

# Основные понятия термодинамики. Первое начало термодинамики и его применимость к биосистемам

---



Лекция №4

Лектор: доцент, к.х.н.

Иванова Надежда Семёновна

# Термодинамика - ...

- ... научная дисциплина, которая устанавливает точные соотношения между энергией и свойствами системы, не требуя каких-либо сведений о строении молекул и механизме процессов.

- Задачи термодинамики:

1. Расчёт теплового эффекта реакции.
2. Определение направления реакции.
3. Расчёт максимального выхода продукта.

# Основные понятия термодинамики

- Главная задача – научиться производить термодинамические расчёты и по результату делать выводы о направлении реакции и количестве тепла, которое в реакции выделяется.
- Система – тело или группа тел, находящихся во взаимодействии и мысленно обособленных от окружающей среды (содержит от  $10^{+5}$  до  $10^{+11}$  молекул)

# Термодинамические системы

По характеру взаимодействия с окружающей средой делят на:



# Функции состояния

**H** – энтальпия – тепловой эффект образования 1 моль вещества из простых веществ при  $p = \text{const}$ .

**E(U)** – внутренняя энергия – полный запас энергии тела или системы без учёта её  $E_k$  и  $E_{\text{п}}$ .

**S** – энтропия

**G** – изобарно-изотермический потенциал / свободная энергия Гиббса.

# Первый закон термодинамики –

...

... одна из форм закона сохранения энергии.

Его формулировки:

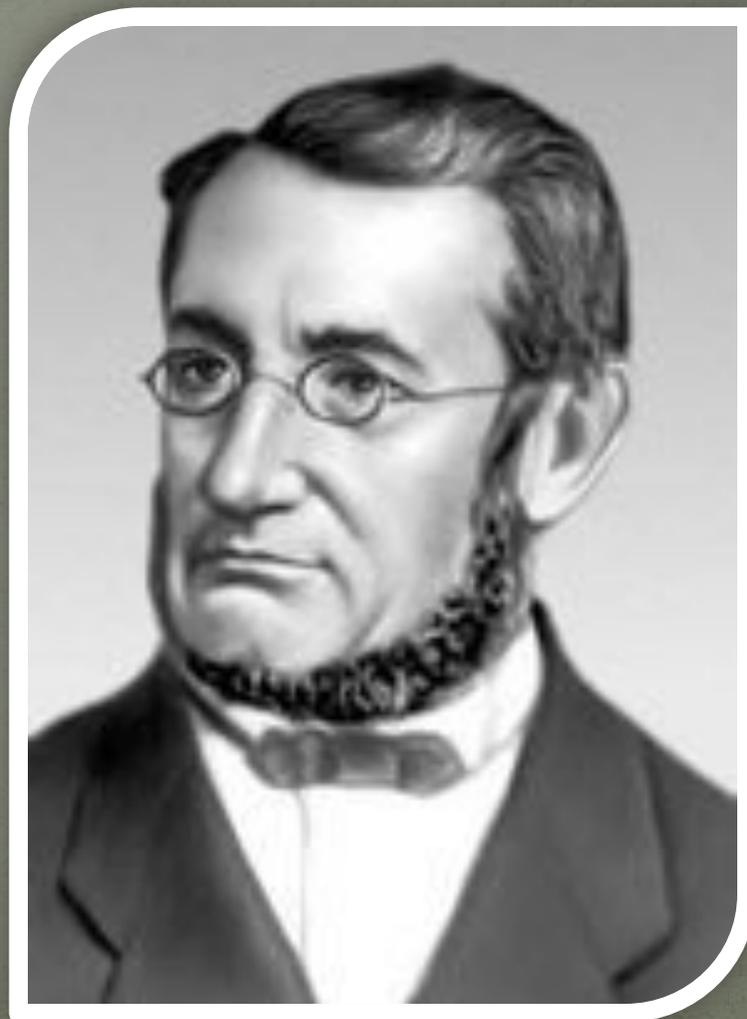
1. Энергия не создаётся и не уничтожается, а переходит из одной формы в другую.
2. Переход из одного вида в другой происходит в строго эквивалентных количествах.
3. Полная энергия изолированной системы – величина постоянная.

$$Q = \Delta E + p\Delta V$$

# Первый закон термодинамики в приложении к химическим реакциям

$$\Delta H = \Delta E + p\Delta V$$

Теплота,  
подведённая к  
системе,  
расходуется на  
увеличение  
внутренней энергии  
и на совершение ею  
работы против  
внешних сил.



Юлиус Роберт Майер (1814 – 1878)

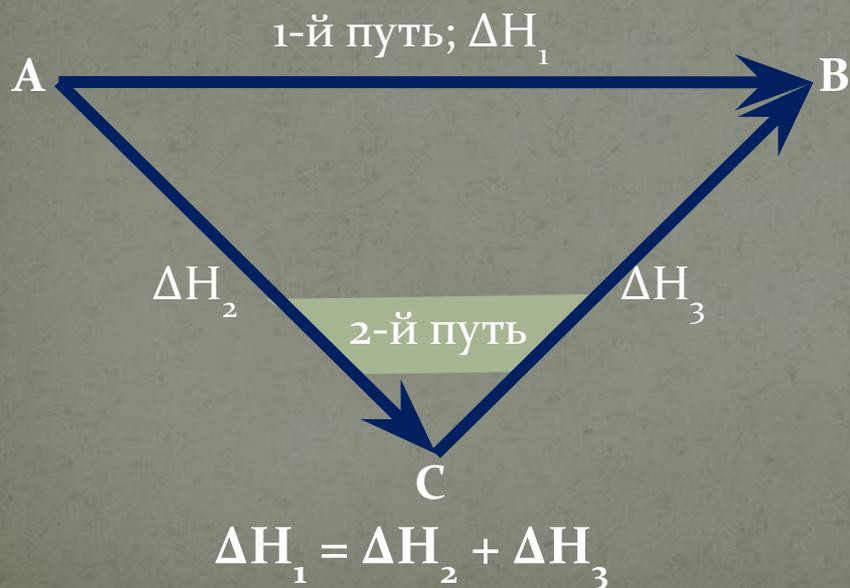
# Способы определения $\Delta H$

1. Калориметрия – экспериментальный способ определения  $\Delta H$ .



# Способы определения $\Delta H$

2. Закон Гесса – изменение энтальпии в химической реакции зависит только от вида и состояния исходных веществ и продуктов и не зависит от путей перехода из одного состояния в другое.



Герман Иванович Гесс (1802 – 1850)

# Способы определения $\Delta H$

## 3. Следствия из закона Гесса

I-ое следствие:

$$\Delta H_{p-ии}^{\square} = \sum n \cdot \Delta H_{\text{обр.прод.}}^{\square} - \sum n \cdot \Delta H_{\text{обр.исх.в-в.}}^{\square}$$

II-ое следствие:

$$\Delta H_{p-ии}^{\square} = \sum n \cdot \Delta H_{\text{сгор.исх.в-в}}^{\square} - \sum n \cdot \Delta H_{\text{сгор.прод.}}^{\square}$$

Реакция сгорания – процесс взаимодействия сложного вещества с кислородом, в результате которого образуются высшие стабильные оксиды.

# используемые в расчётах $\Delta H$ реакции

- Изменение энтальпии ( $\Delta H$ ) прямо пропорционально количеству исходных веществ и продуктов.
- Значение  $\Delta H$  прямой реакции равно по величине и обратно по знаку  $\Delta H$  обратной реакции (закон Лавуазье – Лапласа).
- $\Delta H^\circ$  (стандартная энтальпия) = 0 для простых веществ и элементов в стандартных условиях ( $T=298\text{K}$ ,  $p=101,3\text{ кПа}$ ,  $n=1\text{моль}$ ).

# Применение I начала

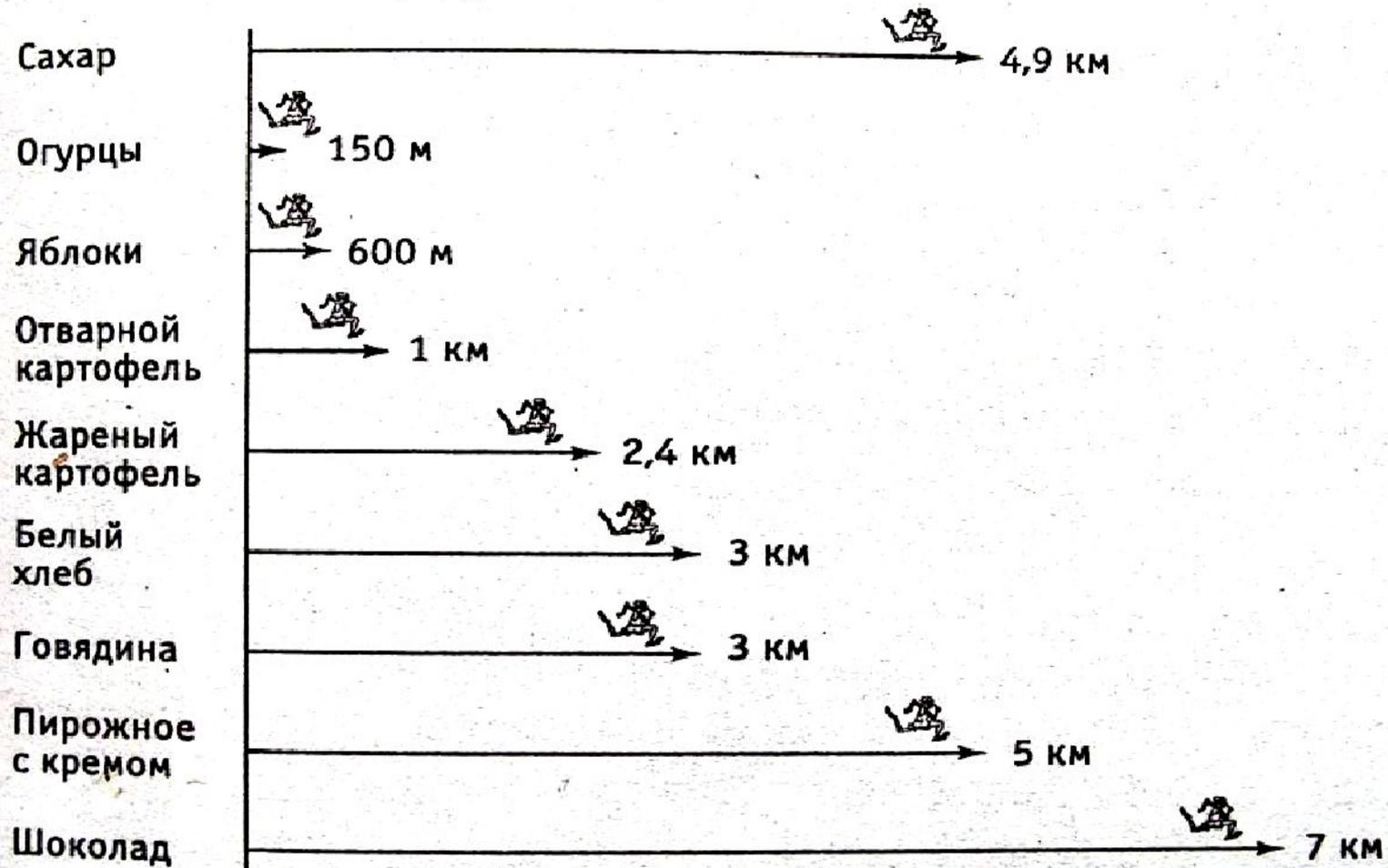
- Для расчёта уровня основного обмена в организме. Основной обмен – скорость выделения организмом тепла в состоянии покоя и по прошествии значительного времени после приёма пищи. В норме 320-360 кДж/час; сильные отклонения указывают на недостаток или избыток Т3 и Т4.
- **В диетологии** (эннергоменю), которая устанавливает соответствие калорийности пищи энергозатратам.

$$-\Delta H = c (-\Delta H_{\text{угл.}}) + f (-\Delta H_{\text{жир.}}) + p (-\Delta H_{\text{бел.}})$$

$-\Delta H_{\text{угл., жир., бел.}}$  – калорийность, равная количеству тепла при полном окислении 1 г до конечных продуктов обмена веществ.  $-\Delta H_{\text{студ.}} = 12500-15100$  кДж

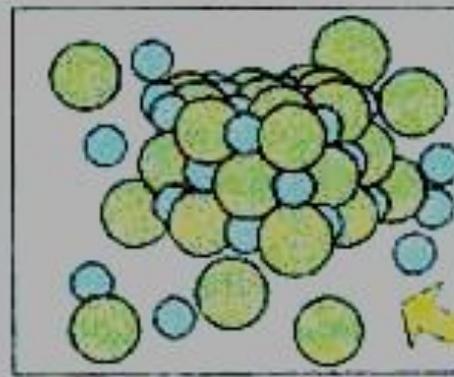
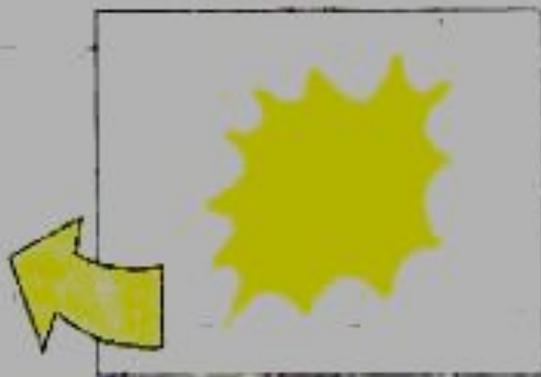
# Калорийность пищевых продуктов, представленная в виде их Е эквивалента

Дистанция пробега, эквивалентная по энергии  
100 г продукта



# Классификация процессов по тепловому эффекту

Система  
выделяет  
тепло,  $\Delta H < 0$   
(экзотерми-  
ческий  
процесс)



Система  
поглощает  
тепло,  $\Delta H > 0$   
(эндотерми-  
ческий  
процесс)

**Спасибо за внимание!**