

Final

7 de Maio de 2005

Em 2005 – Ano Internacional da Física – completam-se 50 anos sobre a morte de Albert Einstein e 100 anos sobre a publicação dos seus 3 artigos mais famosos. As descobertas de Albert Einstein deram também um importante contributo para o desenvolvimento da Química e as questões seguintes exploram algumas relações entre Einstein e a Química.

1. Efeito Fotoeléctrico

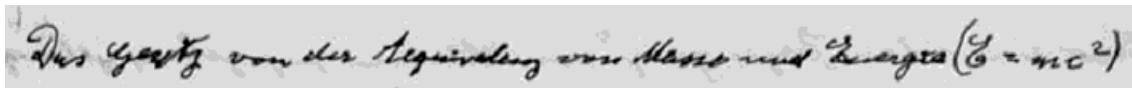
Para explicar o efeito fotoeléctrico – um dos mistérios da Física no início do século XX – Einstein usou o conceito de quanta, proposto por Planck 5 anos antes, e uma suposição extraordinária: a de que um raio de luz, normalmente considerado uma onda, poderia também ser tratado como um feixe de partículas, denominadas fotões.

Quando uma superfície de sódio metálico é irradiada com fotões de frequência $7,0 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$, são ejectados electrões com uma energia cinética de $5,8 \times 10^{-20} \text{ J}$.

A) Qual a energia mínima acima da qual um fotão pode arrancar um electrão ao sódio metálico, por efeito fotoeléctrico?
[$h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ Js}$]

B) Sabendo que os elementos ${}^3\text{Li}$, ${}^{11}\text{Na}$ e ${}^{19}\text{K}$ pertencem ao mesmo grupo da Tabela Periódica, prever, justificando, qual dos correspondentes metais – Li(s), Na(s) e K(s) – poderá apresentar efeito fotoeléctrico quando irradiado com fotões de energia inferior à calculada na alínea anterior.

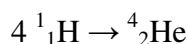
2. $E = mc^2$



Texto manuscrito de Einstein, apresentando a equação $E = mc^2$.

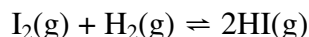
A equação mais famosa de Einstein relaciona a variação de energia que acompanha uma transformação com a variação de massa entre reagentes e produtos, $\Delta E = (\Delta m)c^2$, sendo c velocidade da luz. Esta relação explica a origem da enorme quantidade de energia libertada nas reacções de química nuclear.

A) A energia das estrelas resulta de reacções de fusão nuclear, a principal das quais é frequentemente descrita como



A partir das massas dos núcleos envolvidos (desprezando a participação dos electrões), calcular a energia libertada por esta reacção na produção de 1 mole de átomos de ${}^4_2\text{He}$.
[$c=3,00 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$; massa do núcleo de hidrogénio = 1,007278 u.m.a.; massa do núcleo de hélio = 4,001506 u.m.a.; 1 Joule (J) $\equiv 1 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}$]

B) A equação aplica-se a reacções químicas normais e a libertação de energia é também acompanhada pela correspondente variação de massa. Considerar a reacção seguinte, que consome 26 kJ por mole de HI formado:



Calcular a variação de massa que ocorre quando 2 moles de H_2 e 2 moles de I_2 , colocadas num recipiente de 1 dm^3 de capacidade, a $425 \text{ }^\circ\text{C}$, reagem até ao estado de equilíbrio, sabendo que a constante de equilíbrio a essa temperatura é $K_c=55$.

3. Movimento Browniano

Einstein apresentou uma teoria matemática correcta para descrever o movimento browniano, cuja verificação experimental encerrou o debate sobre a existência de moléculas, que ainda ocorria na época.

Einstein sugeriu também uma equação para a determinação experimental do número de Avogadro a partir do movimento browniano.

A) Uma das primeiras estimativas do número de Avogadro (N_A) foi obtida considerando que o número de moléculas em 1 cm^3 de um gás perfeito em condições PTN é $1,9 \times 10^{19}$. Sabendo que uma mole de gás nessas condições ocupa $22,4 \text{ dm}^3$, calcule o valor de N_A assim obtido.

B) O primeiro valor de N_A obtido a partir do movimento browniano foi $6,5 \times 10^{23}$. Utilizando este valor, calcular o volume médio ocupado por uma molécula de H_2O no líquido, sabendo que 1 dm^3 de água no estado líquido contém 55,5 moles de H_2O .

4. O Jovem Einstein

O reconhecimento universal do trabalho de Einstein leva a que o seu nome seja utilizado como sinónimo de “cientista”. Tal é o caso de uma empresa que vende estojos de química, e outros produtos de divulgação científica para jovens, com a marca “Young Einstein”.

O estajo de química para jovens anuncia experiências de “formação de sólidos, libertação de gases e mudanças de cor”

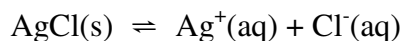
A) Um indicador com zona de viragem $4,2 < \text{pH} < 5,8$, apresenta uma forma ácida de cor amarela e uma forma básica de cor vermelha. Indicar, justificando, a cor observada quando uma gota deste indicador é adicionada a uma solução de HCl com concentração $1,0 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$.

B) O Clorato de potássio (KClO_3) é um desinfectante sólido que se decompõe por aquecimento, numa reacção que liberta oxigénio gasoso e forma um sal sem oxigénio.

Calcular o volume de O₂ que se pode formar por reacção completa de 1 mole de KClO₃(s).

[Considerar que 1 mole de O₂(g) ocupa 24,4 dm³, à temperatura ambiente]

C) O AgCl é um sólido muito pouco solúvel. A constante de equilíbrio da reacção



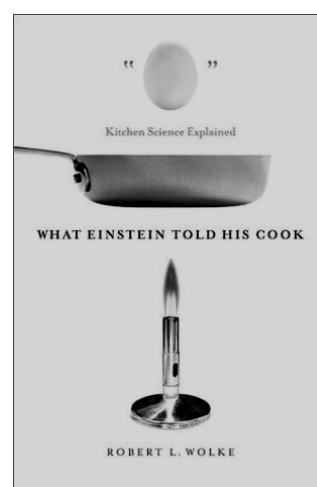
(constante de solubilidade) é $K_s = 1,6 \times 10^{-10}$.

Calcular a massa do sólido formado quando se misturam 0,01 dm³ de uma solução de NaCl 0,09 mol dm⁻³ com 0,02 dm³ de uma solução de AgNO₃ 0,06 mol dm⁻³.

[Ar(Ag) = 108,0; Ar(Cl) = 35,5]

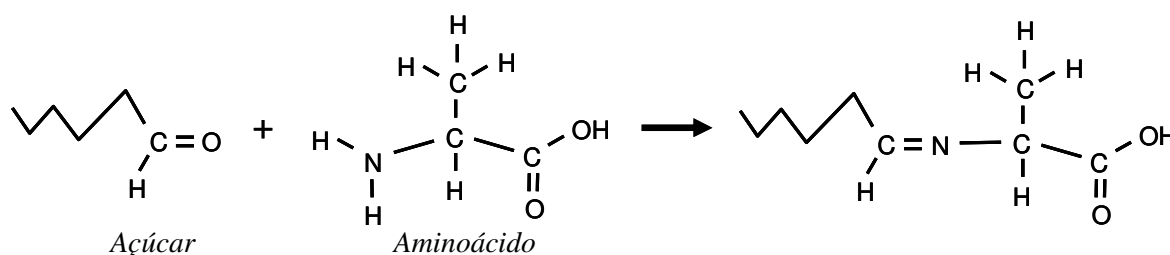
5. O que Einstein disse ao seu cozinheiro

A identificação entre Einstein e os cientistas surge também em livros de divulgação científica. Neste livro, que poderia chamar-se “Um Cientista na Cozinha”, o autor explica a química da cozinha, tal como Einstein a teria explicado ao seu cozinheiro...



A cor e o aroma de muitos alimentos assados ou “tostados” é devida a uma reacção entre açúcares e aminoácidos (ou proteínas), descrita por L. C. Maillard em 1912.

O primeiro passo da reacção de Maillard pode ser representado pelo esquema de reacção seguinte:



A) Identificar o produto de reacção em falta no esquema.

B) Identificar a geometria em torno de cada um dos 3 átomos de carbono, do átomo de oxigénio (OH) e do átomo de azoto do aminoácido.

[linear, angular, triangular plana, piramidal trigonal, tetraédrica]

C) Sabendo que a reacção de Maillard só ocorre nos alimentos a partir dos 130-140°C, indicar, justificando, quais as condições necessárias para obter uma camada tostada num alimento (por exemplo, carne), por cozedura em água.

Fim