

Общая химия

- раздел химической науки,
изучающий основные
законы, описывающие
химические процессы,
протекающие в живой и
неживой природе.

Химическая Термодинамика

**раздел химии, изучающий
взаимные превращения
энергии, теплоты и работы
в термодинамических
системах разных типов.**

**Термодинамический
метод познания
является ведущим в
современном
естествознании.**

Он позволяет рассчитать:

- тепловые эффекты химических реакций и физико-химических превращений;**
- направление преимущественного протекания процессов;**

- **максимальный выход
продуктов реакции;**
- **максимальную работу,
совершаемую в ходе
процесса**

Лекция 1

Первый закон термодинамики. Термохимия

П Л А Н

**1.1 Основные понятия
химической**

термодинамики

1.2 Первый закон

термодинамики

1.3 Термохимия

1.1 ЭНЕРГИЯ –

способность совершать
работу (кДж, ккал)

$$1 \text{ ккал} = 4,184 \text{ кДж}$$

Виды энергии

- **Потенциальная** -
энергия взаимодействия
- **Кинетическая** -
энергия движения

**По видам совершаемых
работ различают:**

- **Химическую,**
- **Электрическую,**
- **Световую,**

**По видам совершаемых работ
различают:**

- Механическую,**
 - Звуковую,**
 - Поверхностную,**
- и др. виды энергии**

В классической механике

Работа (A)

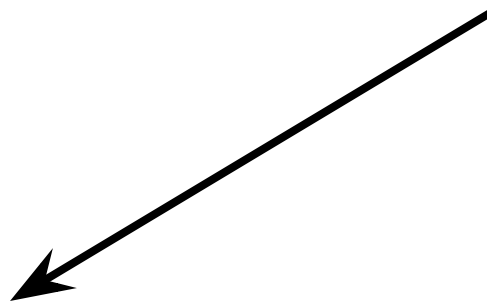
**определяется как
произведение силы на
длину пути:**

$$A = f \times d \ell$$

**В термодинамике
работа имеет
более широкое
толкование**

**Электрическая
работа**

$$= E \times dq$$



**разность
потенциалов**

**электрический
заряд**

**Поверхностная
работа** = $\sigma \times dS$

Поверхностное

натяжение

Изменение

площади

В термодинамике различают:

- **работу расширения газа** =
= $p \Delta V$ (ΔV – изменение
объема)
- **полезную работу A'**

**Важнейшими видами
полезной работы
в организме являются:**

**1) механическая
работа – выполняется
при сокращении
мышц;**

**2) осмотическая работа
почек и
цитоплазматических
мембран по переносу
веществ против
градиента
концентраций**

**3) электрическая
работа нервной
ткани и мозга по
переносу
заряженных
частиц.**

ТЕПЛОТА (Q) –

перенос энергии между

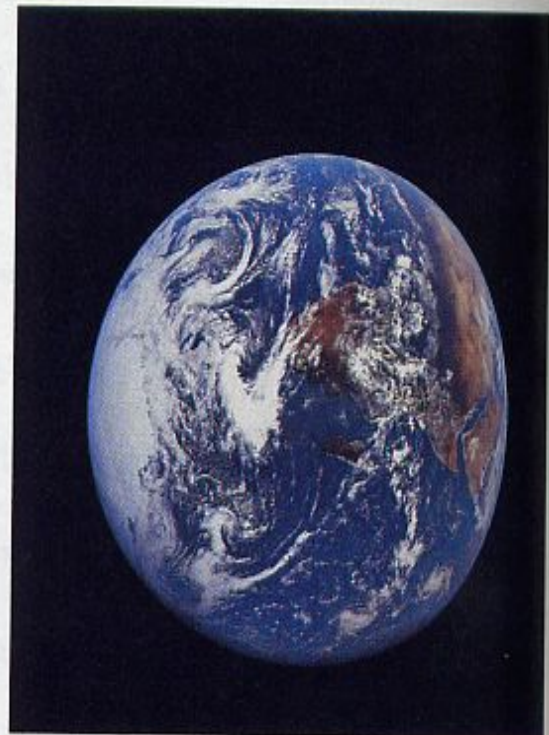
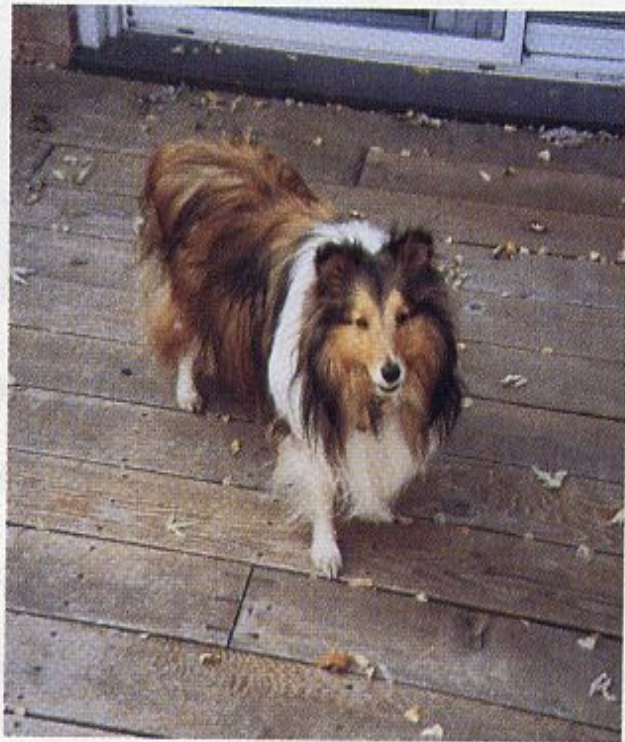
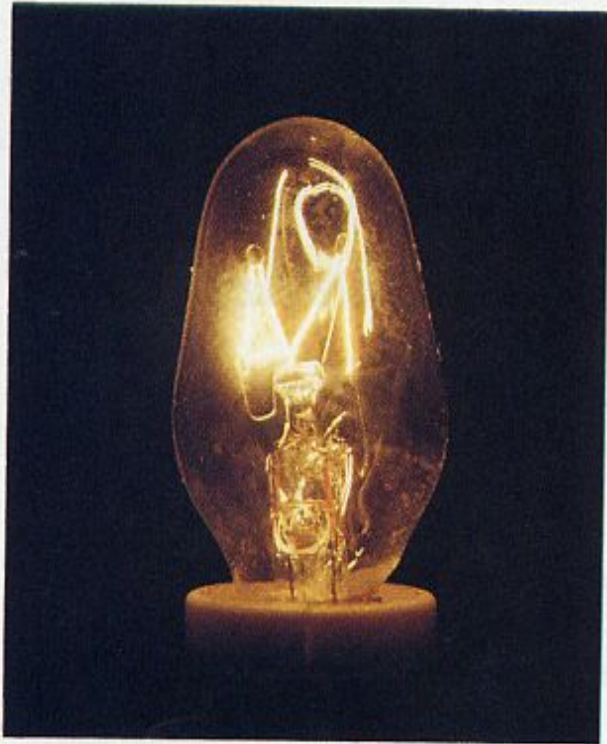
двумя телами,

имеющими разные

температуры.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

– это тело или группа тел, отделенных от окружающей среды термодинамической оболочкой, которая может быть реальной физической или абстрактной математической.



ОТКРЫТЫЕ СИСТЕМЫ

**обмениваются с
окружающей средой и
веществом, и энергией
(живая клетка, человек
и др. биосистемы);**

**За 40 лет
человек
потребляет
~40 т воды и
~12 млн. л
кислорода**



**10 тысяч
плиток
шоколада,
проливает
69 литров
слез**



ЗАКРЫТЫЕ СИСТЕМЫ

**обмениваются с
окружающей средой
только энергией;
обмен веществом
отсутствует
(запанная ампула)**



ИЗОЛИРОВАННЫЕ
СИСТЕМЫ **не**
обмениваются с окружающей
средой ни веществом, ни
энергией. Они не существуют
в природе и являются
удобными упрощенными
моделями реальных процессов

Термодинамическое описание системы включает:

- набор термодинамических параметров:

$T, p, V, v, m,$

изменение которых свидетельствует о протекании термодинамических процессов;

● набор термодинамических функций,
описывающих
способность
системы совершать
работу.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ

**Функции
состояния**

**Их изменения зависят
от начального и
конечного состояния
системы и не зависят
от числа
промежуточных
стадий процесса**

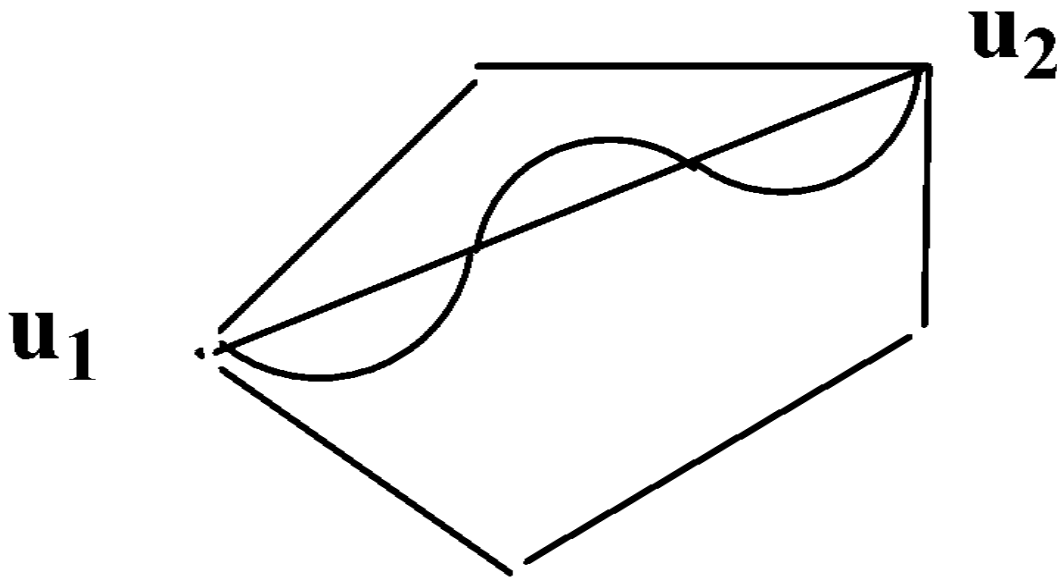
**Функции
процесса**

**Их изменения
зависят числа
промежуточных
стадий**

A и Q

Примером функции состояния
является внутренняя
энергия системы (U) –
это совокупность
потенциальной и
кинетической энергии всех
структурных единиц
системы

$$\Delta U = U_2 - U_1$$



1.2 Первый закон термодинамики является выражением всеобщего закона сохранения энергии:

**энергия не создается и не
разрушается, она
превращается из одного вида
в другой или переходит из
одной системы в другую.**

**Первый закон
термодинамики был
сформулирован в середине
XIX в. Значительный вклад
в развитие идей
термодинамики сделали
Б. Томпсон, Р. Майер и
Дж. Джоуль.**

**В организме человека
превращение одного
вида энергии в другой
сопровождается
совершением работы:**



Химическая энергия пищи

**↓
работа мышц**

Механическая энергия



Химическая энергия



работа

нервной ткани

Электрическая энергия



Звуковая энергия



**Работа
внутреннего
уха**

Электрическая энергия



Световая энергия



Электрическая энергия

**Работа
сетчатки
глаза**

**Первый закон термодинамики
не имеет доказательств, но
является результатом опыта,
накопленного человечеством.**

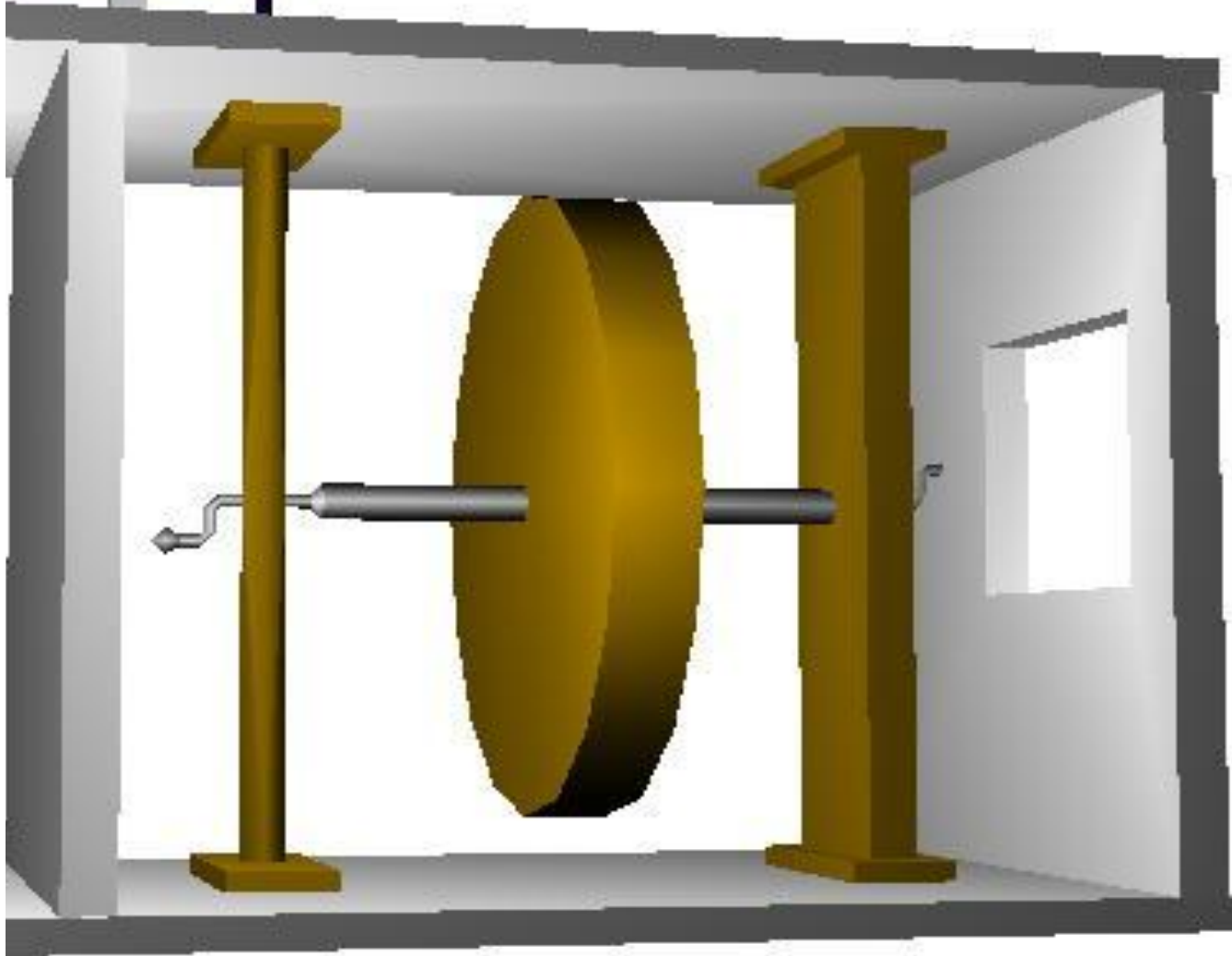
**Ярким доказательством его
справедливости служит
невозможность создания **вечного
двигателя первого рода.****

Вечный двигатель первого рода

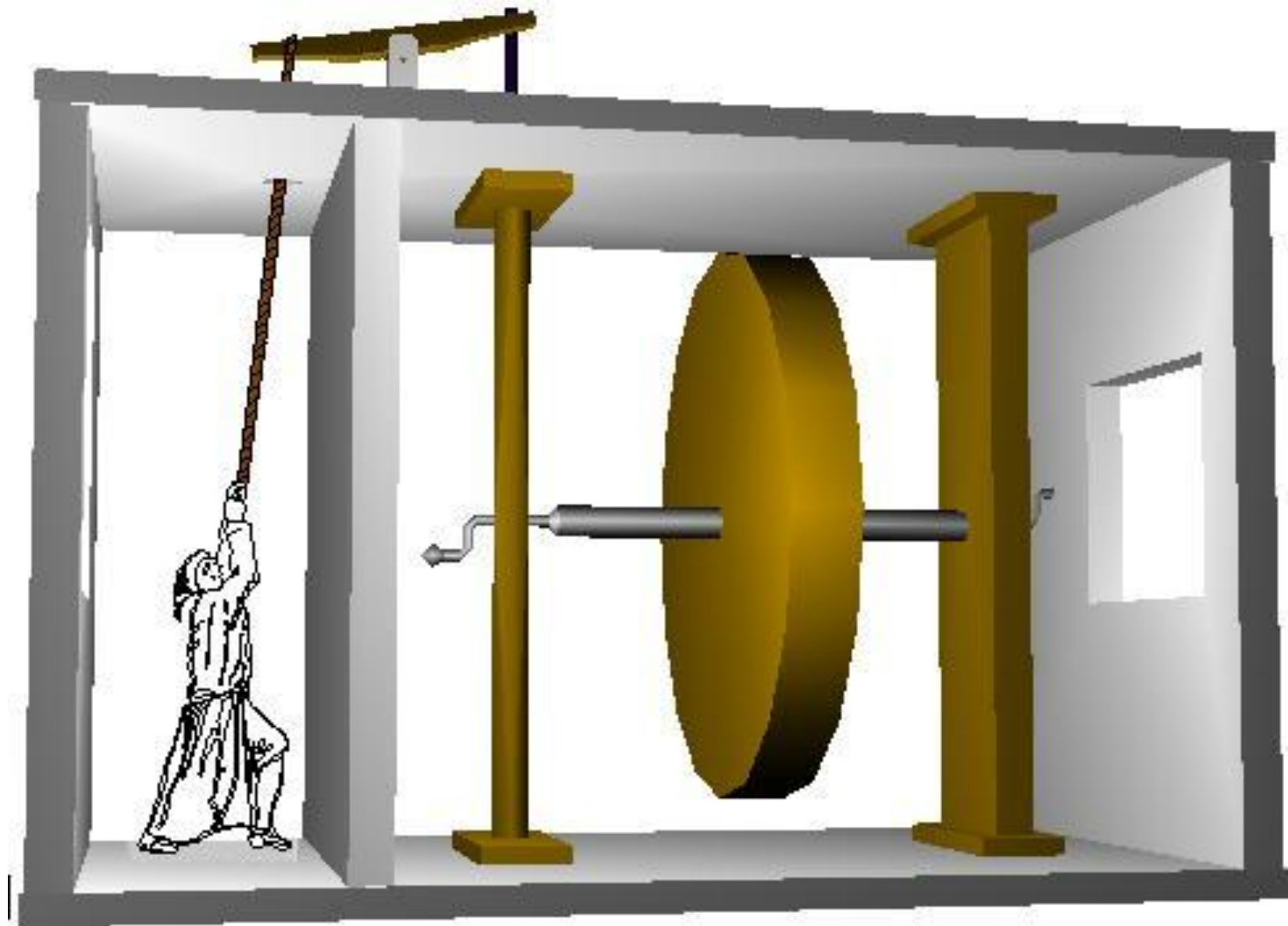
**– ЭТО машина,
совершающая работу без
поглощения энергии из
окружающей среды**

Первые проекты вечного двигателя появились в 13 веке

**В 1775 году Парижская
Академия Наук приняла
решения не рассматривать
заявки на патентование вечного
двигателя из-за очевидной
невозможности их создания.**



**Вечный двигатель Иоганна Эрнста
Элиаса Беслера (1680-1745)**



**Математическое выражение первого
закона термодинамики для различных
типов систем:**

**1. Внутренняя энергия
изолированной системы
постоянна:**

$$U = \text{const}, \quad \Delta U = 0$$

**2. Теплота, подводимая к
закрытой системе,
расходуется на увеличение ее
внутренней энергии и на
совершение работы:**

$$Q = \Delta U + A$$

ИЛИ

$$Q = \Delta U + A' + p\Delta V$$

**Для изобарного процесса
($p = \text{const}$), при условии $\Delta' = 0$**

$$Q = \Delta U + p\Delta V = (U_2 - U_1) + p(V_2 - V_1) = \\ = (U_2 + pV_2) - (U_1 + pV_1)$$

$$U + pV = H,$$

**где H – термодинамическая функция
состояния, называемая **энтальпией**
или теплосодержанием системы**

Соответственно

$$Q_p = H_2 - H_1 = \Delta H,$$

где ΔH – тепловой эффект изобарного процесса

для экзотермического процесса $\Delta H < 0$,

для эндотермического процесса $\Delta H > 0$

3. Внутренняя энергия открытой системы возрастает как при ее нагревании, так и при увеличении количества вещества в ней:

$$\Delta U = Q \pm \mu \Delta \nu - A,$$

где μ – коэффициент пропорциональности, называемый **химическим потенциалом, $\Delta \nu$ – изменение количества вещества, моль**

1.3 Термохимия –

раздел химической термодинамики,
изучающий тепловые эффекты
химических реакций.

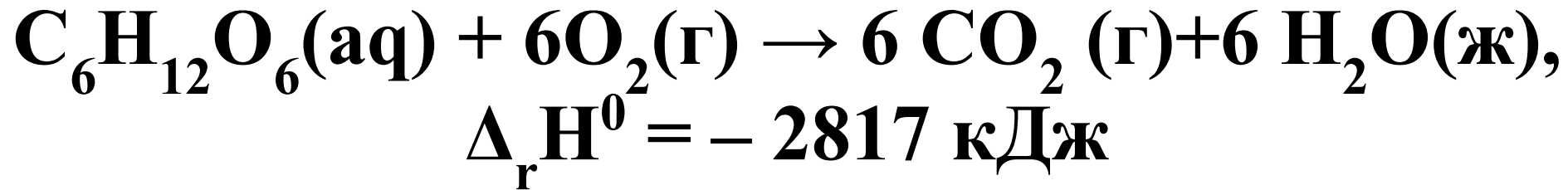
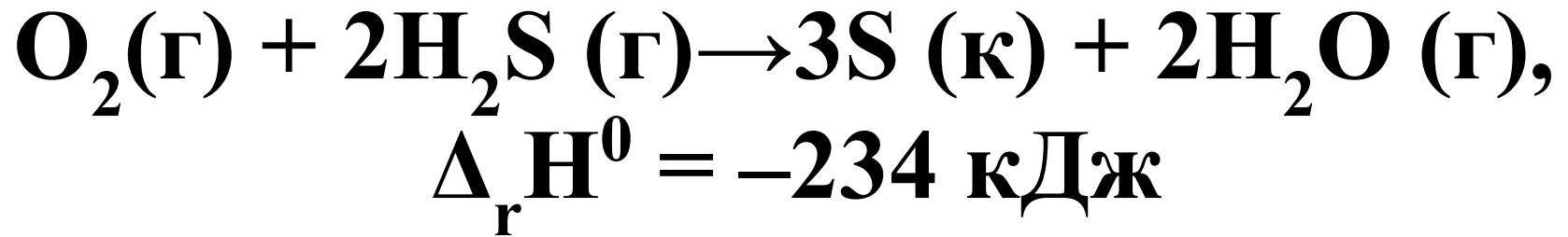
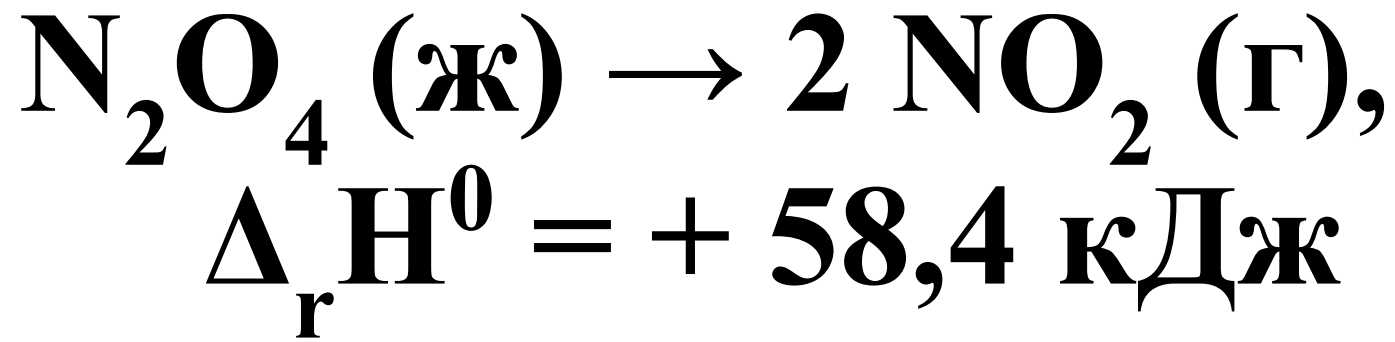
Тепловые эффекты (теплота)
химической реакции обозначается $\Delta_r H$
и выражаются в кДж или ккал.

$\Delta_r H^0_{298}$ – это стандартная
теплота реакции

т.е. теплота,
измеренная при
стандартных
условиях ($T = 298 \text{ K}$,

$p = 101,3 \text{ кПа}$,
 $C_M = 1 \text{ M}$, $pH = 7$)

**Уравнения химических
реакций, в которых указаны
тепловые эффекты и
агрегатное состояние
веществ называются
термохимическими
уравнениями.**



**Центральным
законом
термохимии
является закон,
сформулированный
в 1840 г.
профессором
Санкт-
Петербургского
университета
Гессом**



**Герман Гесс
(1802 - 1850)**

Закон Гесса (1840)

Тепловой эффект химической реакции, протекающей при постоянном давлении или объеме, зависит от состояния исходных веществ и продуктов реакции и не зависит от числа промежуточных стадий процесса.

**Закон Гесса есть следствие
первого закона термодинамики,
так как **ЭНТАЛЬПИЯ** является
функцией состояния и ее
изменение определяется лишь
энергетическим состоянием
реагентов и продуктов:**

$$\Delta H = H_2 - H_1$$

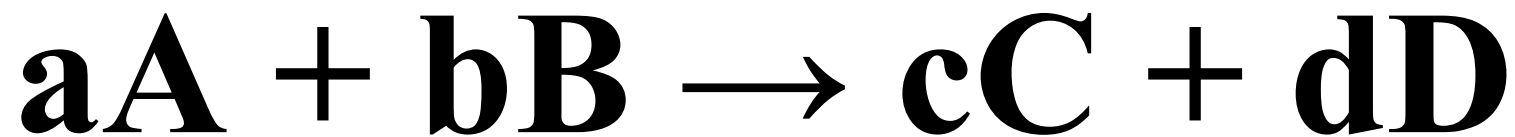
Следствия из закона Гесса:

1. Расчет теплового эффекта реакции по теплотам образования индивидуальных веществ.

$\Delta_f H$ – теплота образования (кДж/моль) – это тепловой эффект образования одного моль сложного вещества из простых веществ.

**Стандартные теплоты
образования простых
веществ в их наиболее
устойчивых формах
равны нулю**

**Для условной химической
реакции:**



$$\Delta_r H = c \Delta_f H(C) + d \Delta_f H(D) - a \Delta_f H(A) - \\ - b \Delta_f H(B)$$

2. Расчет теплового эффекта химической реакции по теплотам сгорания индивидуальных веществ.

$\Delta_{\text{сг}}H$ – теплота сгорания
тепловой эффект окисления одного
моль вещества в чистом кислороде
до высших оксидов

Для условной реакции:

$$\Delta_{\text{r}}\text{H} = a \Delta_{\text{сг}}\text{H}(\text{A}) + \\ + b \Delta_{\text{сг}}\text{H}(\text{B}) - c \Delta_{\text{сг}}\text{H}(\text{C}) - \\ - d \Delta_{\text{сг}}\text{H}(\text{D})$$

Термохимия является основой диетологии, науки о рациональном питании.

Приведенные теплоты сгорания (кДж/г или ккал/г) пищевых продуктов характеризуют их энергетическую ценность.

Калорийность важнейших компонентов пищи

Жиры ~ 9 ккал/г

Белки ~ 4 ккал/г

Углеводы ~ 4 ккал/г

**Таблица 1 Химический состав и калорийность
некоторых пищевых продуктов**

Название продукта	Содержание, %				Калорий- ность кДж/кг
	белки	жиры	углеводы	H ₂ O	
Хлеб ржаной	6,3	1,3	46,1	43,9	9500
Макаронные изделия	11,0	0,9	74,2	13,6	14980
Сахар	–	–	99,9	0,1	17150
Масло сливочное	0,5	83,0	0,5	16,0	32470
Говядина	18	10,5	–	71,3	7150
Картофель	2,0	–	21,0	76	3930
Яблоки	0,4	–	11,3	87	2130

Суточная потребность человека в энергии составляет:

- при легкой мышечной работе – **2500 ккал**,
- при умеренной и напряженной мышечной работе (студенты, врачи и др.) – **3500 ккал**,
- при тяжелом физическом труде (литейщики, каменщики и др.) – **4500 ккал**,
- при особо тяжелом физическом труде (спортсмены) – **7000 ккал**.

Высокая физическая активность способствует увеличению энергозатрат организма на 30-50%.

Энергозатраты организма возрастают при различных заболеваниях. Например, при ревматоидном артрите энергетическая прибавка на болезнь составляет ~10 %.

**Мозг человека, как во
время сна, так и в
период напряженной
творческой
деятельности,
стабильно окисляет 5-6г
ГЛЮКОЗЫ.**

**Увеличение калорийности пищи
при одновременном снижении
мышечной активности являются
главными причинами ожирения.**

**Ожирение – не
инфекционная эпидемия 21
века.**

**По данным ВОЗ в мире
зарегистрировано 300 млн.
больных ожирением. В
развитых странах число
страдающих от ожирения
составляет 30 % от общего
числа населения**





$$\text{Индекс массы тела} = \frac{\text{Масса (кг)}}{\text{Рост}^2 \text{ (м)}}$$

Если ИМТ > 30



имеет место ожирение

**Ожирение повышает
риск сердечно-
сосудистых
заболеваний,
диабета и рака.**

Благодарим

за

внимание!!!