

Algumas questões sobre o ensino de termoquímica





Leitura:

- Mortimer, E. F. e Amaral, 1998, Calor e temperatura no ensino de termodinâmica, *Química Nova na Escola*, 7, p.30.
- Oliveira, R. J. e Santos, J. M., 1998, A energia e a química, *Química Nova na Escola*, 8, p.19.
- Silva, J. L. P., 2005, Por que não estudar Entalpia no Ensino Médio?, *Química Nova na Escola*, 22, p.22.



Conceitos prévios necessários?

- Calor
- Temperatura
- Energia
- Reação química
 - Rearranjo de átomos
- Compreender uma equação química



Conceitos fundamentais envolvidos?

- Relação entre energia e ligação química:
 - Na **formação** de uma ligação química energia é **liberada**.
 - Na **quebra** de uma ligação química energia é **absorvida**.
- Energia é conservada:
(1ª Lei da Termodinâmica)
Em uma transformação química, matéria e energia são conservadas.



Análise da seqüência usual em livros didáticos.

- Geralmente o tema é abordado no 2º ano do Ensino Médio.
- Conteúdos já tratados:
 - Energia (conceitual)
 - Mudanças de estado físico
 - Substância
 - Reações químicas
 - Equações químicas, balanceamento e estequiometria
 - Ligações químicas
 - Funções químicas inorgânicas
 - Soluções



Usberco e Salvador, 1999, Química, volume único.

- Introdução: calorímetro, unidade (cal)
- Definição de entalpia (ΔH)
- ΔH em reações exotérmicas
- ΔH em reações endotérmicas
- ΔH nas mudanças de estado físico
- Entalpia padrão
- Equação termoquímica
- Entalpia de formação, combustão
- **Energia de ligação**
- Lei de Hess

Tito e Canto, 1994, Química na Abordagem do Cotidiano, vol 2.

- Introdução: unidade (cal, J)
- Termoquímica
 - Calorímetro
 - Processo exo e endotérmicos.
- Entalpia
- Fatores que influenciam o valor de ΔH (n, T)
- O estado padrão
- Algumas reações importantes
 - Combustão
 - Formação
- Lei de Hess
- **Energia de ligação**



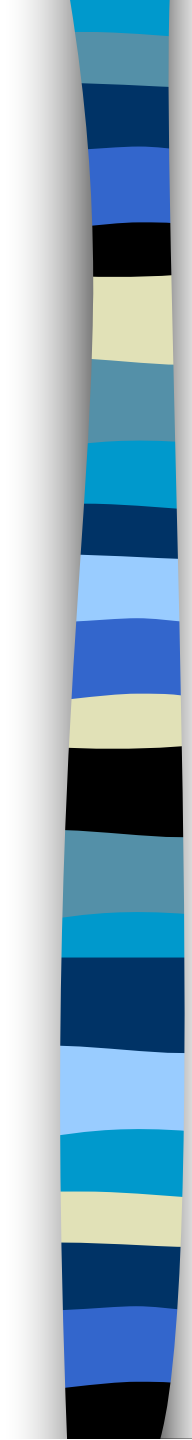
Calor: concepções alternativas

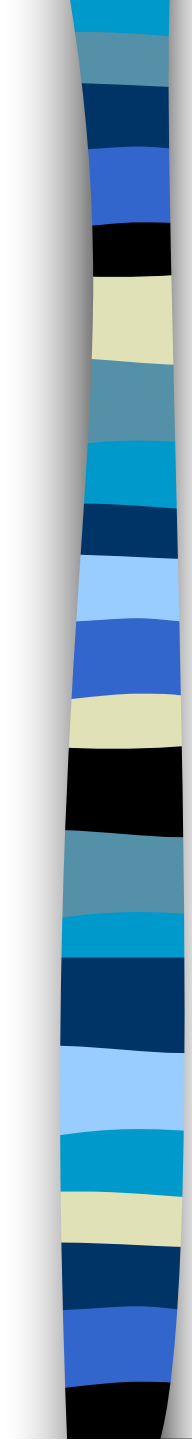
- Calor é uma substância.
(ex.: Um corpo contém calor.)
 - *Correto*: É um processo de transferência de energia
- Existem dois tipos de calor: quente e frio.
- Calor é diretamente proporcional à temperatura.
 - *Correto*: Calor é proporcional a ΔT .



Temperatura:

- É a propriedade que nos diz a direção do fluxo de calor.
- Confusão entre o conceito de calor e temperatura.
- Os alunos têm dificuldades em relacionar temperatura à energia cinética das partículas.
- **Interpretação cinético-molecular:**
 - ...a **temperatura** pode ser associada à **energia cinética média** dessas moléculas, íons ou átomos (**partículas**)...
 - Pode-se considerar que a **temperatura** expressa maior ou menor **grau de agitação térmica** dessas **moléculas**.

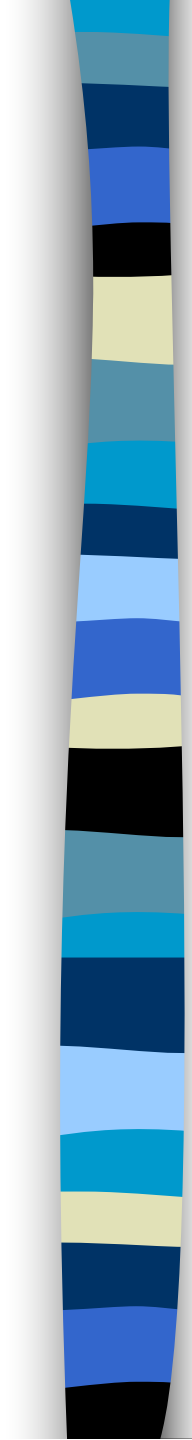
- 
- “O resultado é um almálgama indiferenciado de conceitos científicos e cotidianos, sem que o aluno consiga perceber claramente os limites e contextos de aplicação de um e de outro”. (Mortimer e Amaral, 1998)
 - “Em lugar de suprimir os significados cotidianos, seria melhor oferecer aos alunos condições para tomar consciência de sua existência e saber diferenciá-los dos conceitos científicos”.



Muitos alunos pensam que energia é liberada quando uma ligação química é quebrada.

Razões:

- Os alunos desenvolvem uma forte relação entre energia e combustíveis.
- Aprendem que “combustíveis contêm energia”.
- Criam a idéia de que combustíveis contêm energia armazenada na forma de ligações químicas.

- 
- No ensino mais fundamental é comum e mais “palatável” dizer que combustíveis são “reservas de energia” e que “energia é liberada na queima de combustíveis”. Mas há evidências de que estas afirmações formam a idéia de que “energia é liberada quando se quebra uma ligação química”.



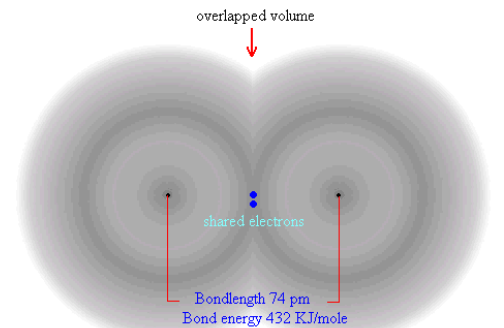
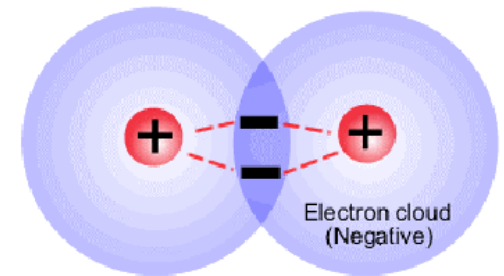
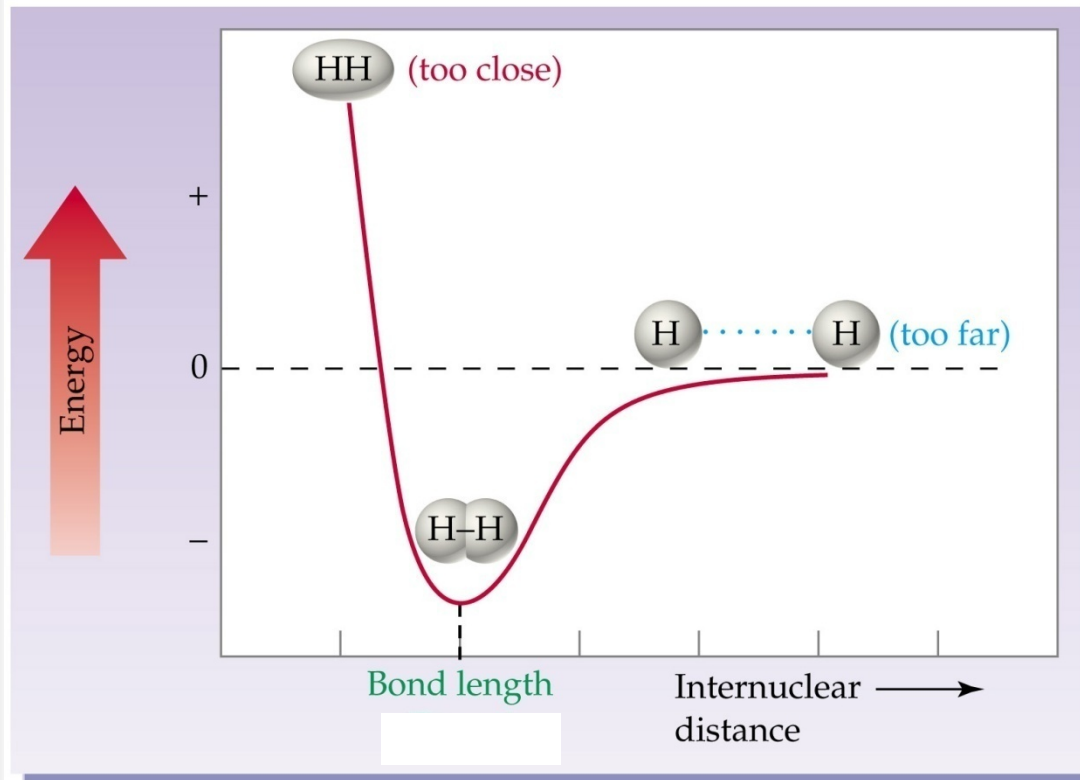
Outro problema:

- Na Biologia (EM): A hidrólise de ATP (“quebra”) libera energia.

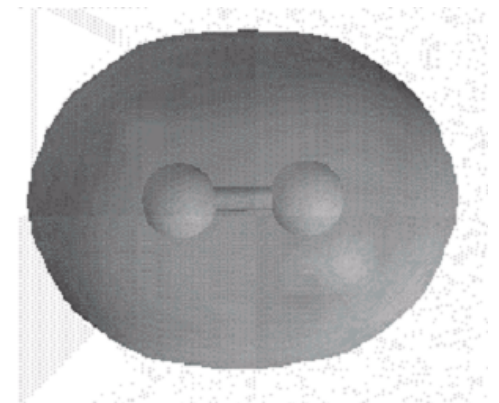


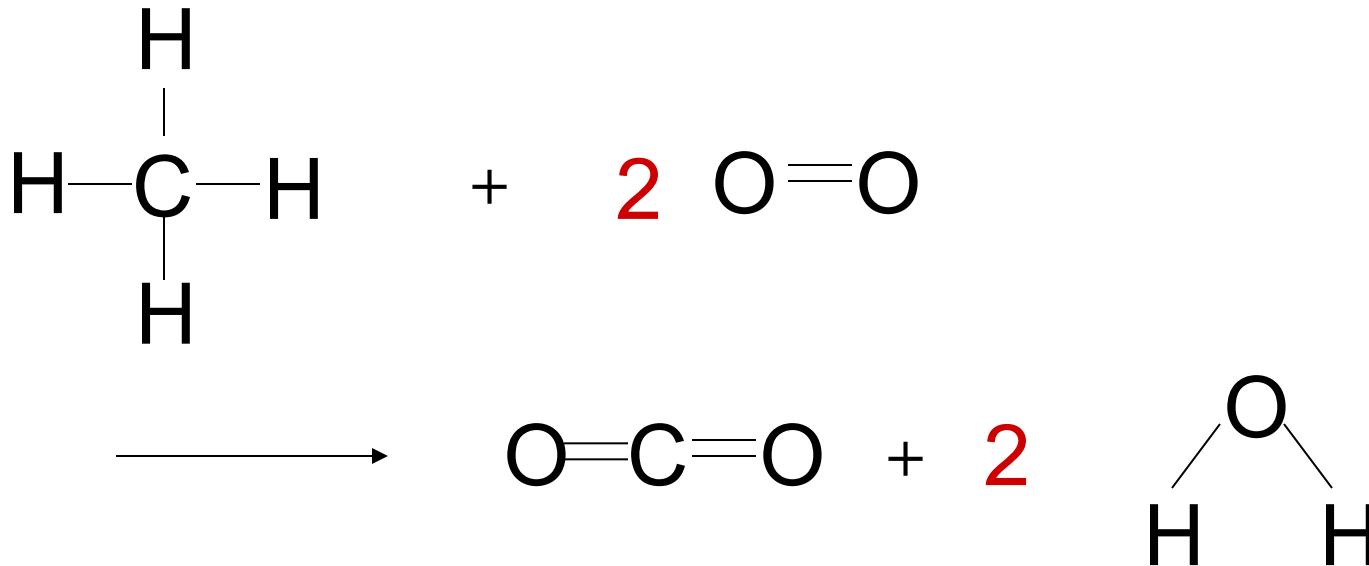
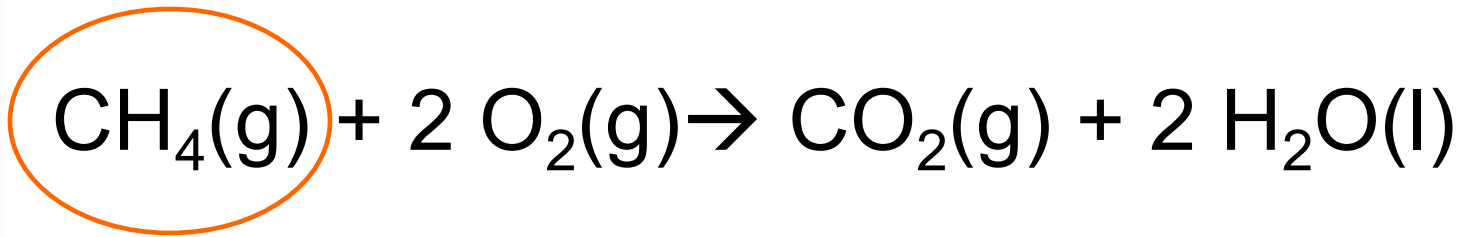
Então, o conceito de ligação química é importante

Deve ser revisto como uma energia potencial eletrostática (energia de ligação)



Hydrogen molecule (H-H bond)
(cross section)





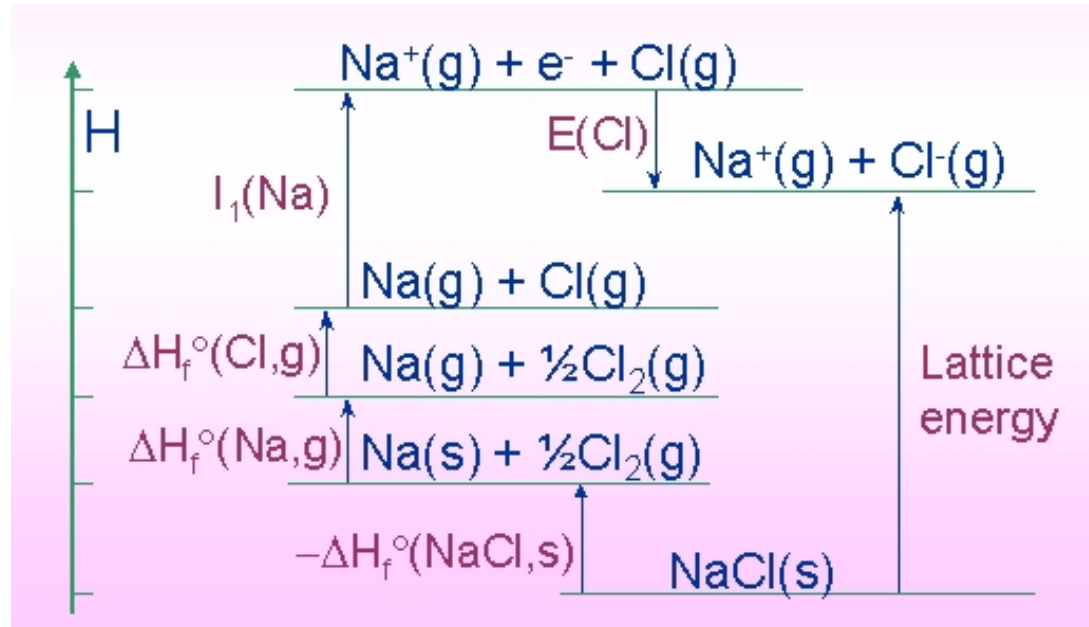
Porque não falar em energias envolvidas nos processos químicos?

Energia potencial eletrostática (energia de ligação)

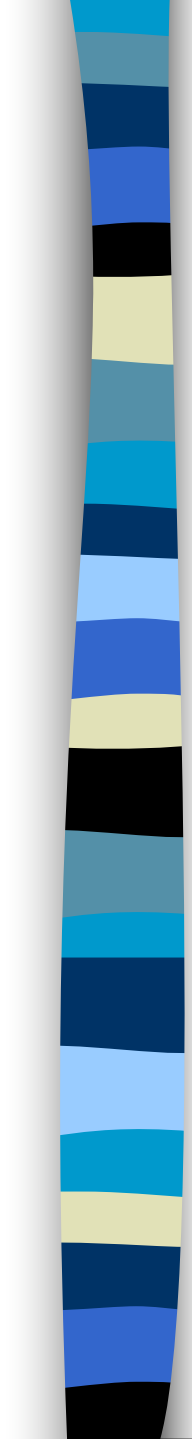
Energia cinética (rotacional, vibracional e translacional)

É uma boa oportunidade para também rever a ligação iônica.

Ciclo de Born-Haber



Lei de Hess



“na queima do óleo, a **energia química armazenada** no óleo é igual a usada para aquecer o ar a sua volta e no interior do cilindro mais a energia potencial do pistão na posição elevada, sendo conservada a quantidade de energia antes e depois da queima”. (Gleiser, M., 1997, *A Dança do Universo*, p. 27)

- Mas o que é convertido em energia térmica e em trabalho mecânico não é a energia química armazenada no óleo, mas o saldo energético do processo de queima.



De onde vem a energia química?

- É a energia potencial que as substâncias possuem devido às atrações e repulsões entre suas partículas subatômicas. Tais conteúdos energéticos pode ser alterados por meio de reações químicas.
- Quando as substâncias reagem, ocorrem mudanças na natureza das atrações (ligações químicas) entre seus átomos, portanto há mudanças na energia química (energia potencial) que observamos sob a forma de energia liberada ou absorvida no curso da reação.

(Kotz e Treichel, 1995 e Brady, 1990)



A energia é conservada em uma transformação química.

Mas muitos alunos pensam:

- Energia é utilizada ou perdida.
 - A idéia de que energia é consumida é um conceito cotidiano, comum.
 - É uma evidência visual.



Um diálogo em sala de aula.

Estudante: eu acho que algo está fornecendo, isso causa energia...

Professor: Eu não entendo.

Estudante: Para todas as energias há algo que as faz funcionar, isto é dá a força.

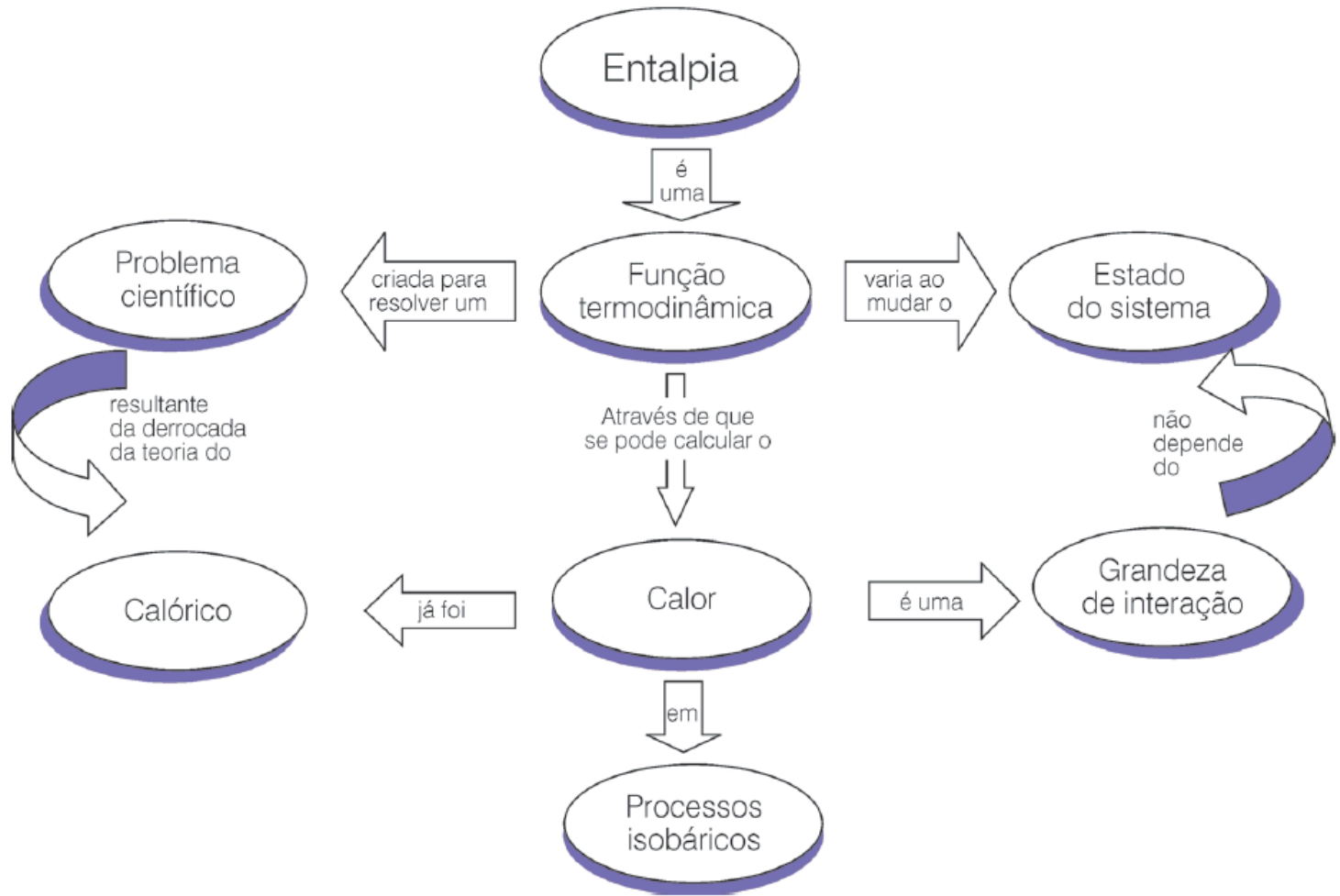
Este estudante parece sugerir que energia é formada por algo.



Energia é conservada.

- Ensinar que energia é transferida é extremamente importante para desenvolver a idéia de que de fato energia não é “consumida” mas se transforma de uma forma para outra.
- É importante para que o aluno compreenda a origem do calor de reação.

Mapa conceitual da entalpia



$$H = U + pV$$

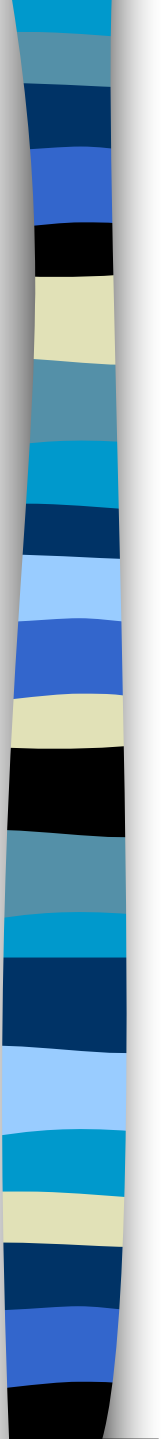
$$\Delta U = Q - W$$

$$dH = \left(\frac{dH}{dT}\right)_{p,n} dT + \left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_{T,n} dp + \sum_i \left(\frac{dH}{dn_i}\right)_{T,p} dn_i$$

$$\Delta H = \Delta U + p\Delta V = \Delta U + W$$

$$\Delta H = Q$$

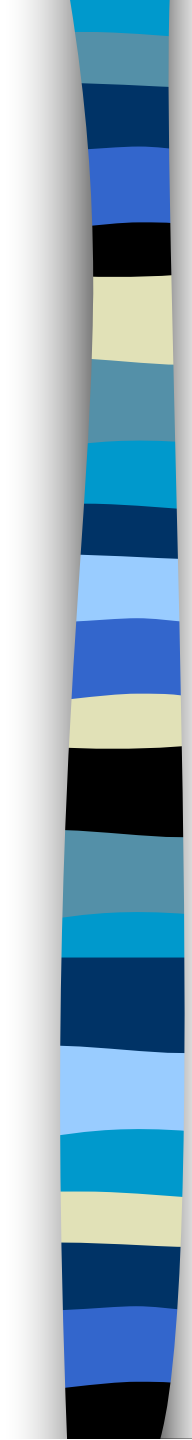
$$\Delta H = C_p \Delta T \quad Q = C_p \Delta T \quad Q = m c_p \Delta T$$





Experimentos

- Observação de termômetros.
 - Lei zero da termodinâmica
 - Relação teoria-aparelho experimental
 - Conceito de temperatura
- Sensação produzida X medida de temperatura de blocos de alumínio e madeira.
 - Sensação de quente e frio
 - Temperatura
 - Calor específico; calor



Proposta:
atividades experimentais
discussão de problemas

- Mistura de dois volumes iguais de água a temperaturas diferentes

Situação 1:

Água a
20°C

Água a
50°C

Situação 2:

Água a
60°C

Água a
70°C

-Após misturar a água dos frascos em qual das duas situações haverá maior transferência de energia?

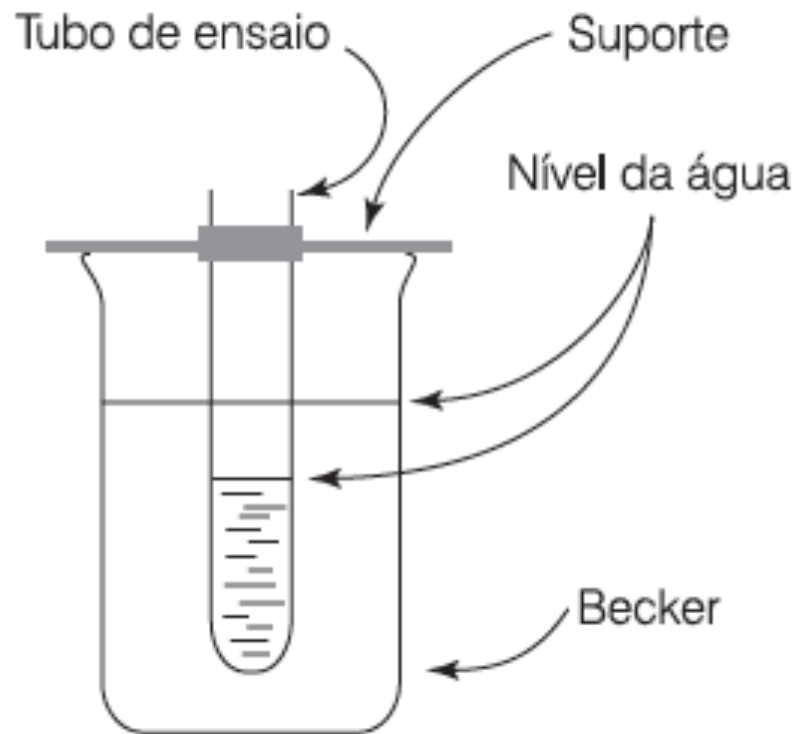


Experimentos

- Diferença entre T e ΔT .
- Diferença entre T e Q .
 - Calor = ideia, conceito abstrato, relacionado a ΔT , é o processo de transferência de energia de um sistema a uma temperatura mais alta para outro a uma temperatura mais baixa.
 - Temperatura = medida da energia média das partículas que compõem um sistema.
 - $Q = m c \Delta T$

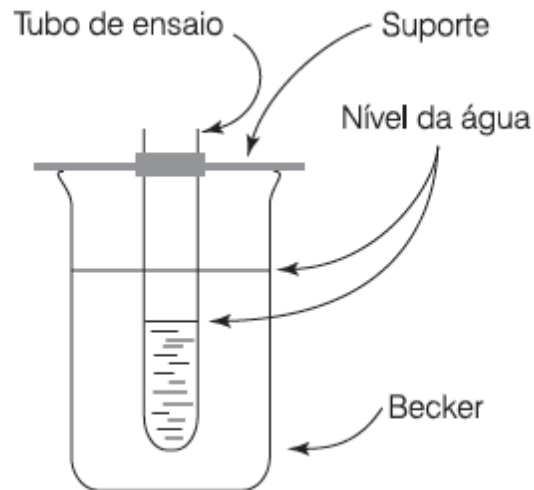
Experimentos

- Condições para que a água entre em ebulição



Experimentos

- Condições para que a água entre em ebulição



- Só a Q quando houver ΔT .
- Q e mudança de estado físico.
- Banho-maria (cotidiano).



Em todos os casos o modelo teórico necessário é o cinético-molecular

■ Temperatura

- A temperatura está associada à energia cinética média de partículas.
- Quanto maior T , maior a agitação térmica das partículas.

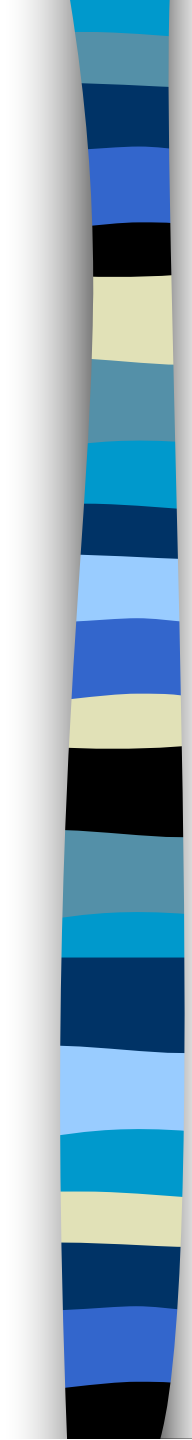
■ Transmissão de calor

- Por meio de sucessivas colisões, parte da energia cinética dos átomos da região aquecida é transferida para átomos da região vizinha...



As atividades e discussões anteriores são essenciais para a compreensão do conceito ENERGIA

- Relação entre energia e ligação química:
 - Na **formação** de uma ligação química energia é **liberada**.
 - Na **quebra** de uma ligação química energia é **absorvida**.
- Energia é conservada:
(1ª Lei da Termodinâmica)
Em uma transformação química, matéria e energia são conservadas.



Dificuldades com relação às transformações exotérmicas e endotérmicas

- A queima de uma vela é um processo endotérmico pois precisamos de calor para acendê-la.
- O calor necessário para acender uma vela é igual ao calor produzido por sua queima.
- Quando a vela queima não há produção de calor pois a temperatura é constante.