.

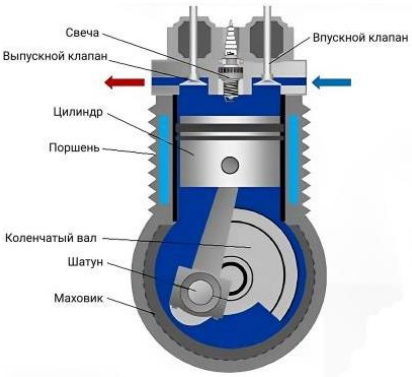
2. Снегоход-буксировщик оснащен двигателем мощностью 4,4 кВт с КПД 32,7%. Сколько литров бензина расходуется в среднем за 1 ч работы снегохода? Плотность бензина 700 кг/м^3, удельная теплота сгорания бензина 46,1 МДж/кг.
3. Двигатель скутера развивает полезную мощность 3 кВт при скорости 36 км/ч. Сколько километров проедет скутер с этой скоростью, израсходовав 3 л бензина, если КПД двигателя 20%? Удельная теплота сгорания бензина 46 МДж/кг, его плотность 700 кг/м^3.

Вопросы:

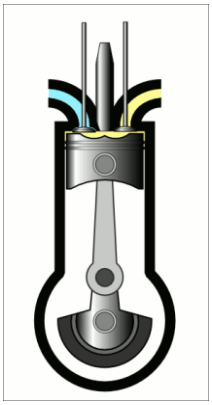
1. В тепловой машине пар при охлаждении отдает меньшее количество теплоты, чем было затрачено на его нагревание. Не противоречит ли это закону сохранения энергии?
2. Можно ли количество теплоты, которое передается тепловой машиной холодильнику, использовать для теплофикации?
3. Можно ли человеческий организм рассматривать как тепловой двигатель? Почему дрожат замерзшие люди и животные?
4. При большой физической нагрузке в организме человека вырабатывается столько тепла, что без его рассеяния температура тела возрастала бы на 15 градусов Цельсия в час. Как же мы избавляемся от лишнего тепла?
5. Относится ли ружье к тепловому двигателю?
6. На дне и крышке консервных банок выштамповывают концентрические круги (гофры). Какое они имеют значение?
7. Откуда получает энергию замерзающая вода, разрывая трубы парового отопления?
8. Самка тигрового питона собирает 40-50 яиц в кучу и, оборачиваясь вокруг кладки (делая 3-4 кольца), высиживает их. Как ей это удается, если змея холоднокровное животное, а для нормального развития яиц нужна температура 35°С? (Змея – как тепловой двигатель).

III. В тепловом двигателе энергия расширяющихся горячих газов передаётся деталям механизма, которые начинают движение. Физики описывают этот процесс кратко: происходит переход одного вида энергии в другой. В бензиновых двигателях этот процесс протекает непосредственно при сгорании топлива, а в паровых — благодаря нагреванию и испарению воды.

В технике используются **двигатели внутреннего сгорания (бензиновые, дизельные).** В **бензиновом** двигателе сжатие приводит к повышению температуры смеси, которая нагревается до 500°С, что значительно ниже той температуры, которая



необходима для воспламенения бензина. После этого наступает черед свечей зажигания, которые дают искру и поджигают смесь. В цилиндре **дизельного** двигателя сжимается только воздух, который нагревается до 900°С. При этом в камере сгорания распыляется солярка перед верхней мертвой точкой поршня. Мелкие капли дизельного топлива испаряются, и образуется топливовоздушная смесь.

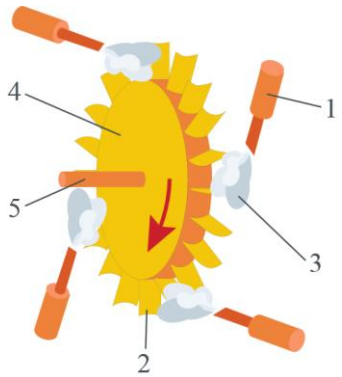


Историческая справка. В 1897 году, на «Аугсбургском машиностроительном заводе» был построен первый двигатель Рудольфа Дизеля. Его мощность составляла 20 лошадиных сил при 172 оборотах в минуту. Весил этот двигатель пять тонн. Двигатель Дизеля был четырехтактным.

Данные о тепловых двигателях (Справочник по физике и технике, А.С. Енохович, ст. 124). Почему двигатель внутреннего сгорания имеет больший КПД, чем паровая машина? Как повысить КПД двигателя внутреннего сгорания (двухтактные, повышение температуры газа в конце процесса сгорания, полное сгорание топлива)?

В современном автомобиле за счет потерь в самом двигателе, в передаче, потерь на холостой ход уходит 7/8 энергии горючего. Половина оставшейся 1/8 тратится на нагрев покрышки, полотна дороги и воздуха, и только 6% приводят в движение автомобиль. Если в машине только один водитель, то на его перемещение тратится 1% энергии горючего.

Из истории **паровой турбины**: двигатель Герона, колесо Бранка. Принцип действия паровой турбины достаточно прост. Из сопел вырываются струи пара и оказывают на лопатки значительное давление. Таким образом, струи пара приводят диск турбины в быстрое движение. Так внутренняя энергия пара переходит в механическую энергию. Турбина — это тепловой двигатель, в котором пар или газ, нагретый до высокой температуры, вращает вал двигателя без помощи поршня, шатуна и коленчатого вала. Демонстрация модели турбины: статор, ротор с двумя дисками, рабочие лопасти, сопла. **Устройство и принцип действия современной турбины**. Современные паровые турбины широко используются во многих сферах. Например, на электростанциях генератор электрического тока зачастую соединяют с турбиной. Такие турбины могут вращаться, выполняя до 3000 оборотов в минуту. Это позволяет использовать их для приведения в движение генераторов тока.

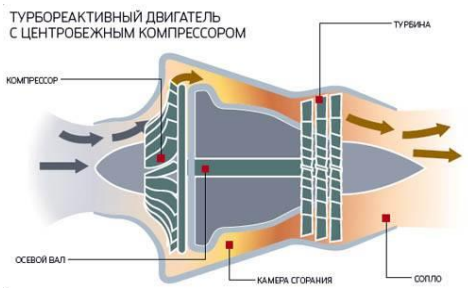


Диск 4 насажен на вал 5. На ободе диска закреплены лопатки 2. Около лопаток располагаются трубы — сопла 1, в которые поступает пар 3 из котла.

Одной из самых мощных паровых турбин в мире на сегодняшний день является турбина Siemens SST5-

9000. Ее мощностью составляет 1900 МВт. Спрос на такие мощности очень мал, так как реализовать такой потенциал можно только на атомных электростанциях.

Применение турбин мощностью 50, 100, 200 тыс. кВт. Газовые турбины. Примерно 86% электрической энергии генерируемой в мире, производится с применением паровых турбин. Демонстрация модели «газотурбинного двигателя внешнего сгорания».



Реактивные двигатели. Два типа воздушно-реактивных двигателей - **прямоточные воздушно-реактивные и турбореактивные**. В-первых необходимое повышение давления происходит за счет сжатия набегающего потока воздуха (скорость более 3000 км/ч), во-вторых – за счет подвода механической энергии (компрессоры). Самый простой **турбореактивный двигатель** включает в себя следующие элементы: входное устройство; компрессор; камеру сгорания; турбину; реактивное сопло (далее просто сопло). Воздух из атмосферы попадает во входное устройство, где немного сжимается и поступает в компрессор. В компрессоре давление воздуха растёт ещё сильнее, растёт и температура (в современных двигателях давление возрастает в 40 раз, а температура достигает 400 градусов Цельсия). После компрессора воздух поступает в камеру сгорания и, смешиваясь там с топливом, воспламеняется, что приводит к сильному возрастанию температуры (может достигать 2000 градусов Цельсия) при почти постоянном давлении. После камеры сгорания горячий сжатый газ попадает в турбину. Часть энергии газа расходуется на вращение компрессора турбиной (чтобы он мог выполнять свою функцию, описанную выше), другая часть энергии расходуется на, нужное нам, движение самолёта, из-за того, что газ, пройдя турбину, превращается в реактивную струю в сопле и вырывается из него (сопла) в атмосферу.

Ракетные двигатели.

Демонстрация «резинового» теплового двигателя внешнего сгорания (обсудить его достоинства и недостатки). «ледяной двигатель». Нетипичные тепловые двигатели: огнестрельное оружие, дизель-молот.

«Наша планета находится в быстро назревающем кризисе - кризисе, обусловленном тем фактом, что среда, в которой должен протекать технологический прогресс оказалась одновременно недостаточно большой и недостаточно организованной».

Джон фон Нейман (1955)

Загрязнение окружающей среды тепловыми двигателями. Парниковый эффект. Еще из минусов автомобиля с ДВС: 1) ДВС имеет больший вес, чем электромотор; 2) КПД ДВС около 25%, уступает в 3,5 раза сквозному КПД электромобиля от аккумулятора до колес.
За последние 70 лет объем выбросов CO_2 вырос более чем в 7 раз**,** с 5 до свыше 35 Гт в год.

Полностью остановить потепление на планете не поможет даже солнечная инженерия. Она действительно способна сократить его негативные эффекты, но окончательно решить проблему можно лишь в случае крайне маловероятного сценария – полного отказа от эксплуатации всех электростанций, заводов и даже автомобилей.

Дополнительный материал (водородная энергетика): Удельная теплота сгорания водорода составляет примерно 140 МДж/кг (верхняя) или 120 МДж/кг (нижняя), что в несколько раз превышает удельную теплоту сгорания углеводородных топлив (для метана — около 50 МДж/кг). Гремучий газ самовоспламеняется при атмосферном давлении и температуре 510 °С. При комнатной температуре он способен взорваться от самого слабого источника, поэтому для инициирования взрыва достаточно искры. В настоящее время водород считается перспективным топливом для водородной энергетики. При горении водорода образуется чистая вода, поэтому этот процесс считается экологически чистым. В лабораторных условиях гремучий газ можно получить электролизом воды в реакции: $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$

Есть такое правило: встал поутру, умылся, привел себя в порядок – и сразу приведи в порядок свою планету.
Антуан де Сент-Экзюпери, "Маленький принц"

IV. *Вопросы:*

1. Почему в дизеле не требуется зажигать рабочую смесь с помощью искры?
2. Почему мощность дизельных двигателей при тех же объемах двигателя меньше, чем карбюраторных?
3. Почему выпуск отработанных газов (если у автомобиля нет глушителя) происходит с шумом? В чем смысл работы глушителя?
4. Что делать на холоде: бежать, идти или стоять?
5. Почему понижается КПД двигателя мотоцикла при движении по высокогорной дороге?
6. Как зависит КПД турбины от начальных параметров пара?
7. Почему высота подъема самолетов, двигатели которых работают на смеси горючего и воздуха, ограничена?
8. Как работает солнечный генератор, производящий электроэнергию за счет испарения воды?
9. Дайте рекламу ДВС, работающему по циклу Отто (Дизеля).
10. Чем объяснить, что двигатели внутреннего сгорания имеют более высокий КПД, чем паровые машины?
11. Отчего с повышением температуры воздуха мощность воздушных реактивных двигателей уменьшается?
12. Можно ли поршневой двигатель превратить в компрессор, а турбину – в генератор?
13. Каким образом морские корабли оставляют следы в облаках?

Водяной пар конденсируется вокруг взвешенных в атмосфере частиц (ядер конденсации), из которых состоят выхлопные газы проходящих по океану судов. В качестве таких частиц

выступают главным образом соединения серы, содержащиеся в мазуте — наиболее распространенном корабельном топливе.

14. Какими способами можно увеличить силу тяги воздушно-реактивного двигателя?
15. Почему время взлёта тяжёлых самолётов, особенно с турбореактивными двигателями, приходилось на ранние часы, когда воздух ещё прохладный и обладает большей плотностью, чем в дневные часы.

Задачи:

1. На каком топливе работает двигатель автобуса, если при мощности 90 кВт и КПД 24% за 2 часа непрерывной работы он израсходовал 62,3 кг горючего?
2. Двигатель реактивного самолета с КПД 20% при полете со скоростью 1800 км/ч развивает силу тяги 86 кН. Определите расход (в т) керосина за 1 час полета. Теплота сгорания керосина $4{,}3 \cdot 10^7$ Дж/кг.
3. В интернете предлагают прибор экономайзер, который за счёт оптимизации энергопотребления бортовой электросети автомобиля уменьшает расход топлива. При этом утверждают, что при движении по городу экономия бензина составляет 40 %. Попробуйте оценить самостоятельно, сколько бензина может сэкономить такой прибор при движении по городу на 100 км пути? Потребляемая мощность электросети автомобиля 500 Вт. КПД преобразования теплоты сгорания топлива в электроэнергию 30 %. Средняя скорость движения по городу 25 км/ч, а расход бензина 15 л на 100 км пути. Удельная теплота сгорания бензина 46 МДж/кг, а его плотность 700 кг/м^3. Ответ дайте в процентах по отношению к указанному расходу.
4. Автомобиль равномерно движется по горизонтальной дороге. Определите массу автомобиля, если для прохождения 142 км пути при средней силе сопротивления движению, равной 0,03 веса автомобиля, было израсходовано 15 л бензина. КПД двигателя равен 20%.

V. §§ 22-24.

1. Проведите аналогию между тропическим циклоном и двигателем внутреннего сгорания. Почему над сушей циклон быстро теряет свою силу?
2. Каковы, по вашему мнению, пути решения экологических проблем, возникающих при эксплуатации тепловых двигателей?
3. Предложите конструкцию двухтактного ДВС, в котором два поршня движутся навстречу друг другу, образуя камеру сгорания.
4. Предложите проект оптимального теплового двигателя внутреннего сгорания (домашнее сочинение).

Теория, не проверяемая опытом, при всей красоте концепции, теряет вес, не признаётся.

Д.И. Менделеев

Урок 25/25

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2

Король Лир сказал своей дочери Корделии: «Из ничего не выйдет ничего!».

Игра не закончена, пока она не закончилась.
Йоги Берра

ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ КУРСОВЫХ РАБОТ	ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ
1. Закон сохранения и превращения энергии запрещает создание вечного двигателя. 2. Научно-технический прогресс и охрана окружающей среды. 3. Наблюдение осмоса (проникновение раствора сахара сквозь пленку яйца). 4. Наблюдение зависимости коэффициента поверхностного натяжения от поверхностно-активных веществ. 5. Измерение плотности льда. 6. Наблюдение теплового расширения воды и измерение коэффициента теплового расширения воды. 7. Химические реакции с участием воды. 8. Наблюдение перехода ненасыщенного пара в насыщенный пар и обратно. 9. Выращивание кристаллов. 10. Особенности создания водохранилищ на равнинных и горных территориях. Мониторинг качества воды на наличие вредных примесей и очистка воды в водохранилищах. 11. Почему мы теплые на ощупь? 12. Почему одеяла согревают нас? 13. Как появляется тепло и что оно на самом деле обозначает? 14. Что такое смог? Вред смога. 15. Что такое время? 16. Определите процентное содержание воды во влажном снеге. 17. Как маленькие капли превращаются в дождь?	1. Макет паровой турбины (ракеты). 2. Кто как дышит? 3. Питание растений. 4. Растворы и химические реакции в них. 5. Диффузия в жизни животных. 6. Диффузия в организме человека. 7. Значение воды для биосферы, геологии, климата. 8. Замерзание соленой воды. 9. Потоотделение и его значение. 10. Экология местных водоемов. 11. Будущее газотурбинного двигателя. 12. Теплокар – паровой автомобиль без топки. 13. Транспорт XXI века. 14. Эволюция рабочего колеса гидравлической машины - от водяной мельницы до современных гидравлических турбин, их будущее. 15. Интеллектуальные системы мониторинга оборудования и их применение на ГЭС – от автоматизации к искусственному интеллекту. 16. Почему космос холодный? 17. Почему человек симметричен? 18. Что такое туман? Когда он образуется? Как связаны туман и роса? 19. Как измеряется влажность воздуха? 18. Почему сосулька растёт больше в длину, чем в ширину. 19. Почему снежинки — шестигранные? 20. Какая почва прогревается солнцем быстрее – влажная или сухая? 21. Почему лед легче воды?

Дополнительная информация (правило Рубнера). Любая хозяйка на кухне постигла простую истину: если взять килограмм мелкой картошки, отходов от неё в виде очисток будет заметно больше, чем от крупной картошки. Тоже самое касается прочих овощей, фруктов, клубнеплодов, корнеплодов и пр. Из чего можно плавно перейти на тему соотношения поверхности тела S и его полезного объёма V. Например, полезный объем шара пропорционален радиусу в кубе $V \sim r^3$, а площадь поверхности - радиусу в квадрате $S \sim r^2$. Отношение площади к полезному объему обратно пропорционально радиусу $S/V \sim 1/r$, поэтому у картошки меньше объема это отношение больше. А теперь развернём то же самое с немного неожиданной стороны. Как вы думаете, у кого более интенсивный обмен веществ - у мышки или у кошки? Так вот, правило Рубнера гласит, что интенсивность обмена энергии у теплокровных животных прямо пропорциональна площади поверхности тела. Иными

словами, чем организм меньше по размеру, тем больше у него отношение поверхности к объёму, тем активнее интенсивнее он теряет тепло и быстрее остывает. Следовательно, обменные процессы у него должны проходить тоже более активно. И тем чаще он должен есть, чтобы восполнить затраты энергии. Дети, например, более активны, в силу интенсивного роста в этот период, но чаще питаться они должны ещё и потому, что теряют энергию быстрее, чем большие взрослые. Поэтому и продолжительность голодания и жизни у мелких животных меньше, чем у крупных животных. Например, мыши при голодании живут 2 – 4 дня, крысы 6 – 9 дней, люди 65 – 70 дней, лошади до 80 дней.

Дополнительная информация (температурная аномалия плотности).

Есть материалы, которые при охлаждении увеличиваются в объеме**.** Например, плотность воды, которая сначала равномерно увеличивалась и при 4^0С достигла максимума, вдруг начинает уменьшаться. В итоге лёд занимает больше места, чем занимала сама "исходная" вода. Это называется **температурная аномалия плотности**. Аномалия плотности при низких температурах встречается у сурьмы, висмута, галлия, германия, лития, плутония, кремния, теллура, а также в некоторых сплавах. Наиболее известен из сплавов с аномалией - сплав Вуда. Инженеры активно используют аномалии плотности и объединяют "классические вещества" с веществами, которые увеличиваются в объеме при охлаждении. Помимо, например, варочной панели на кухне, нулевое температурное расширение имеют материалы, используемые для изготовления многих инструментов. Очень удобно, например, чтобы диаметр сверла в высокоточных производствах всегда был одинаковым.

Современные ученые мыслят глубоко, вместо того чтобы мыслить ясно. Чтобы мыслить ясно, нужно обладать здравым рассудком, а мыслить глубоко можно и будучи совершенно сумасшедшим.

Никола Тесла

И он было уже хотел сказать, что все в порядке, когда обнаружил, что не все.

А. Милн. Винни Пух и все-все-все

Так ли это?

1. В калориметр, содержащий 1,7 кг воды при 10^0С, бросают один за другим три кубика из сильно замороженного льда одинаковой массы (следующий кубик бросают после того, как установится равновесие, нарушенное предыдущим кубиком). Первый кубик растаял полностью, от второго осталась едва заметная льдинка, третий совсем не таял. Какой будет масса льда в калориметре после установления теплового равновесия? Теплоемкостью калориметра и теплообменом с окружающими телами пренебречь.
2. Зимой, при температуре окружающего воздуха $t_0 = -10^0$С, каждый квадратный метр озера отдаёт в воздух 200 кДж тепла в час. Оцените через какое время после начала образования льда, на поверхность водоёма сможет выйти рыбак, если безопасная толщина льда составляет 10 см? Температура воды $t_в = 0^0$С. Удельная теплота плавления льда 330 кДж/кг, его удельная теплоёмкость 2100 Дж/кг·^{0}С, плотность льда 900 кг/м^3. Скорость теплоотдачи считать постоянной. Ответ: ≈153,2 часа.
3. Для отопления хорошо вентилируемого класса требуется 4,19 МДж количества теплоты в час. Вода поступает в радиаторы отопления при 80^0С, а выходит из них при 72^0С. Сколько воды нужно подавать каждый час в радиаторы?
4. Герой телесюжета всячески нахваливал свои мистические способности и на глазах репортёров заморозил воду на лету. Просто взял бутылку с водой, которая стояла на зимнем воздухе какое-то время, встряхнул - и вот она уже стала льдом! Как это ему удалось?
5. На дачу привезли сухие дрова плотностью ρ_1 = 0,64 г/см^3. Дрова напилены на поленья массой 1 кг каждое. В первый день выяснилось, что при сгорании полена выделяется 9,2 МДж тепла. Ночью прошёл ливень, дрова намокли, и их плотность стала равной 0,8 г/см^3.

Сколько тепла выделится при сгорании полена? Температура воздуха в комнате 20^0С, удельная теплоемкость воды c = 4200 Дж/(кг·^{0}С), удельная теплота парообразования воды λ = 2,3 МДж/кг.

6. В стакане находится горячий чай, в котором растворено 10 г сахара. Масса содержимо стакана М, температура 100^0С. Чай охлаждают по следующей методике. В него опускают кусочек льда массой М/9 при 0^0С. После наступления теплового равновесия напиток перемешивают, так что сахар равномерно распределяется по его объему, а затем избыток напитка сливают, так что его масса опять становится М. Удельную теплоемкость сладкого чая можно считать равной удельной теплоемкости воды, удельная теплота плавления льда 336 кДж/кг, теплообменом с окружающей средой пренебречь. Найдите минимальное количество кусочков льда, необходимых для понижения температуры напитка таким способом ниже 30^0С. Определите массу сахара в чае после его охлаждения.
7. В котле паровоза вода с начальной температурой 20^0С доводится до кипения, испаряется и в пароперегревателе нагревается до 300^0С. Перегретый пар поступает в паровую машину, коэффициент полезного действия которой равен 30%. Чему равна мощность паровой машины, если расход воды равен 7,2 м^3/ч? Ответ дайте в МВт, округлив до целых. Удельная теплоёмкость воды — 4,2 кДж/(кг·К), удельная теплота парообразования воды — 2,3 МДж/кг, средняя теплоёмкость водяного пара в диапазоне 100–300^0С равна 4,2 кДж/(кг·К) . Ответ: 2 МВт.
8. На поверхности воды, температура которой 0^0С, плавает медный шарик, покрытый толстым слоем льда. Масса шарика с учетом ледяной корки 30 г. Этот шарик перемещают в сосуд с водой, объем которой равен 200 мл, а температура 5^0С. Через некоторое время шарик уходит под воду и «зависает» в воде, не опускаясь на дно. Чему равна масса шарика, когда он не покрыть льдом?
9. Какую машину вы предпочтете в жаркий день: обитую черной или белой кожей?

Мыслящий и работающий человек есть мера всему. Он есть огромное планетное явление.

В.И. Вернадский

Ответить нужно да или нет!

1. Объем воздуха в воздушном шарике зависит от давления и температуры?
2. Воздух, как и все газы, вообще не имеют веса?
3. Состав атмосферы может существенно различаться в различных местах на земле.
4. Атмосфера действует как фильтр, не дает опасной радиации достичь поверхности земли?
5. В нижних слоях атмосферы температура выше, чем по мере удаления от поверхности Земли.
6. Такие вещества, как вода, углекислый газ, которых в воздухе мало, оказывают большое влияние на свойства атмосферы?
7. Многие вещества для промышлености "добывают" из атмосферы.
8. Чистый незагрязненный воздух - чистое вещество.
9. Температура атмосферы ночью ниже, чем днем!
10. Загрязнение воздуха произошло после начала промышленной революции.
11. Ни одна человеческая смерть напрямую не связана с загрязнением воздуха.
12. Природные явления - лесные пожары, извержения вулканов и т.п.- тоже не могут быть источниками загрязнения воздуха.
13. Разрушение материалов, порча сельхозпродукции в загрязненной атмосфере представляет собой огромные потери для нашей страны.
14. "Парниковый эффект " - природный эффект потепления, который может стать опасным для здоровья.

15. Загрязнение воздуха в основном связано с деятельностью человека.

Истина никогда не спустится к нам, мы должны до неё подняться.

Блаватская.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Л.Я. Зорина. Дидактические основы формирования системности знаний старшеклассников. – М.: Педагогика, 1978.
2. А.В. Перышкин. Физика 8 класс. - М.: Дрофа, 2010.
3. Перышкин А.В. ГДЗ по Физике за 8 класс: Сборник задач. - М.: АСТ: Астрель; Владимир: ВКТ, 2010 г.
4. М.Е. Тульчинский. Качественные задачи по физике в средней школе. - М.: Просвещение, 1972.
5. Д. Джанколи. Физика. - М.: Мир,1989.
6. В.И. Лукашик. Сборник вопросов и задач по физике. – М.: Просвещение, 1981.
7. А.М. Прохоров и др. Физический энциклопедический словарь – М.: Советская энциклопедия, 1983.
8. А.А. Найдин. Системный подход при обучении физике в школе. Новокузнецк, МАОУ ДПО ИПК 2002 г., ISBN 5-7291-0266-6.
9. А.А. Найдин. Примерные планы уроков по физике для 8 класса «Тепловые явления», - Новокузнецк, ИПК, 2007 г.
10. Физика и жизнь. Законы природы: от кухни до космоса / Элен Черски; пер. с англ. И. Веригина; [науч. ред. А. Минько]. — Москва: Манн, Иванов и Фербер, 2021. — 336 с.
11. Личный сайт Найдина Анатолия Анатольевича. https://naidin.ru