

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:



Открытая



Изолированная



Закрытая

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

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

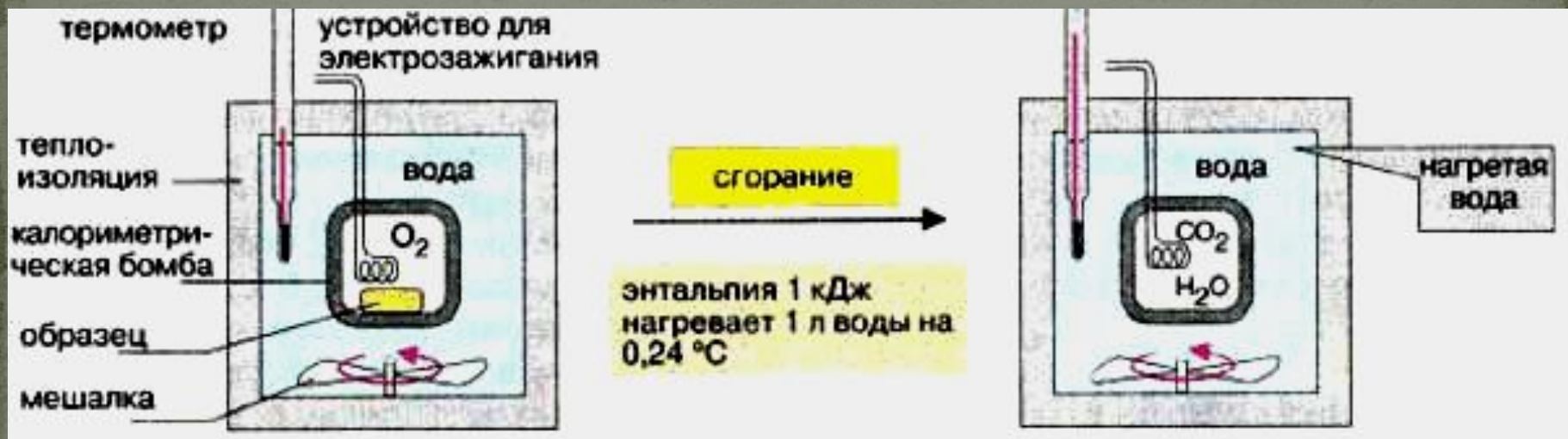
Теплота,
подведённая к
системе,
расходуется на
увеличение
внутренней энергии
и на совершение ею
работы против
внешних сил.



Юлиус Роберт Майер (1814 – 1878)

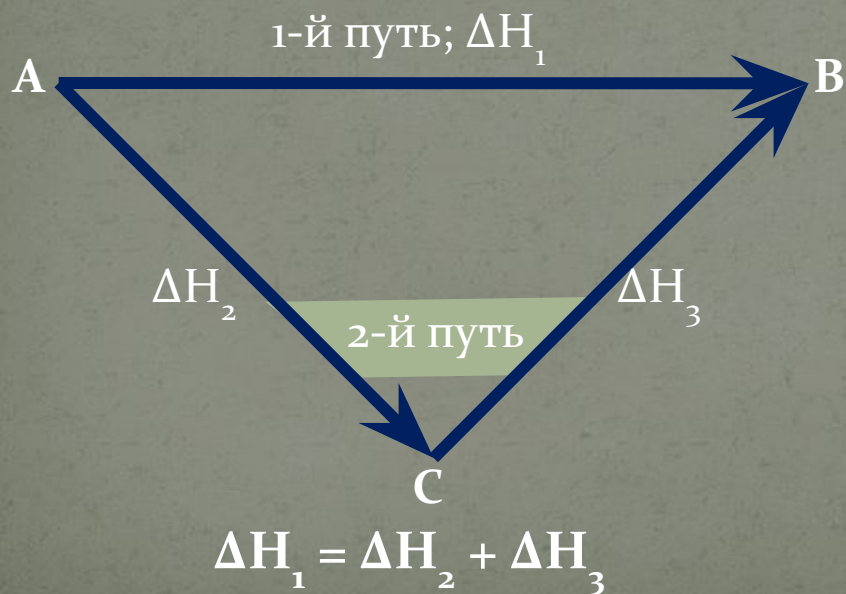
Способы определения ΔH

1. Калориметрия – экспериментальный способ определения ΔH .



Способы определения ΔH

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 ΔH

3. Следствия из закона Гесса

I-ое следствие:

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

II-ое следствие:

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

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

используемые в расчётах ΔH реакции

- Изменение энтальпии (ΔH) прямо пропорционально количеству исходных веществ и продуктов.
- Значение ΔH прямой реакции равно по величине и обратно по знаку ΔH обратной реакции (закон Лавуазье – Лапласа).
- ΔH° (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

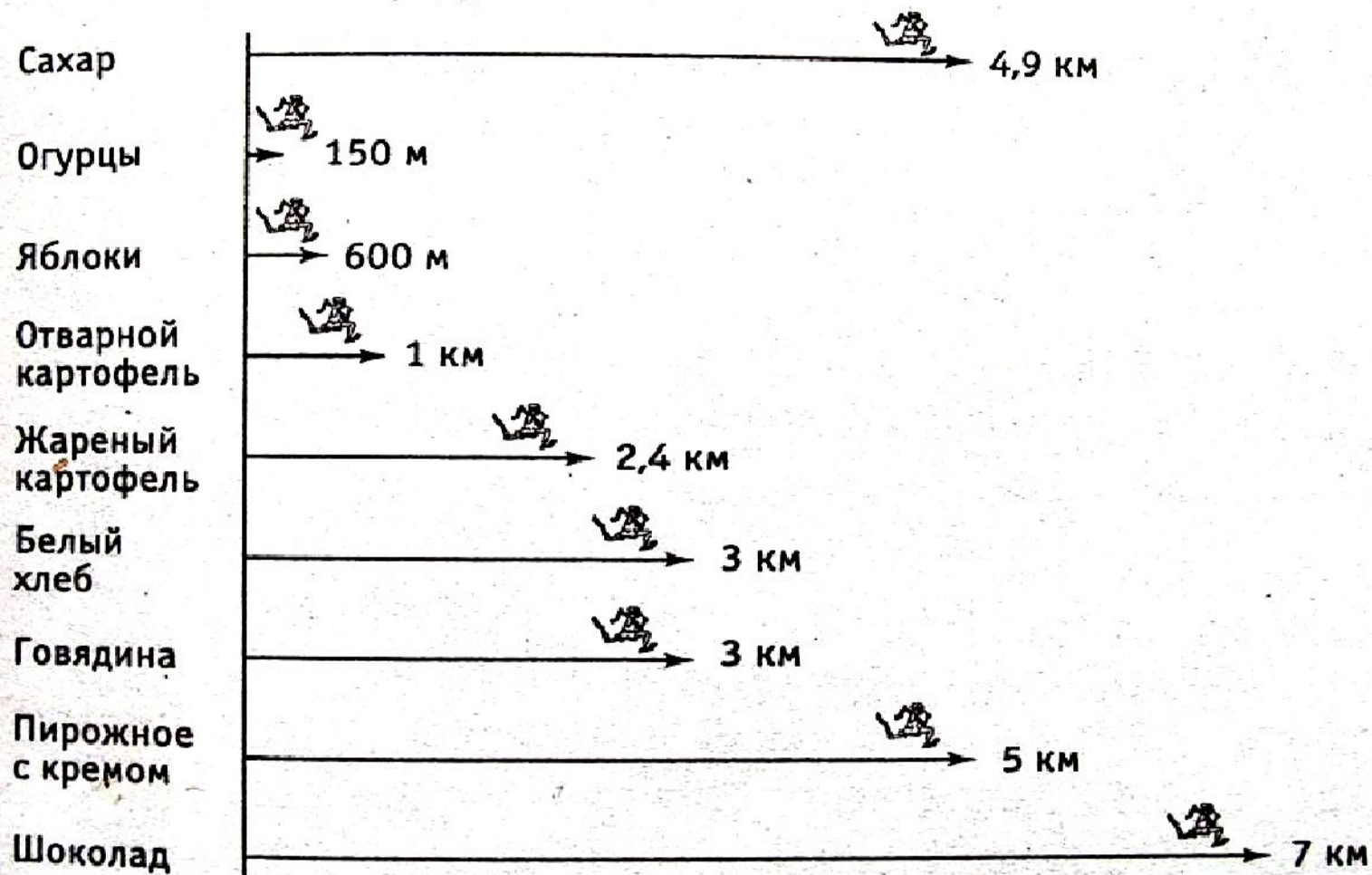
- Для расчёта уровня основного обмена в организме. Основной обмен – скорость выделения организмом тепла в состоянии покоя и по прошествии значительного времени после приёма пищи. В норме 320-360 кДж/час; сильные отклонения указывают на недостаток или избыток Т3 и Т4.
- **В диетологии** (эннергоменю),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

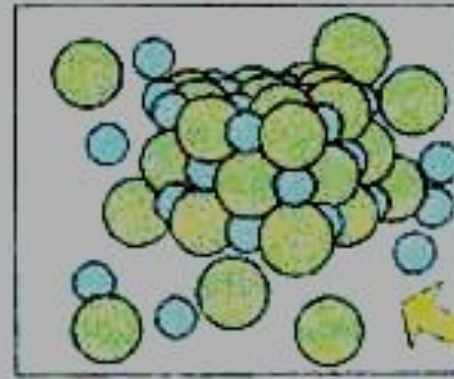
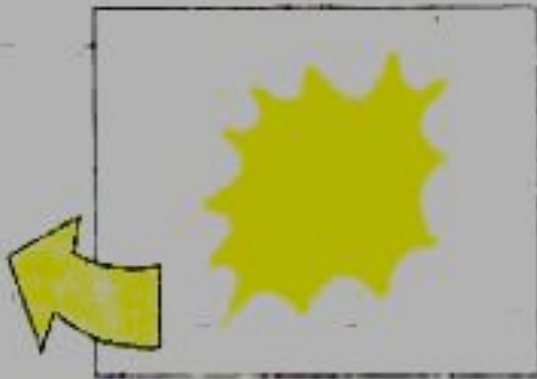
Калорийность пищевых продуктов, представленная в виде их Е эквивалента

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!