

Conteúdo

Páginas

Seiva elaborada	1
Potencial hídrico	2
Fito-hormona/Regulador do crescimento vegetal	5
Seiva bruta	6
Teoria da Pressão Radicular	7
Hipótese do Fluxo de Massa	8
Teoria da Tensão-coesão-adesão	9
Carbocatiões	10
Leis de Faraday da electrólise	18
Raio de luz	19
Ângulo de Incidência da luz	20
Reflexão da luz	21
Ângulo de reflexão da luz	22
Leis de reflexão da luz	23
Refração da Luz	24
Índice de refração	25
Leis da refração da luz	25
Reflexão total da luz	26
Furador de rolhas	28
Argola metálica	29
Escovilhão	29
Garra	30
Argola de cortiça (sogra)	31
Barómetro	32

Referências

Fontes e Editores da Página	33
Fontes, Licenças e Editores da Imagem	34

Licenças das páginas

Licença	35
---------	----

Seiva elaborada

Referência : Correia, S. (2012), WikiCiências, 3(11):0683

Autor: Sandra Correia

Editor: Jorge Canhoto ^[1]

A seiva elaborada (seiva floémica) é uma solução aquosa rica em açúcares. Trata-se de um líquido vital para as plantas que, através do **floema**, é conduzido às diferentes partes do organismo, transportando açúcares e outros compostos necessários para o metabolismo.

O transporte da seiva ocorre de zonas denominadas fontes (tecidos fotossintéticos ou de reserva) para os chamados sumidouros, que são normalmente zonas da planta em crescimento ativo ou órgãos de reserva em formação. Da sua composição (peso seco) fazem parte 80-90% de açúcares resultantes da fotossíntese (fotoassimilados), mas também aminoácidos e outros componentes como álcoois e fosfatos ligados a açúcares, hormonas vegetais, ácidos nucleicos, vitaminas e elementos minerais.

O transporte da seiva elaborada é realizado em células do floema chamadas elementos de tubo crivoso, em virtude das suas paredes de topo serem perfuradas, assemelhando-se a um crivo que permite a passagem da seiva de umas células para outras. Outras células floémicas importantes, embora não condutoras, são as células companheiras que desempenham um papel crucial nos processos de carregamento e descarga do floema. A velocidade de circulação da seiva floémica é variável em função das plantas e do seu estado fisiológico. Por norma situa-se entre os 10 e os 200 cm/h. Em algumas plantas, como o milho, a velocidade pode ser bastante maior (cerca de 600 cm/h), enquanto nas gimnospérmicas a velocidade de transporte é muito mais reduzida (10 – 20 cm/h), devido ao facto das células condutoras serem estruturalmente diferentes das que ocorrem em angiospérmicas.

Devido ao seu alto teor em açúcares, a seiva floémica é muito procurada por parasitas das plantas que possuem aparelhos bucais capazes de penetrar os tecidos nas zonas mais jovens, normalmente nas extremidades apicais caulinares. Curiosamente, os estudos sobre a composição da seiva elaborada estão muito associados aos afídeos, pois estes insetos são muito eficazes em retirar seiva do floema. Se o seu corpo for retirado, mantendo-se apenas o aparelho bucal, a seiva elaborada é exsudada por um período relativamente longo, podendo ser recolhida e analisada. Este sistema é particularmente importante, pois outras tentativas para recolher seiva floémica resultam na contaminação da seiva por compostos provenientes de outros tecidos que não o floema. A seiva elaborada de algumas plantas tem um interesse económico importante. Por exemplo, o *maple syrup* muito utilizado em algumas regiões dos Estados Unidos e Canadá, em particular na costa Norte atlântica, é obtido através do processamento da seiva elaborada extraída de algumas espécies de bordos americanos (e.g. *Acer saccharum*, *A. rubrum*). Um outro exemplo, mais conhecido, é a cana-do-açúcar, uma gramínea extremamente eficiente do ponto de vista fotossintético utilizada para a produção de açúcar a partir do caule.

A hipótese mais aceite para explicar o movimento da seiva elaborada no floema é a **Hipótese do Fluxo em Massa**, proposta em 1930 por Ernest Münch.

Referências:

Taiz, L. e Zeiger, E. (2010) Plant Physiology, 5ª Ed., Sinauer Associates, Inc. Evert, R. F. e Eichhorn, S. E. (2013) Raven Biology of Plants. W. H. Freeman and Company Publishers, NY. Evert, R. F. 2006. Esau's plant anatomy, 3ª Ed. Willey-InterScience, New Jersey

Criada em 30 de Outubro de 2012

Revista em 31 de Outubro de 2012

Aceite pelo editor em 6 de Novembro de 2012

Referências

[1] <https://woc.uc.pt/botanica/person/ppgeral.do?idpessoa=51>

Potencial hídrico

Referência : Correia, S. (2012), WikiCiências, 3(11):0684

Autor: Sandra Correia

Editor: Jorge Canhoto ^[1]

O conceito de potencial hídrico (ψ_w) é bastante importante para a compreensão das relações hídricas nas plantas e entre estas e o meio exterior (solo e atmosfera). O potencial hídrico representa o potencial químico da água, ou seja, a energia livre associada às moléculas de água. A unidade de potencial químico é o J mol^{-1} .

Nos movimentos a curta distância, como nos sistemas osmóticos, a água desloca-se de regiões de maior potencial hídrico (maior energia livre) para regiões de potencial hídrico mais baixo (menor energia livre). O potencial hídrico de uma determinada solução é uma grandeza relativa, sendo sempre determinado em relação ao potencial hídrico da água pura medido nas condições de pressão normal e à temperatura do sistema. Assim, o ψ_w é calculado pela fórmula:

$$\mu_w - \mu_w^\circ = RT \ln e - RT \ln e^\circ \quad \Delta\mu_w = RT \ln e/e^\circ \quad (1)$$

em que:

μ_w – potencial químico da água no sistema

μ_w° – potencial químico da água pura

R – constante dos gases

T – Temperatura absoluta

e – pressão de vapor da água no sistema

e° – pressão de vapor da água pura

Se analisarmos a fórmula (1) é fácil constatar que o potencial hídrico da água pura é zero, pois se compararmos água com água o valor de pressão de vapor é igual e o $\ln e/e^\circ$ ($\ln 1$) é igual a zero, logo o ψ_w será também zero. Outra constatação que podemos retirar da fórmula é que a adição de um soluto à água, faz baixar o valor do potencial hídrico. Isso acontece porque o valor da pressão de vapor de uma solução (e) é inferior ao da água pura (e°). Deste modo, o valor e/e° será inferior a 1 e o respectivo $\ln$ um número negativo. O corolário desta situação é que a adição de um soluto à água faz baixar o valor do ψ_w .

Nas plantas o potencial hídrico é o resultado da soma de vários componentes, mas os mais importantes são o **potencial osmótico** (ψ_s) e o **potencial de pressão** ou **pressão de turgescência** (ψ_p). Assim, temos:

$$\psi_w = \psi_s + \psi_p \quad (2)$$

De uma maneira geral, a adição de um soluto à água faz baixar o valor do ψ_w , enquanto qualquer pressão exercida sobre o sistema aumenta o valor do ψ_w . Ao adicionar um soluto à água, a pressão de vapor (e) terá um valor mais baixo que no caso da água (e°), em virtude de um menor número de moléculas de água se encontrar na interface líquido-vapor. Recorrendo à fórmula (1) podemos verificar que para $e < e^\circ$ o $\ln e/e^\circ$ terá um valor negativo, logo o respectivo ψ_w será também negativo. Como é lógico, quanto maior a quantidade de soluto, menor o potencial

hídrico.

A importância do potencial hídrico e dos seus componentes pode ser ilustrada através de exemplos simples. Suponhamos que temos dois compartimentos (**Figura 1**) divididos por uma membrana semi-permeável (permeável ao solvente, neste caso água, e impermeável ao soluto). Consideremos ainda que o compartimento A possui uma solução 0,1M de sacarose e o compartimento B possui água pura. Se não exercermos qualquer pressão sobre o sistema, e sabendo que a água se desloca de zonas de maior potencial hídrico para zonas de menor potencial hídrico, a água deslocar-se-á predominantemente de B (compartimento com água) para A (solução de sacarose) até se atingir o equilíbrio porque o potencial hídrico da água é zero (valor mais elevado) e o potencial hídrico da solução terá um valor inferior a zero (mais baixo em comparação com a água).

Imaginemos agora que temos dois compartimentos, como na situação anterior, em que num dos compartimentos (A) temos uma solução com um valor hipotético de ψ_s de -6 MPa e no outro (B) temos água (**Figura 2**). Se a solução em A for sujeita a uma pressão de 10 MPa como será neste caso o movimento líquido de água? De acordo com (2), o ψ_w no compartimento A será $-6 + 10 = 4$. Em B a água tem um potencial hídrico igual a zero. Deste modo, a água deslocar-se-á predominantemente de A para B pois a potencial hídrico em A é maior.

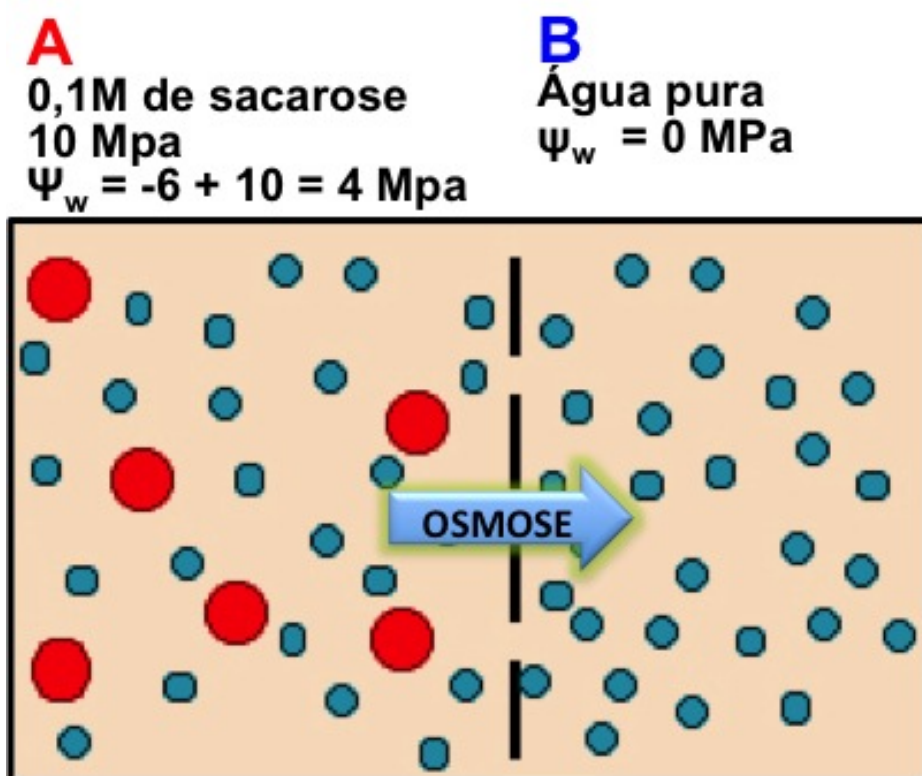
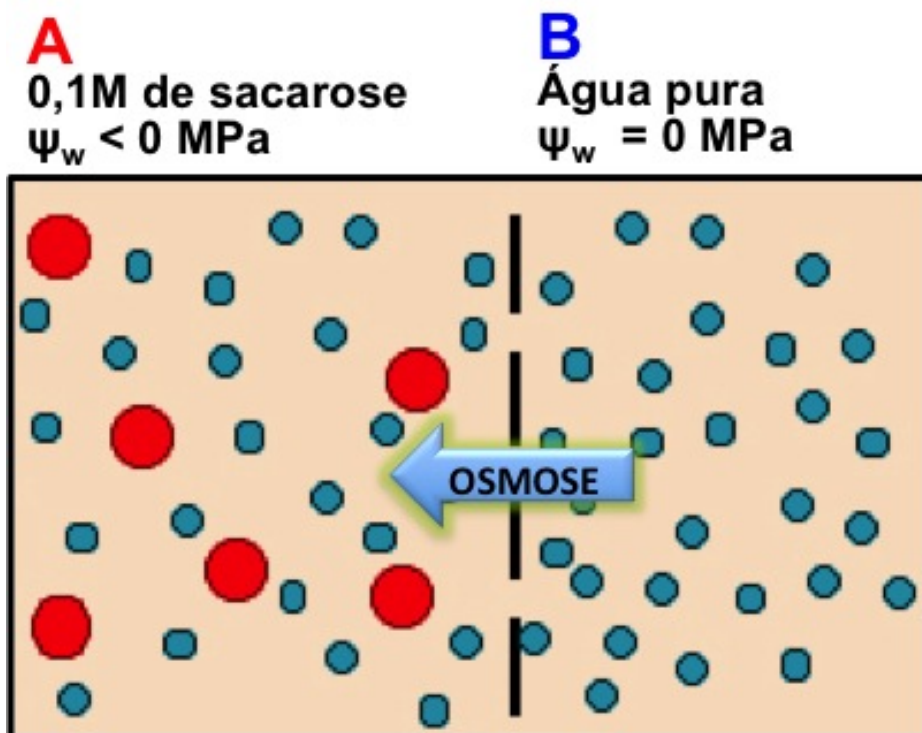
As células vegetais estão envolvidas por um meio extracelular e processos como a absorção da água ao nível das raízes, transpiração e movimentos de água entre as células e o meio extracelular são condicionados por diferenças no valor de potencial hídrico. É certo que a membrana plasmática não é uma membrana semi-permeável, pois é permeável a muitos solutos. No entanto, é uma membrana selectiva, o que significa que se comporta como uma barreira à passagem de muitos compostos. No caso das células vegetais, e devido à existência de uma parede celular rígida a envolver o plasmalema, os movimentos de entrada e saída de água nas células são acompanhados por variações importantes no potencial de pressão, aqui designado pressão de turgescência. De facto, quando a água entra nas células, a parede impede que as células sofram um aumento de volume. Em consequência disso, desenvolve-se uma pressão que vai contribuir para alterar o valor do potencial hídrico. Assim, quando colocamos um tecido vegetal em água, esta entra nas células porque o seu potencial hídrico é maior que no interior da célula devido à existência de solutos dissolvidos. À medida que a água entra na célula aumenta o valor do potencial hídrico, atingindo-se o equilíbrio quando este for zero, tal como na água. Uma célula nestas condições diz-se túrgida. Pelo contrário, se um tecido vegetal for colocado numa solução muito concentrada (ψ_w muito negativo) tenderá a perder água, através do abaixamento da ψ_p e, consequentemente do ψ_w . Nestas condições as células dizem-se plasmolisadas.

Em virtude das unidades de energia serem difíceis de quantificar, os fisiologistas expressam o ψ_w em unidades de pressão (Pa) dividindo o potencial químico da água (J mol^{-1}) pelo volume molal parcial da água (volume ocupado por 1 mole de água, $18 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$).

Referências:

Taiz, L. e Zeiger, E. (2010) Plant Physiology, 5ª Ed., Sinauer Associates, Inc.

Salisbury, F. e Ross, C. (1991) Plant Physiology. 4ª Ed., Wadsworth, Belmont, CA.



Criada em 31 de Outubro de 2012

Revista em 6 de Novembro de 2012

Aceite pelo editor em 6 de Novembro de 2012

Fito-hormona/Regulador do crescimento vegetal

Referência : Correia, S. (2012), WikiCiências, 3(11):0685

Autor: Sandra Correia

Editor: Jorge Canhoto ^[1]

Fito-hormonas ou hormonas vegetais são compostos químicos endógenos que controlam uma grande diversidade de processos fisiológicos e de desenvolvimento das plantas, tais como germinação, enraizamento, floração, amadurecimento dos frutos, formação das folhas, desenvolvimento embrionário e até mesmo a morte celular. Reguladores de crescimento vegetal (do inglês *PGRs* = *plant growth regulators*) são compostos químicos com efeitos semelhantes aos induzidos pelas hormonas mas que são aplicados exogenamente.

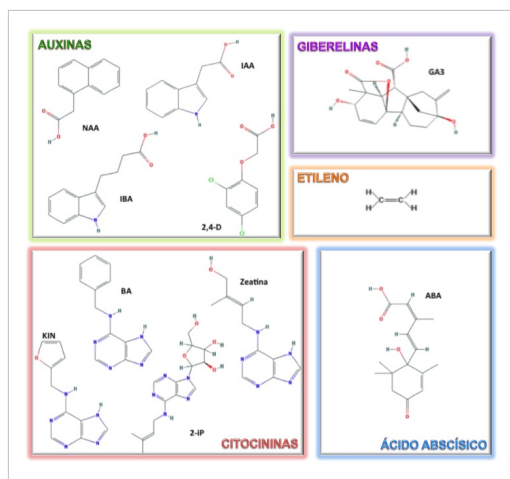
Nas plantas, o controlo dos processos de desenvolvimento é essencialmente químico, pois as plantas não dispõem de sistema nervoso. Para além disso, a resposta aos estímulos externos é feita mediante alterações no padrão de desenvolvimento ou no metabolismo, ao contrário do que acontece com os animais que podem deslocar-se como resposta a condições adversas. As alterações no padrão de desenvolvimento são mediadas por fito-hormonas produzidas em resposta a fatores ambientais, tais como a disponibilidade de nutrientes, os níveis hídricos do solo, as condições de luz e temperatura, bem como stresses abióticos e/ou bióticos. Os seus níveis e efeitos na planta dependem portanto, não só do seu estágio de desenvolvimento (fatores intrínsecos), como também da estação do ano e das condições ambientais (fatores extrínsecos). Contrariamente às hormonas animais, as fito-hormonas não são sintetizadas em glândulas específicas. Por exemplo, as **auxinas** podem ser produzidas em células embrionárias ou em células meristemáticas. Para poderem cumprir a sua função de controlo, as hormonas têm que se ligar a receptores nas células-alvo, localizados em membranas, no citoplasma ou mesmo no núcleo, sendo eficazes em concentrações relativamente baixas. Os principais grupos de substâncias que funcionam como fito-hormonas (**Figura 1**) são as **auxinas**, as **citocininas**, o **etileno**, as **giberelinas** e o **ácido abscísico**. No entanto, outros compostos com papéis importantes no controlo do desenvolvimento das plantas têm sido descobertos, considerando-se atualmente como fito-hormonas outros compostos como o ácido salicílico, os brassinosteróides, os jasmonatos, as poliaminas e o florígeno.

Algumas hormonas ou PGRs têm aplicações muito importantes, quer em termos agrícolas quer no estudo de mecanismos de desenvolvimento das plantas. Por exemplo, as auxinas são muito importantes na indústria de propagação de plantas, permitindo o enraizamento de rebentos caulinares e, deste modo, a clonagem de plantas de interesse. Outro exemplo são as giberelinas, que aplicadas a plantas da cana-do-açúcar (*Saccharum officinarum*) permitem o alongamento do caule e o aumento da produção. Um regulador de crescimento muito interessante é o 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético), um composto com actividade auxínica, que quando aplicado em concentrações elevadas funciona como um herbicida, mas a baixas concentrações estimula divisões celulares em culturas realizadas em laboratório e a formação de embriões somáticos, um tipo de embriões usado na clonagem de plantas.

Referências: Evert, R. F. e Eichhorn, S. E. (2013) Raven Biology of Plants. W. H. Freeman and Company Publishers, NY.

<http://www.plant-hormones.info/>

<http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>



Criada em 16 de Março de 2012

Revista em 30 de Outubro de 2012

Aceite pelo editor em 6 de Novembro de 2012

Seiva bruta

Referência : Correia, S. (2012), WikiCiências, 3(11):0686

Autor: Sandra Correia

Editor: Jorge Canhoto ^[1]

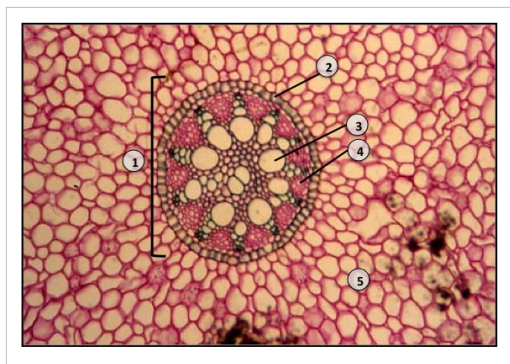
A seiva bruta (xilémica) é uma solução aquosa de sais minerais e de uma reduzida quantidade de compostos orgânicos, transportada pelo **xilema** das raízes para as partes aéreas da planta.

A água e os sais minerais absorvidos pelo sistema radicular são transportados radialmente desde os tecidos periféricos da raiz até à zona central onde se encontram os tecidos vasculares (floema e xilema). Este movimento radial da água pode ser realizado por via apoplástica (por fora das células), simplástica (por dentro das células, através dos plasmodesmos) ou ainda por uma via transmembranar em que a água tem que atravessar a membrana plasmática. Para além de sais minerais, alguns aminoácidos, compostos azotados e **hormonas vegetais** (e.g. ácido abscísico) podem também fazer parte da seiva xilémica. Uma vez ultrapassada a endoderme, tecido que faz uma espécie de fronteira entre os tecidos corticais da raiz e os tecidos vasculares (**Figura 1**) e que, pelas características da parede celular das suas células, exerce um controlo sobre o movimento dos elementos minerais, a água e os minerais atingem as células condutoras do xilema (elementos de vaso em angiospérmicas, traqueídeos em gimnospérmicas) de onde serão transportados para a parte aérea da planta. Em muitas espécies arbóreas a distância a ultrapassar atinge proporções consideráveis, pois em algumas espécies a seiva tem que percorrer no tronco várias dezenas de metros e, em algumas árvores, como as sequóias e os eucaliptos, a distância pode ser mesmo superior a 100m. Para que a seiva possa ascender no xilema, a força capaz de provocar a sua subida tem que ser superior às forças de sinal contrário, nomeadamente a gravidade e a resistência do xilema. Dados experimentais têm permitido verificar que a **teoria da tensão-coesão**, é o único modelo que permite explicar a ascensão da seiva nas plantas. No entanto, outros processos como a **pressão radicular** e a capilaridade contribuem também para a ascensão da água, especialmente quando as distâncias a percorrer são curtas e quando se verificam determinadas condições ambientais (humidade atmosférica elevada, solos com muita água), no caso da pressão radicular.

Referências:

Taiz, L. e Zeiger, E. (2010) Plant Physiology, 5ª Ed., Sinauer Associates, Inc. Evert, R. F. e Eichhorn, S. E. (2013) Raven Biology of Plants. W. H. Freeman and Company Publishers, NY. Evert, R. F. 2006. Esau's plant anatomy, 3ª

Ed. Wiley-InterScience, New Jersey



Criada em 16 de Março de 2012

Revista em 30 de Outubro de 2012

Aceite pelo editor em 6 de Novembro de 2012

Teoria da Pressão Radicular

Referência : Correia, S. (2012), WikiCiências, 3(11):0687

Autor: Sandra Correia

Editor: Jorge Canhoto ^[1]

A pressão radicular é um processo de ascensão de **seiva bruta** nas plantas que se verifica em condições particulares e que é facilmente visualizado quando o caule de uma planta jovem é cortado e a seiva é perdida, durante algum tempo, pela zona de corte.

Ao contrário do que acontece no mecanismo da **tensão-coesão**, quando a seiva bruta do **xilema** está sujeita à pressão radicular, ela encontra-se sob uma pressão positiva e não sob tensão (pressão negativa). Essa pressão tem valores entre 0,05 e 0,5 MPa e é o resultado da acumulação de iões (transporte ativo) absorvidos do solo nas células xilémicas da raiz. Em consequência dessa acumulação, os tecidos comportam-se como um sistema osmótico, no qual a acumulação de iões no xilema causa um abaixamento do **potencial osmótico** e, consequentemente do **potencial hídrico**. Como resultado desse abaixamento, a água desloca-se dos tecidos do córtex (onde o potencial hídrico é mais elevado) para as células do xilema (com potencial hídrico mais baixo). O resultado é a criação de uma pressão hidrostática que “empurra” a seiva no sentido ascendente.

Uma consequência facilmente observável da pressão radicular é o processo de gutação que se manifesta pela presença de gotas de água na margem das folhas. A água é exsudada pelas folhas em consequência da pressão positiva gerada no xilema e surge no exterior devido à existência de poros especializados, denominados hidátodos, que estão associados com as terminações das nervuras de menores dimensões. Estes poros não devem ser confundidos com os estomas que, como se sabe, estão envolvidos nas trocas gasosas da planta com o exterior e possuem mecanismos de controlo de abertura e fecho muito específicos.

Os dados experimentais disponíveis sugerem que a pressão radicular não é o principal mecanismo de ascensão de água no caule. De facto, esta força não consegue transportar a água a distâncias superiores a 1-2 m, dependendo das plantas e das condições ambientais. A pressão radicular é mais acentuada quando a transpiração é reduzida e sempre que a humidade relativa é elevada, situações que se verificam frequentemente durante a noite/início do dia. Alguns autores sugerem que a pressão radicular possa desempenhar um papel importante na dissolução de bolhas de gás formadas nas células condutoras do xilema que poderiam causar cavitação, dificultando assim a ascensão da seiva bruta.

Referências: Taiz, L. e Zeiger, E. (2010) Plant Physiology, 5ª Ed., Sinauer Associates, Inc. Evert, R. F. e Eichhorn, S. E. (2013) Raven Biology of Plants. W. H. Freeman and Company Publishers, NY.

Criada em 16 de Março de 2012

Revista em 30 de Outubro de 2012

Aceite pelo editor em 6 de Novembro de 2012

Hipótese do Fluxo de Massa

Referência : Correia, S. (2012), WikiCiências, 3(11):0688

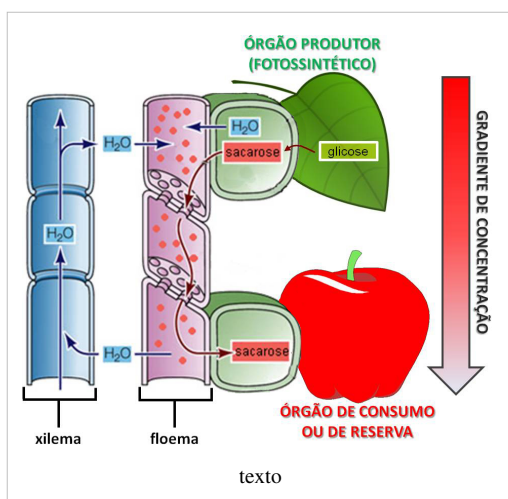
Autor: Sandra Correia

Editor: Jorge Canhoto ^[1]

A Hipótese do Fluxo em Massa ou Fluxo de Pressão é um modelo, proposto por Ernst Münch em 1927, que procura explicar a deslocação da **seiva elaborada** no **floema**.

Segundo esta hipótese, os açúcares produzidos nas células do mesófilo durante a **fotossíntese** deslocam-se através dos elementos do tubo crivoso (células condutoras do floema) desde as zonas de produção (fontes), como folhas e órgãos de reserva (tubérculos, raízes), até aos locais de consumo e/ou armazenamento (folhas jovens, flores, frutos em desenvolvimento), vulgarmente chamados sumidouros. A passagem dos açúcares das células fotossintéticas do mesófilo para as células condutoras do floema é chamada carga do floema. Do mesmo modo, a deslocação dos açúcares dos elementos condutores do floema para as células dos sumidouros é chamada descarga do floema. O sentido do movimento da seiva elaborada é independente da gravidade e ocorre sempre das fontes para os sumidouros por fluxo em massa em virtude de um gradiente de pressão entre estes. Isto significa que o movimento pode ser ascendente ou descendente. Por exemplo, na batateira, a formação dos tubérculos envolve o transporte de açúcares das folhas para os órgãos de reserva em formação, um movimento descendente. No entanto, se pensarmos nos açúcares mobilizados dos cotilédones para o ápice caulinar durante as fases iniciais de desenvolvimento de uma planta, o movimento é ascendente.

Como se gera este gradiente? Quando os açúcares são transportados para as células floémicas nas zonas de carga, o **potencial osmótico** destas células reduz-se (torna-se mais negativo). Para compensar este abaixamento do potencial osmótico, a água desloca-se das células vizinhas do xilema, onde o **potencial hídrico** é mais elevado devido ao teor em solutos mais reduzido (potencial osmótico mais elevado), para as células floémicas. A entrada de água nos elementos condutores do floema causa um aumento da pressão de turgescência. Nos sumidouros, o processo é, de certa forma, inverso. À medida que os açúcares são transportados das células floémicas para as células dos sumidouros a água acompanha esse movimento, originando uma diminuição da **pressão de turgescência**. Gera-se assim um gradiente de pressão entre as fontes e os sumidouros. O resultado é um movimento em massa (a água e os solutos dissolvidos deslocam-se à mesma velocidade) desde as fontes para os sumidouros. Este processo só é possível porque, entre os dois locais, a seiva translocada no floema não tem que atravessar nenhum sistema membranar. Deve referir-se que o transporte entre as fontes e os sumidouros é um processo puramente físico que não envolve gastos de energia metabólica e que depende exclusivamente do gradiente de pressão que se estabeleceu. No entanto, os processos de carga e descarga do floema, geradores do gradiente de pressão, envolvem o transporte de açúcares através de transportadores membranares que utilizam energia metabólica.



Referências: Evert, R. F. e Eichhorn, S. E. (2013) Raven Biology of Plants. W. H. Freeman and Company Publishers, NY. Salisbury, F. B. e Ross, C. W. (1992) Plant Physiology, 4ª Ed., Wadsworth Publishing Company, Belmont. Taiz, L. e Zeiger, E. (2010) Plant Physiology, 5ª Ed., Sinauer Associates, Inc.

Criada em 16 de Março de 2012

Revista em 30 de Outubro de 2012

Aceite pelo editor em 6 de Novembro de 2012

Teoria da Tensão-coesão-adesão

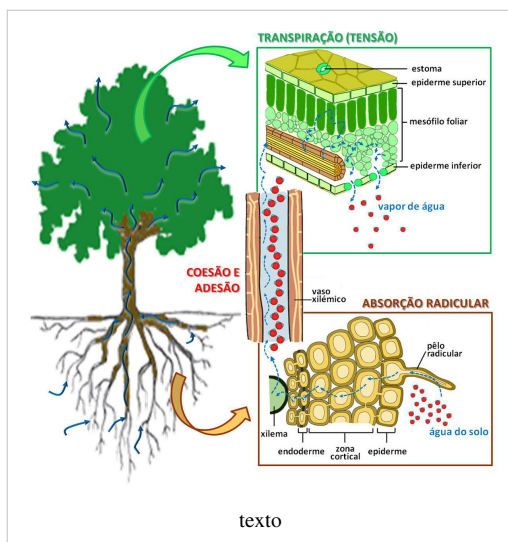
Referência : Correia, S. (2012), WikiCiências, 3(11):0689

Autor: Sandra Correia

Editor: Jorge Canhoto ^[1]

A teoria da tensão-coesão-adesão, inicialmente desenvolvida por Dixon e Joly (1895), é o modelo atualmente mais aceite para explicar o movimento ascendente da **seiva bruta** (xilémica) na planta. Este movimento é uma consequência da perda de vapor de água através dos **estomas**.

Segundo esta teoria, o motor do movimento da seiva bruta é a tensão (pressão hidrostática negativa) criada pela transpiração. Quando as células do mesófilo libertam vapor de água para o exterior, em função de um gradiente de pressão de vapor entre os espaços intercelulares e a superfície da folha, o **potencial hídrico** da água (energia livre das moléculas) que rodeia as células do mesófilo diminui. Como consequência dessa diminuição, e das forças de coesão entre moléculas de água, esta vai deslocar-se das células do xilema foliar próximas (onde o seu potencial hídrico é mais elevado) para as células do mesófilo, pois a água desloca-se de zonas de potencial hídrico mais elevado (próximo de zero) para zonas de potencial hídrico mais baixo (mais negativo). Cria-se assim um gradiente de potencial hídrico que se propaga às colunas de água do **xilema**, desencadeando uma força de tensão que permite o movimento de água através do continuum solo-planta-atmosfera. Devido à coesão entre moléculas de água, e à sua adesão às paredes celulares dos vasos xilémicos, forma-se uma coluna contínua que transmite a tensão desde as células do mesófilo até às raízes. A combinação das três forças – tensão, coesão e adesão, permite manter a corrente de transpiração, responsável pela geração de um déficit hídrico ao nível da raiz e consequente absorção de água.



Referências: Raven, P., Evert, R. e Eichhorn, S. (2013) *Biology of Plants*, 8ª Ed., W.H. Freeman and Company / Worth Publishers.
Taiz, L. e Zeiger, E. (2010) *Plant Physiology*, 5ª Ed., Sinauer Associates, Inc.

Criada em 16 de Março de 2012

Revista em 30 de Outubro de 2012

Aceite pelo editor em 6 de Novembro de 2012

Carbocatiões

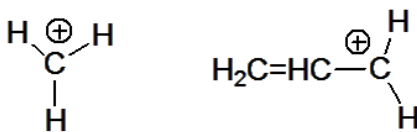
Referência : Corrêa, C. (2012), WikiCiências, 3(11):0690

Autor: Carlos Corrêa ^[1]

Editor: Jorge Gonçalves ^[2]

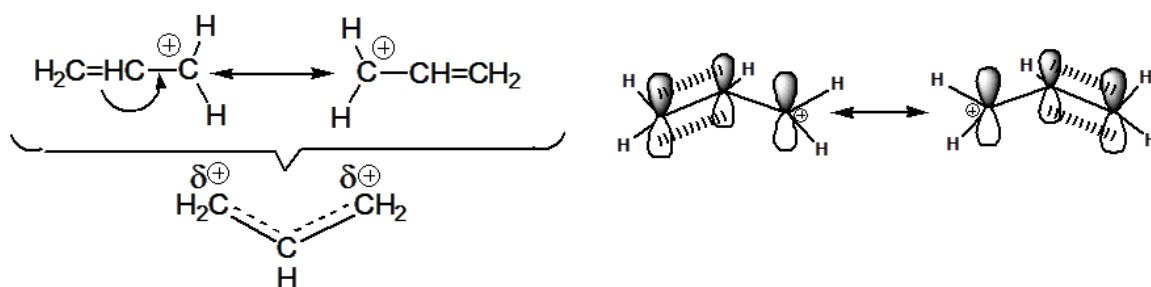
Estrutura

Os **carbocatiões**, intermediários reativos em muitas reacções orgânicas, são catiões em que a carga positiva está associada a um ou mais átomos de carbono, como por exemplo CH_3^+ (carbocatião metilo) e $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2^+$ (carbocatião alilo):



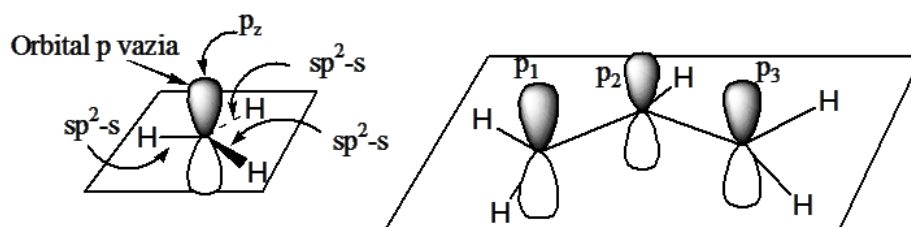
São normalmente muito reativos, o que lhes confere uma vida bastante curta. Foi J. Stiegler, em 1899², quem propôs pela primeira vez a intervenção de carbocatiões como intermediários em Química Orgânica, ideia que foi desenvolvida mais tarde por H. Meerwein³.

No carbocatião metilo a carga positiva está praticamente toda localizada no átomo de carbono mas no carbocatião alilo a carga está deslocalizada, o que se representa utilizando as seguintes estruturas contribuintes (ressonância):

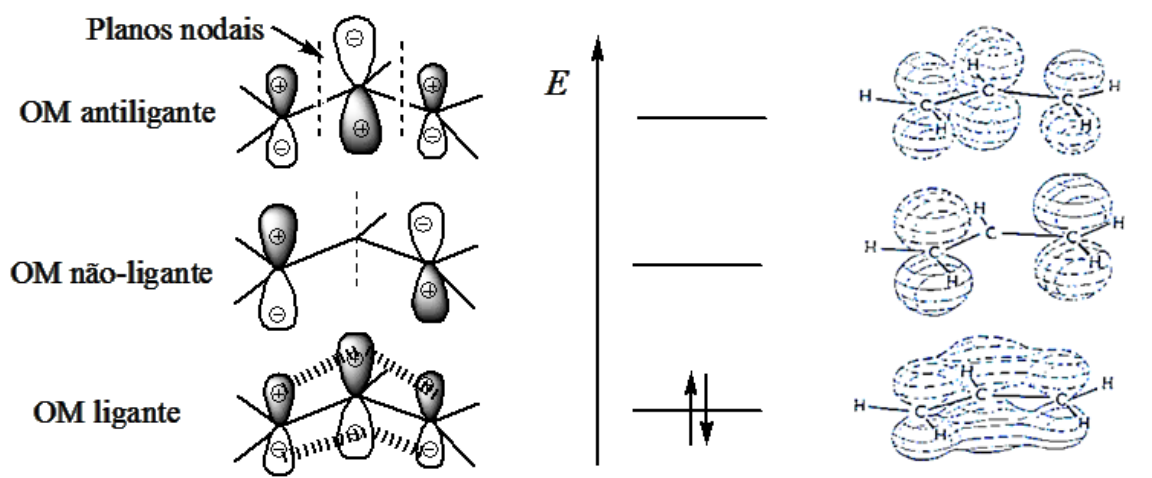


A verdadeira estrutura do carbocatião é algo parecida com a representação inserida por baixo da chaveta e significa que na partícula não existem nem ligações duplas nem ligações simples, mas ligações com carácter intermédio entre duplo e simples, que se representaram por um traço tracejado sobre um traço cheio. Mostra, igualmente, que a carga positiva não está localizada num só átomo de carbono mas distribuída pelos carbonos terminais do carbocatião. Dada a simetria da partícula, as cargas δ^+ aqui são iguais a 0,5+.

A geometria em torno do átomo de carbono com carga positiva é plana, o que seria de esperar dada a repulsão dos pares eletrónicos que fazem as ligações do carbono aos três átomos adjacentes. A geometria destes dois carbocatiões está representada na figura:

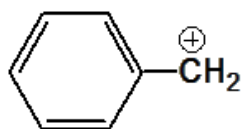
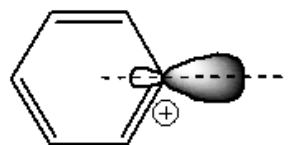


As três orbitais moleculares (OM) π do carbocatião alilo resultantes da combinação das três orbitais atómicas p são as seguintes:

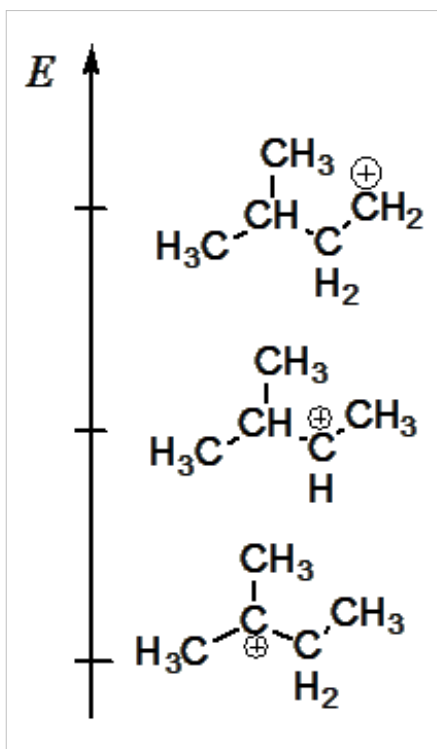


A OM de menor energia está completamente preenchida e estende-se sobre todo o sistema, o que confere às ligações C-C um carácter intermédio entre ligação simples e ligação dupla (3 electrões em cada ligação, ou seja, dois electrões σ e um electrão π entre dois carbonos). A maior contribuição da orbital atómica p_{z2} para esta orbital molecular mostra que a densidade electrónica é maior sobre o carbono central, ou seja, a deficiência eletrónica situa-se nos carbonos laterais (o que equivale a dizer que é neles onde existe excesso de carga positiva, como as estruturas contribuintes mostram).

Os carbocatiões podem apresentar estruturas variadas, como os carbocatiões benzilo e fenilo.

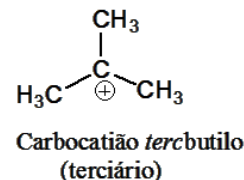
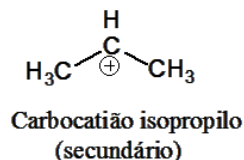
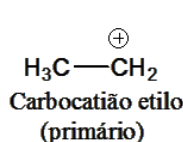
**Carbocatião benzilo****Carbocatião fenilo**

O carbocatião benzilo é estabilizado pela deslocalização da carga positiva sobre todo o sistema pois o eixo da orbital p_z do carbono fora do anel é paralela aos eixos das seis orbitais atómicas p_z combinadas no benzeno; em contraste, no carbocatião fenilo a carga encontra-se centrada no carbono pois o eixo da orbital vazia sp^2 do carbono é perpendicular aos eixos das orbitais p_z referidas.

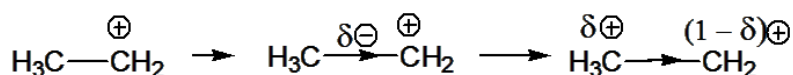


Os carbocatiões podem também ser estabilizados por dispersão da carga positiva por acção do efeito indutor e por hiperconjugação de outros átomos e grupo presentes.

Os carbocatiões terciários são mais estabilizados que os secundários e estes mais estabilizados que os primários, devido aos efeitos dos grupos alquila adjacentes.

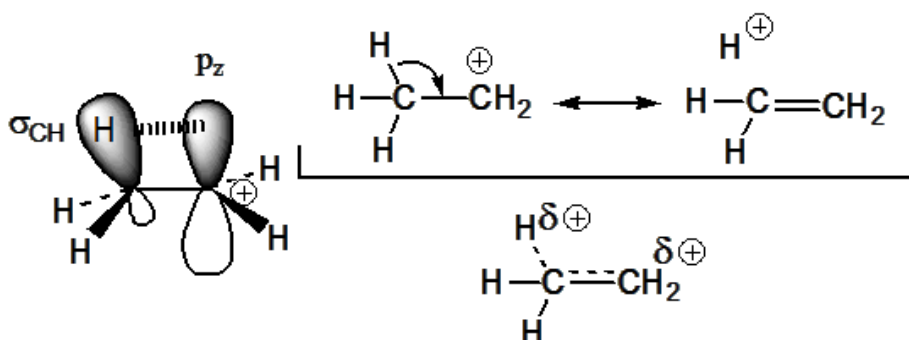


Os grupos alquila, como o metilo, dadores de carga negativa δ^- , dispersam a carga positiva sobre outros átomos (carga inicialmente localizada num só carbono), tornando o sistema mais estável.

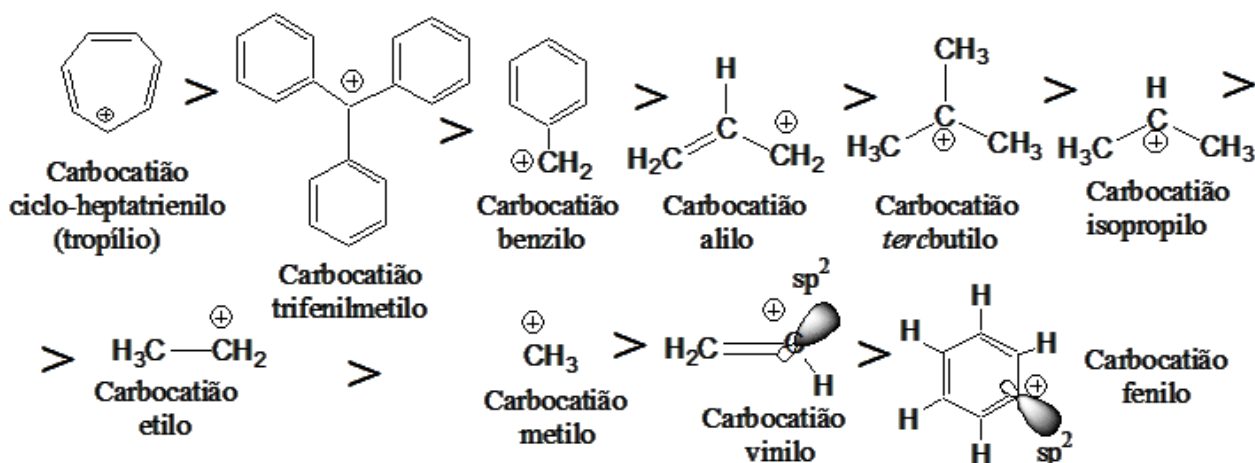


A hiperconjugação é uma estabilização resultante da interacção de orbitais σ com orbitais p e π . A figura representa a hiperconjugação no carbocatião etilo e mostra que a carga positiva é

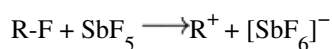
dispersa sobre o sistema, a ligação C-H é enfraquecida e a ligação dupla tem carácter intermédio entre duplo e simples.



A deslocalização electrónica (mesomerismo, ressonância), o efeito indutor e a hiperconjugação podem actuar simultaneamente e a sua importância decresce da deslocalização electrónica até à hiperconjugação. Apresentam-se seguidamente carbocatiões cuja estabilidade decresce desde o tropílio (ciclo-heptatrienilo) até ao fenilo.

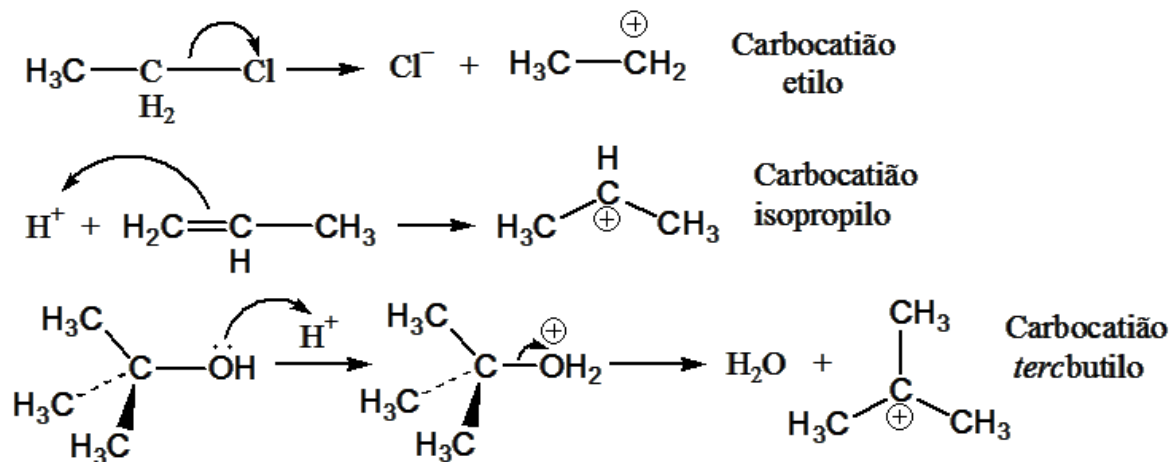


O catião tropílio forma-se rapidamente por dissolução em água de brometo correspondente, não reagindo com o solvente. Este catião, com $4n+2$ electrões π deslocalizados sobre o anel apresenta aromaticidade e daí a sua apreciável estabilidade. O carbocatião trifenilmetilo reage com a água, mas pode ser obtido em SO_2 líquido. Em meio superácido os fluoroalcanos, R-F, são convertidos facilmente em carbocatiões.

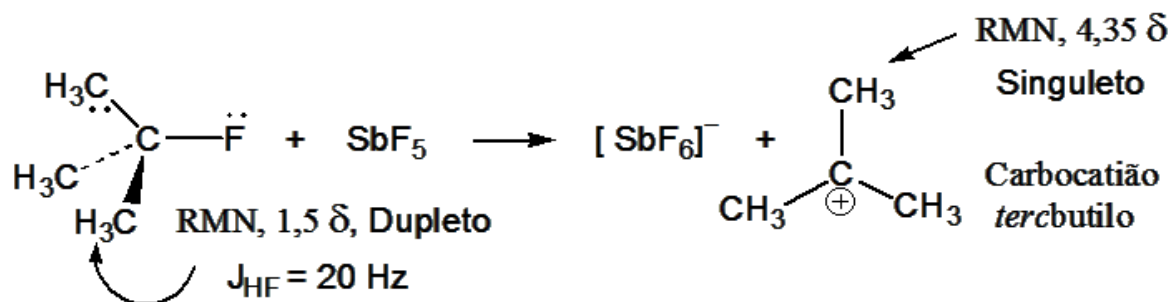


Formação de Carbocatiões

Os precursores mais vulgares de carbocatiões são os haloalcanos (por cisão heterolítica da ligação C-X), os alkenos (por adição de electrófilos à ligação dupla) e os álcoois (por desidratação dos correspondentes iões oxónio).



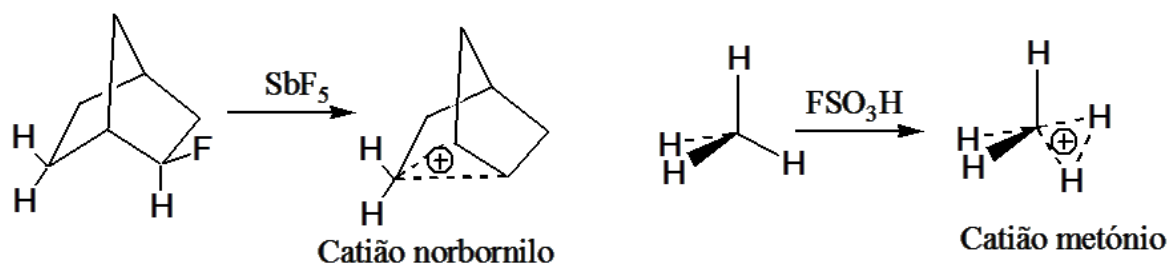
A extensão da ionização dos haloalcanos depende da estabilização do carbocatião formado (da sua estabilidade), da natureza do halogéneo ($I > Br > Cl > F$) e do solvente (deve ser ionizante e ter capacidade de solvatação). Embora a existência dos carbocatiões fosse deduzida com base em particularidades nas reações em que eles participam, em 1958, Doering *et al.*,⁴ observaram pela primeira vez, por RMN, um carbocatião estável (o catião heptametilbenzenónio). Em 1963 G. Olah⁵ conseguiu detetar diretamente carbocatiões alquilo, muito mais reativos, formados a partir de fluoretos de alquilo em meio superácido (SbF_5), onde permanecem sem sofrer qualquer modificação, podendo ser observados por IV e RMN.



O sinal de RMN (dupletto) correspondente aos grupos metilo no composto inicial, acoplados com o átomo de fluor, desapareceu completamente dando lugar a um singuleto a campo muito mais baixo correspondente aos grupos metilo do carbocatião, em que a densidade eletrónica sobre os protões foi apreciavelmente diminuída devido à proximidade da carga positiva.

Iões carbónio não-clássicos

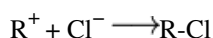
São catiões que não podem ser representados adequadamente por uma simples estrutura de Lewis por conterem um ou mais átomos de hidrogénio e carbono formando pontes entre dois centros electronicamente deficientes. Estes catiões apresentam átomos de carbono pentacoordenados (como no catião norbornilo) ou átomos de hidrogénio dicoordenados (como no catião metónio)⁷. Uma das primeiras proposta da existência destes iões deve-se a Nevil, Salas e Wilson⁸, embora Winstein e Trifan⁹ tenham tido um papel importante no desenvolvimento do conceito.



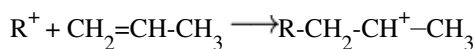
Intervenção dos carbocatiões em reacções químicas

Os carbocatiões, dada a sua baixa densidade electrónica, atacam preferentemente pontos de densidade electrónica elevada, formando ligações à custa de dupletos electrónicos do substrato. São electrófilos ou ácidos de Lewis. Assim, os carbocatiões:

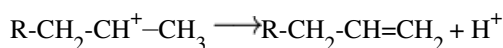
- Reagem com iões negativos



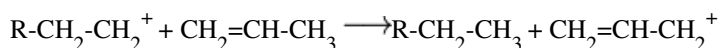
- Adicionam a ligações múltiplas, originando novos carbocatiões:



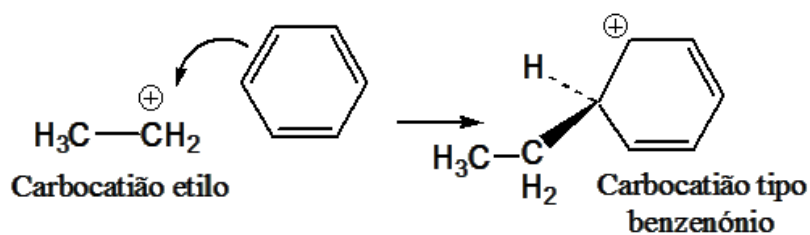
- Eliminam protões, formando compostos insaturados (cisão β):



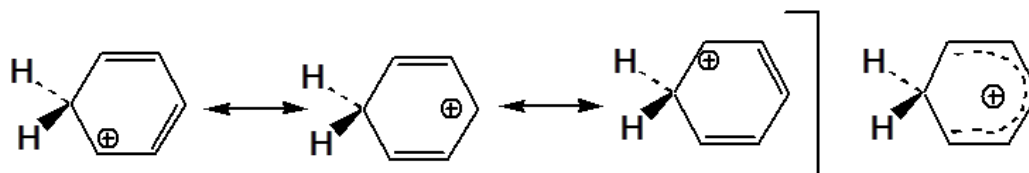
- Removem hidreto:



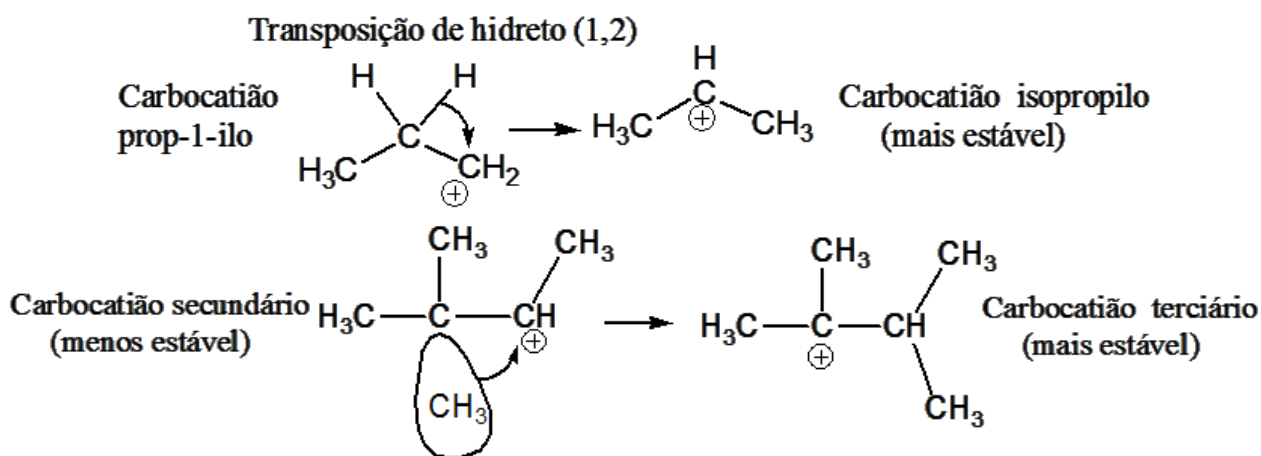
- Adicionam ao anel aromático:



No novo carbocatião a carga positiva está deslocalizada do anel, como sucede no carbocatião benzenônio



- Sofrem rearranjos, transformando-se em cátions de maior estabilidade:

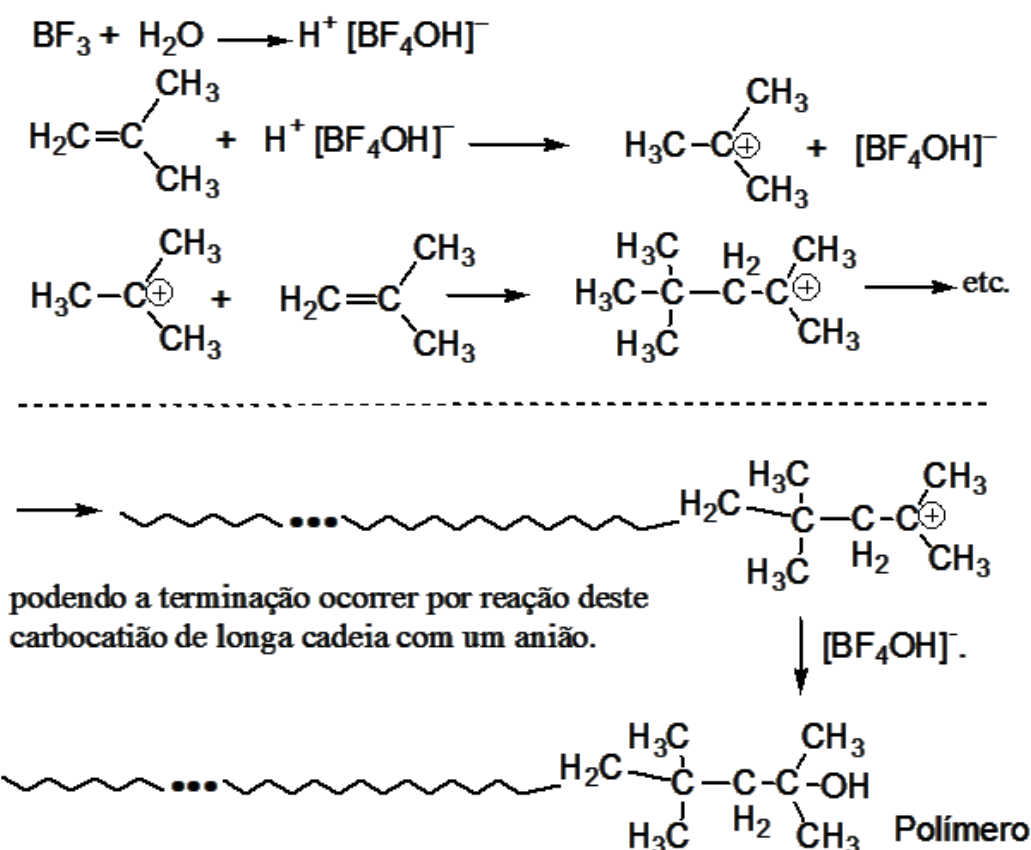


Processos industriais em que intervêm carbocatiões

Os carbocatiões são os intermediários mais comuns nas reações da Química Orgânica, intervindo também em importantes processos industriais, como a polimerização, a alquilação de alenos, o cracking catalítico e outros.

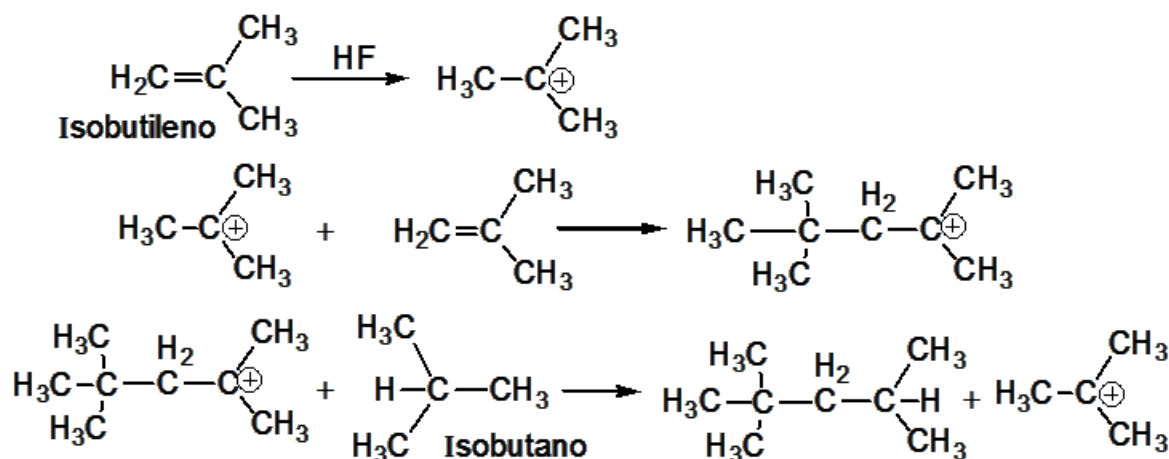
- **Polimerização catiónica**

A borracha butílica é um polímero obtido por polimerização catiónica do isobutileno iniciada por BF_3 na presença de vestígios de água, em diclorometano, a temperaturas muito baixas.



• Alquilação de alkenos

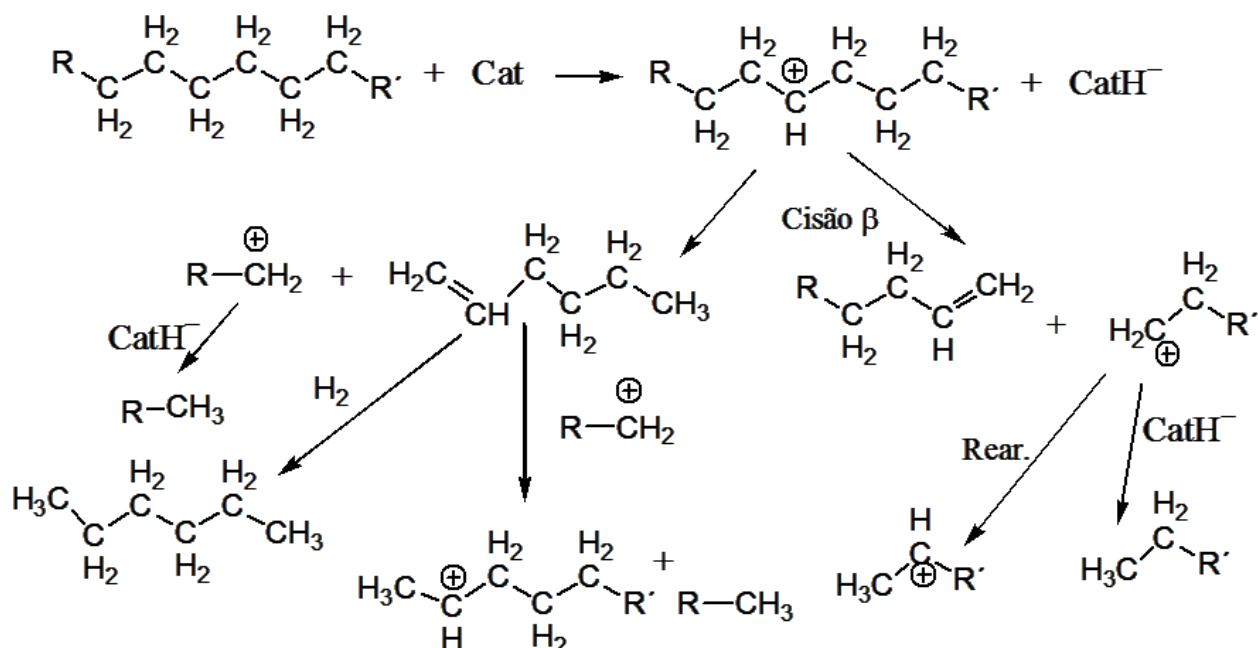
A alquilação de alkenos realiza-se para obter hidrocarbonetos ramificados de elevado índice de octano, como o “isooctano” (2,2,4-trimetilpentano). Realiza-se na presença de ácidos concentrados, como HF e H₂SO₄.



Além do “isooctano” obtêm-se alkenos derivados do catião dímero por cisão β C-H, embora em pequena percentagem.

• Cracking catalítico¹⁰

O cracking catalítico realiza-se a temperaturas da ordem de 480-540 °C e destina-se a converter hidrocarbonetos de cadeia longa em hidrocarbonetos de menores cadeias para serem utilizados como combustíveis (gasolinas, queroseno, óleos leves e GLP). Utilizam-se catalisadores à base de sílica-alumina, contendo Ni e outros metais. Estes catalisadores ácidos removem hidreto de alcanos e adicionam prótons a alkenos, originando carbocatiões. Os carbocatiões formados, a estas temperaturas elevadas, sofrem cisões β, originando moléculas com cadeias menores. Ocorrem, também, rearranjos que originam ramificações das cadeias. Muitas vezes o cracking catalítico realiza-se na presença de hidrogénio (hidrocracking), que reduz a quantidade de alkenos produzidos e remove enxofre e azoto sob a forma de H₂S e NH₃.



Referências

1. a) K.P.C.Vollardt e N.E.Schore, Organic Chemistry, W.H.Freeman, **1999**.
b) R. Morrison e R. Boyd, Química Orgânica, Fundação Calouste Gulbenkian, **1996**.
c) N. L. Allinger et al, Organic Chemistry, Worth Publishers, Inc., **1971**.
d) W. H. Brown, Organic Chemistry, Saunders College Publishing, **1995**.
2. J. Stiegler, *Am. Chem. J.*, **21**,101(1899).
3. H. Meerwein, *Ber.*, **55**, 250(1922).
4. W. Doering *et al.*, *Tetrahedron*, **4**, 178-185(1958)
5. George Andrew Olah, Prémio Nobel da Química em 1994 pela sua contribuição para a química dos carbocátions, apresenta uma interessante revisão do assunto na sua Nobel Lecture, p.156, de 8 Dez. 1994.
6. H. C. Brown e R. Schleyer, "The Non-classical Ion Problem", Plenum Press, New York, **1977**.
7. E.V.Anslyn Dennis e A. Dougherty, Modern Physical Organic Chemistry, Wiley, p 55, **2006**.
8. T. P. Nevil, E. de Souda e C.L.Wilson, *J. Chem. Soc.*,1188 (1939).
9. S. Winstein e D.S.Trifan, *J. Amer. Chem. Soc.*,**71**,2958(1949).
10. Doris Kolb e Kenneth E. Kolb, *J. Chem. Educ.*,**56**, 465(1979).

Criada em 16 de Outubro de 2012

Revista em 05 de Novembro de 2012

Aceite pelo editor em 06 de Novembro de 2012

Referências

- [1] http://www.fc.up.pt/fcup/contactos/ficha_pessoal.php?login=200059
[2] http://www.fc.up.pt/fcup/contactos/ficha_pessoal.php?login=jgoncalv

Leis de Faraday da electrólise

Referência : Maria Abrantes e Luís Spencer Lima, L. (2012), WikiCiências, 3(11):0691

Autor: Luísa Maria Abrantes e Luís Spencer Lima

Editor: Manuel António Salgueiro da Silva

Michael Faraday sumariou as conclusões dos seus estudos experimentais sobre o processo eletrolítico através de duas leis [1,2] que, enunciadas à luz dos conhecimentos atuais são:

1. A quantidade de uma substância formada em cada fase eletródica numa célula eletrolítica é diretamente proporcional à quantidade de eletricidade que a atravessa.
2. As quantidades de diferentes substâncias formadas pela passagem de uma mesma quantidade de eletricidade são proporcionais às massas dos seus correspondentes *equivalentes químicos*.

Assumindo que não há processos paralelos, a massa m numa substância de massa molar M , produzida ou consumida pela passagem da corrente elétrica I , durante o tempo t , é dada por

$$m = \frac{M}{nF} \int_0^t I(t) dt \quad (1)$$

onde n é o número de eletrões envolvidos na reacção eletródica e F a designada constante de Faraday (carga de um mole de eletrões, i.e., carga do eletrão multiplicada pelo número de Avogadro); M/n é a referida massa do equivalente químico e $\int_0^t I(t) dt$ é a carga elétrica. Nos cálculos relativos à equação (1) emprega-se a intensidade de corrente fornecida ao reator eletrolítico. Tal implica que as quantidades produzidas sejam, normalmente, inferiores às determinadas teoricamente, devido à eventual existência de reacções concorrentes ou perdas de corrente na instalação utilizada. Assim, surge o importante conceito de *eficiência de corrente*, ρ :

$$\rho = \frac{massa_{real\ obtida}}{massa_{teorica}} \quad (2)$$

No caso vulgar de electrólises conduzidas em regime de corrente elétrica com intensidade constante ($\int_0^t I(t) dt = It$), como é o de prática industrial, é comum usar-se a expressão:

$$massa_{real} = \frac{M}{nF} \rho It \quad (3)$$

Referências

1. M. Faraday, Phil. Trans. Roy. Soc. London, Sc. A, 124 (1834) 77-122.
2. E. Katz, Electrochemical Dictionary, A.J. Bard, G. Inzelt, F. Scholtz Eds, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008.

Criada em 09 de Maio de 2012

Revista em 12 de Novembro de 2012

Aceite pelo editor em 12 de Novembro de 2012

Raio de luz

Referência : de Paiva, R. (2012), WikiCiências, 3(11):0692

Autor: *Rodrigo de Paiva*

Editor: *Teresa M. Seixas*

Certos fenômenos luminosos podem ser estudados sem que se conheça previamente a natureza da luz. Basta, para tanto, a noção de **raio de luz**, alguns princípios fundamentais e considerações de Geometria. O estudo desses fenômenos constitui a Ótica Geométrica.

Um raio de luz é uma linha orientada que representa, graficamente, a direção e o sentido de propagação da luz. Um conjunto de raios de luz constitui um feixe de luz. Este pode ser convergente, divergente ou paralelo (Figura 1).

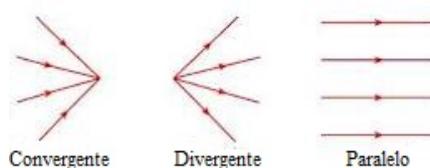


Figura 1 - Tipos de raios de luz.

Referências

1. Francisco R. Júnior, Nicolau G. Ferraro, Paulo T. Soares, Os Fundamentos da Física 2, 8ª ed., Editora Moderna, São Paulo, 2003.
2. Paul A. Tipler, Gene Mosca, Física para Cientistas e Engenheiros, 6ª ed., Vol. 2, Editora LTC, 2009.

Criada em 09 de Junho de 2012

Revista em 12 de Novembro de 2012

Aceite pelo editor em 12 de Novembro de 2012

Ângulo de Incidência da luz

Referência : de Paiva, R. (2012), WikiCiências, 3(11):0693

Autor: Rodrigo de Paiva

Editor: Manuel António Salgueiro da Silva

O raio de luz que incide sobre qualquer objeto é conhecido como **raio incidente**. O ângulo de incidência (i) é o ângulo formado entre o raio incidente e a direção normal à superfície (Figura 1).



Figura 1 - Ângulo de incidência.

Referências

1. Francisco R. Júnior, Nicolau G. Ferraro, Paulo T. Soares, Os Fundamentos da Física 2, 8ª ed., Editora Moderna, São Paulo, 2003.
 2. Paul A. Tipler, Gene Mosca, Física para Cientistas e Engenheiros, 6ª ed., Vol. 2, Editora LTC, 2009.
-

Criada em 12 de Junho de 2012

Revista em 12 de Novembro de 2012

Aceite pelo editor em 12 de Novembro de 2012

Reflexão da luz

Referência : de Paiva, R. (2012), WikiCiências, 3(11):0694

Autor: Rodrigo de Paiva

Editor: Teresa M. Seixas

Consideremos um feixe de raios de luz paralelos que se propaga num meio e incide sobre uma superfície. Verifica-se que, pelo menos parte do feixe de luz, retorna ao meio, mantendo o seu paralelismo. É o que acontece com superfícies planas e polidas. Esse fenómeno é designado por **reflexão especular ou regular** (Figura 1).



Figura 1 - Reflexão especular.

Quando um feixe de raios de luz paralelos que se propaga num meio incide sobre uma superfície irregular, verifica-se que o feixe retorna ao mesmo meio perdendo o paralelismo. Ou seja, o feixe de luz espalha-se em todas as direções. A difusão dos raios de luz é devida a irregularidades da superfície. Este fenómeno é conhecido como **reflexão difusa** (Figura 2).



Figura 2 - Reflexão difusa.

Referências

1. Francisco R. Júnior, Nicolau G. Ferraro, Paulo T. Soares, Os Fundamentos da Física 2, 8ª ed., Editora Moderna, São Paulo, 2003.
2. Paul A. Tipler, Gene Mosca, Física para Cientistas e Engenheiros, 6ª ed., Vol. 2, Editora LTC, 2009.

Criada em 17 de Junho de 2012

Revista em 12 de Novembro de 2012

Aceite pelo editor em 12 de Novembro de 2012

Ângulo de reflexão da luz

Referência : de Paiva, R. (2012), WikiCiências, 3(11):0695

Autor: *Rodrigo de Paiva*

Editor: *M. A. Salgueiro da Silva*

Um raio de luz que é refletido numa dada superfície é conhecido como **raio refletido**. O ângulo de reflexão (r) é o ângulo formado entre o raio refletido e a normal à superfície.

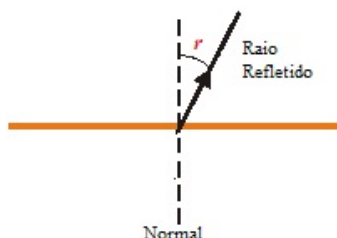


Figura 1 - Ângulo de reflexão.

Referências

1. Francisco R. Júnior, Nicolau G. Ferraro, Paulo T. Soares, Os Fundamentos da Física 2, 8ª ed., Editora Moderna, São Paulo, 2003.
 2. Paul A. Tipler, Gene Mosca, Física para Cientistas e Engenheiros, 6ª ed., Vol. 2, Editora LTC, 2009.
-

Criada em 17 de Junho de 2012

Revista em 12 de Novembro de 2012

Aceite pelo editor em 12 de Novembro de 2012

Leis de reflexão da luz

Referência : de Paiva, R. (2012), WikiCiências, 3(11):0696

Autor: Rodrigo de Paiva

Editor: Teresa M. Seixas

Consideremos a reflexão de um raio de luz numa superfície (Figura 1). Seja i o ângulo de incidência e r o ângulo de reflexão. O raio incidente (RI) dá origem a um raio refletido (RR) no mesmo meio.

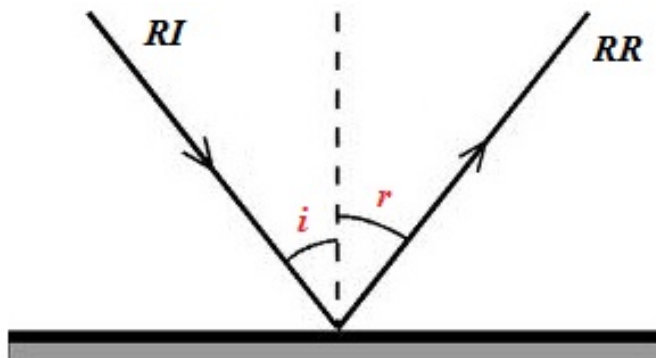


Figura 1 - Reflexão de um raio de luz.

OBS: Se o RI for perpendicular à superfície o RR também será perpendicular à mesma, mas com o sentido oposto.

A reflexão da luz é regida pelas seguintes leis:

- O raio refletido, a normal à superfície e o raio incidente estão situados no mesmo plano.
- O ângulo de reflexão é igual ao ângulo de incidência ($i = r$).

Referências

1. Francisco R. Júnior, Nicolau G. Ferraro, Paulo T. Soares, Os Fundamentos da Física 2, 8ª ed., Editora Moderna, São Paulo, 2003.
2. Paul A. Tipler, Gene Mosca, Física para Cientistas e Engenheiros, 6ª ed., Vol. 2, Editora LTC, 2009.

Criada em 17 de Junho de 2012

Revista em 12 de Novembro de 2012

Aceite pelo editor em 12 de Novembro de 2012

Refração da Luz

Referência : de Paiva, R. (2012), WikiCiências, 3(11):0697

Autor: Rodrigo de Paiva

Editor: M. A. Salgueiro da Silva

O fenómeno da refração da luz ocorre, geralmente, quando esta muda de meio de propagação e, em resultado disso, sofre uma variação na sua velocidade. Se a luz se propagar num meio heterogéneo, a sua velocidade de propagação não é constante, originando um processo de refração contínua.

Se a incidência da luz for oblíqua, a refração é acompanhada de mudança de direção (Figura 1a), o que não ocorre se a incidência for perpendicular (Figura 2b).

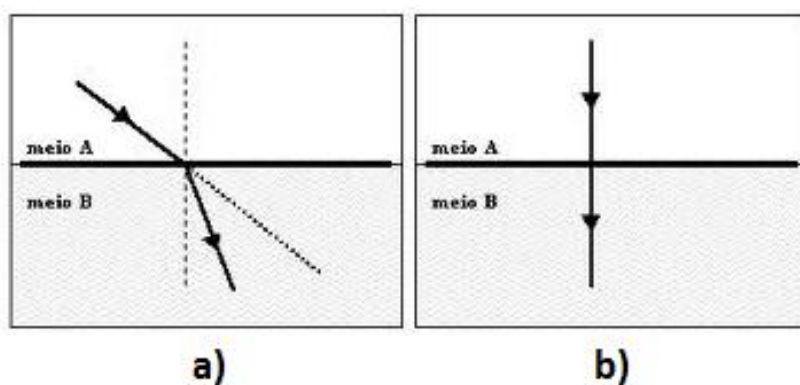


Figura 1 - Refração da luz: a) refração de um raio oblíquo; b) refração de um raio normal.

Referências

1. Francisco R. Júnior, Nicolau G. Ferraro, Paulo T. Soares, Os Fundamentos da Física 2, 8ª ed., Editora Moderna, São Paulo, 2003.
2. Paul A. Tipler, Gene Mosca, Física para Cientistas e Engenheiros, 6ª ed., Vol. 2, Editora LTC, 2009.

Criada em 17 de Junho de 2012

Revista em 12 de Novembro de 2012

Aceite pelo editor em 12 de Novembro de 2012

Índice de refração

Referência : de Paiva, R. (2012), WikiCiências, 3(11):0698

Autor: Rodrigo de Paiva

Editor: Teresa M. Seixas

Oticamente, um meio homogêneo e transparente é caracterizado pelo seu **índice de refração** absoluto. O índice de refração absoluto (n) de um meio, para determinada luz monocromática, é a razão entre a velocidade da luz no vácuo (c) e a velocidade da luz no meio em questão (v):

$$n = \frac{c}{v}$$

O índice de refração n é adimensional e maior que a unidade, para qualquer meio material, visto que $c > v$. Pela equação anterior, o índice de refração do vácuo é igual a 1. Para o ar, o índice de refração é praticamente igual a 1, pois a velocidade de propagação da luz no ar é aproximadamente igual à velocidade de propagação no vácuo.

Referências

1. Francisco R. Júnior, Nicolau G. Ferraro, Paulo T. Soares, Os Fundamentos da Física 2, 8ª ed., Editora Moderna, São Paulo, 2003.
2. Paul A. Tipler, Gene Mosca, Física para Cientistas e Engenheiros, 6ª ed., Vol. 2, Editora LTC, 2009.

Criada em 17 de Junho de 2012

Revista em 12 de Novembro de 2012

Aceite pelo editor em 12 de Novembro de 2012

Leis da refração da luz

Referência : de Paiva, R. (2012), WikiCiências, 3(11):0699

Autor: Rodrigo de Paiva

Editor: M. A. Salgueiro da Silva

Consideremos um raio de luz monocromática propagando-se de um meio de índice de refração n_1 para um outro meio com maior índice de refração, n_2 (Figura 1). Seja i o ângulo de incidência. Devido à refração na interface dos dois meios, o raio incidente dá origem a um **raio refratado** que se propaga no segundo meio. O raio refratado forma com a normal um ângulo R , denominado ângulo de refração.

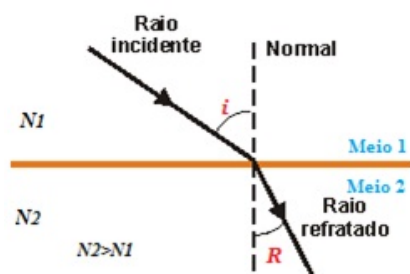


Figura 1 - Refração da luz na interface de dois meios com índices de refração diferentes.

OBS: Se $n_1 < n_2$, o ângulo de incidência (i) será maior que o ângulo de refração (R).

Se $n_1 > n_2$, o ângulo de incidência (i) será menor que o ângulo de refração (R).

Se $n_1 = n_2$, o ângulo de incidência (i) será igual ao ângulo de refração (R).

A refração da luz é regida por duas leis:

1ª Lei : O raio incidente, o raio refratado e a normal à superfície de separação dos dois meios pertencem ao mesmo plano.

2ª Lei ou **Lei de Snell-Descartes**: Os ângulos de incidência e de refração satisfazem a condição:

$$n_1 \sin(i) = n_2 \sin(R)$$

Assim, se $n_2 > n_1$, então $\sin(R) < \sin(i)$, resultando $R < i$. Portanto, para incidência oblíqua da luz, quando esta passa de um meio com menor índice de refração para outro com maior índice, o raio luminoso aproxima-se da normal.

Podemos, também, escrever a lei de Snell-Descartes na forma :

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin(i)}{\sin(R)}$$

Em que n_{21} é o índice de refração relativo do meio 2 em relação ao meio 1.

Referências

1. Francisco R. Júnior, Nicolau G. Ferraro, Paulo T. Soares, Os Fundamentos da Física 2, 8ª ed., Editora Moderna, São Paulo, 2003.
2. Paul A. Tipler, Gene Mosca, Física para Cientistas e Engenheiros, 6ª ed., Vol. 2, Editora LTC, 2009.

Criada em 17 de Junho de 2012

Revista em 12 de Novembro de 2012

Aceite pelo editor em 12 de Novembro de 2012

Reflexão total da luz

Referência : de Paiva, R. (2012), WikiCiências, 3(11):0700

Autor: Rodrigo de Paiva

Editor: Teresa M. Seixas

Quando luz monocromática se propaga de um meio com menor índice de refração para um de maior índice de refração, não existe nenhuma restrição à ocorrência da refração (Figura 1). Para incidência normal, o raio refratado é perpendicular à interface dos dois meios (Figura 1a). Em incidência oblíqua ($i > 0^\circ$), o raio luminoso aproxima-se da normal, tendo-se $R < i$ (Figura 1b). Para valores crescentes do ângulo de incidência, verifica-se que, à medida que este se aproxima de 90° (incidência razante), o ângulo refratado (R) tende para um valor máximo L , denominado **ângulo limite** (Figura 1c).

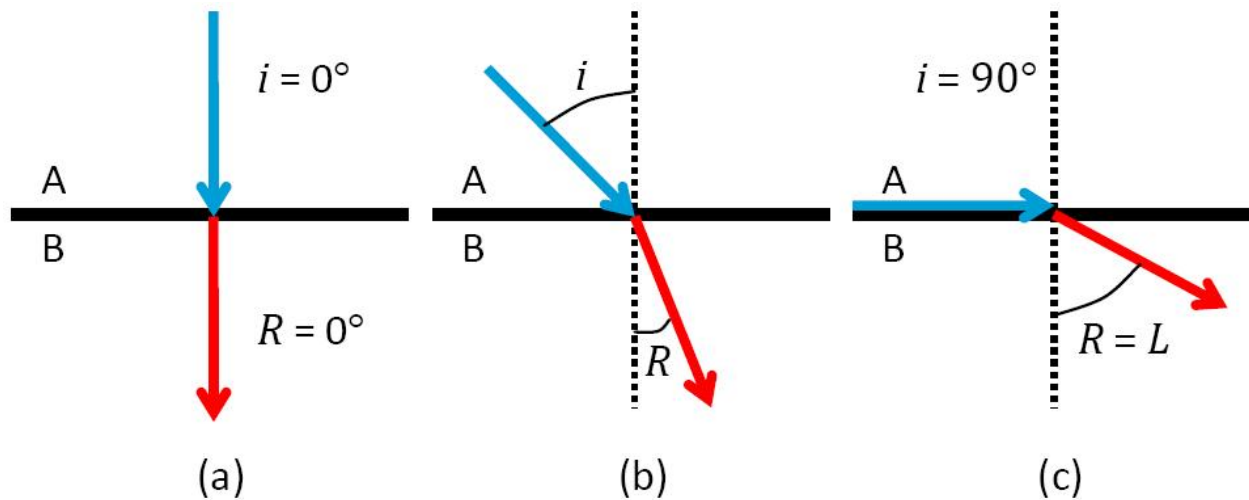


Figura 1 - Refração da luz na passagem de um meio com menor índice de refração para outro de maior índice de refração.

Aplicando a Lei de Snell-Descartes ao caso da refração limite entre dois meios de índices de refração n_a e $n_b > n_a$, obtém-se sucessivamente:

$$n_a \sin(i) = n_b \sin(R)$$

$$n_a \sin(90^\circ) = n_b \sin(L)$$

$$\sin(L) = \frac{n_a}{n_b}$$

Sendo $n_a < n_b$, podemos escrever:

$$\sin(L) = \frac{n_{\text{menor}}}{n_{\text{maior}}}$$

$$L = \arcsin\left(\frac{n_{\text{menor}}}{n_{\text{maior}}}\right)$$

Quando luz monocromática se propaga de um meio com maior índice de refração para outro de menor índice de refração, nem todo raio luminoso sofre refração. Esta situação corresponde à propagação da luz do meio B para o meio A ($n_a < n_b$). Em incidência normal (Figura 2a), continua a não haver desvio do raio refratado em relação ao incidente. Para incidência oblíqua (Figura 2b), contudo, o raio luminoso afasta-se da normal ($R > i$). Aumentando gradualmente o ângulo de incidência, o raio refratado aproxima-se da direção razante. Neste caso, a refração limite ocorre para um ângulo de incidência $i = L$ (Figura 2c), para o qual o ângulo de refração atinge o valor máximo de 90° . No entanto, para este sentido de propagação, ou seja, do meio com maior índice de refração para o de menor, o ângulo de incidência pode ser maior que o ângulo limite. Quando isto ocorre, não há refração e a luz sofre o fenómeno de reflexão total (Figura 2d).

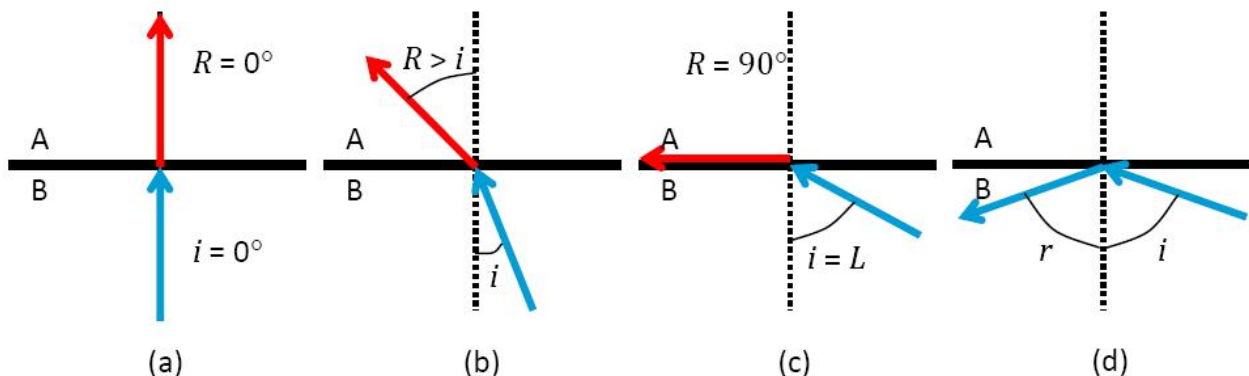


Figura 2 - Refração da luz na passagem de um meio com maior índice de refração para outro de menor índice de refração.

de refração.

Assim, para haver reflexão total, são necessárias duas condições:

- 1ª Sentido de propagação da luz: do meio com maior índice de refração para o de menor.
- 2ª Ângulo de incidência maior que o ângulo limite: $i > L$.

Referências

1. Francisco R. Júnior, Nicolau G. Ferraro, Paulo T. Soares, Os Fundamentos da Física 2, 8ª ed., Editora Moderna, São Paulo, 2003.
2. Paul A. Tipler, Gene Mosca, Física para Cientistas e Engenheiros, 6ª ed., Vol. 2, Editora LTC, 2009.

Criada em 17 de Junho de 2012

Revista em 12 de Novembro de 2012

Aceite pelo editor em 12 de Novembro de 2012

Furador de rolhas

Referência : Ribeiro, D. (2012), WikiCiências, 3(11):0701

Autor: Daniel Ribeiro

Editor: Jorge Gonçalves ^[2]

Um **furador de rolhas** (ver figura 1) é um instrumento de formato tubular, de arestas afiadas, destinado a furar rolhas com furos de forma cilíndrica.

As rolhas furadas utilizam-se para a introdução de termómetros e para a passagem de tubos de vidro, promovendo uma maior versatilidade nas montagens laboratoriais.

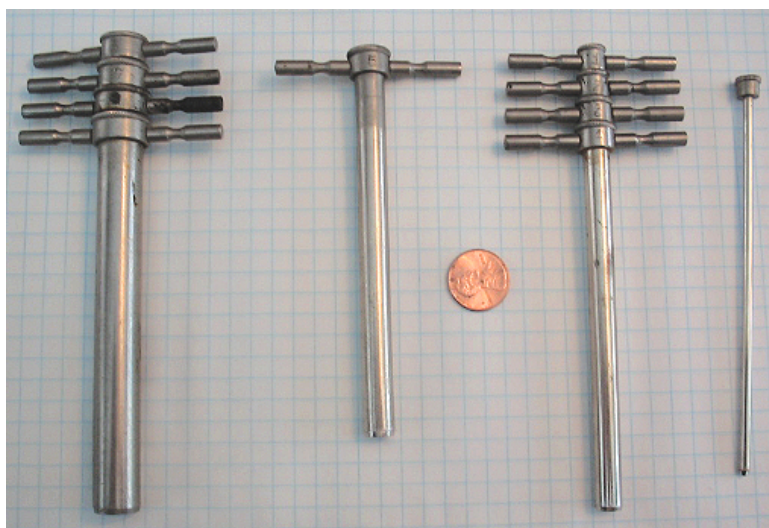


Figura 1 Furador de rolhas.

Criada em 09 de Novembro de 2012

Revista em 10 de Novembro de 2012

Aceite pelo editor em 12 de Novembro de 2012

Argola metálica

Referência : Ribeiro, D. (2012), WikiCiências, 3(11):0702

Autor: Daniel Ribeiro

Editor: Jorge Gonçalves ^[2]

Uma **argola metálica** é uma peça de forma anelar, com um braço para fixação a um suporte universal, utilizada no laboratório como suporte de funis e de ampolas de decantação.

As argolas de metal permitem uma certa mobilidade na peça de vidro, evitando alguns acidentes por excessiva rigidez em montagens laboratoriais.

Criada em 09 de Novembro de 2012

Revista em 9 de Novembro de 2012

Aceite pelo editor em 27 de Novembro de 2012

Escovilhão

Referência : Ribeiro, D. (2012), WikiCiências, 3(11):0703

Autor: Daniel Ribeiro

Editor: Jorge Gonçalves ^[2]

Um **escovilhão** é um utensílio de limpeza bastante utilizado em laboratório para lavar material de vidro em zonas de difícil acesso.

Consiste numa vara central à qual se ligam perpendicularmente os filamentos que constituem o escovilhão. Existem escovilhões de diversos calibres adequados às dimensões do material a ser lavado.

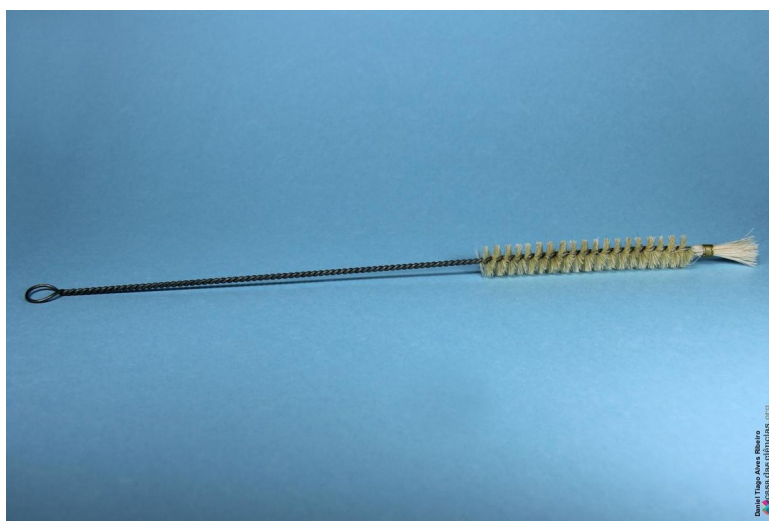


Figura 1 Escovilhão.

Criada em 09 de Novembro de 2012

Revista em 27 de Novembro de 2012

Aceite pelo editor em 27 de Novembro de 2012

Garra

Referência : Ribeiro, D. (2012), WikiCiências, 3(11):0704

Autor: Daniel Ribeiro

Editor: Jorge Gonçalves ^[2]

Uma **garra** (ver figura 1) é um utensílio metálico em forma de mão destinada a segurar peças de laboratório.

Para promover uma melhor aderência ao material a que se aplica, as extremidades das garras são geralmente revestidas com cortiça ou com material plástico para tornar o aperto mais suave e evitar deslizamentos.

Existe ainda outra garra bastante utilizada em laboratório – a pinça de buretas. A pinça de buretas funciona como uma dupla garra que segura verticalmente uma bureta por meio de molas.



Figura 1 Garra.

Criada em 09 de Novembro de 2012

Revista em 27 de Novembro de 2012

Aceite pelo editor em 27 de Novembro de 2012

Argola de cortiça (sogra)

Referência : Ribeiro, D. (2012), WikiCiências, 3(11):0705

Autor: Daniel Ribeiro

Editor: Jorge Gonçalves ^[2]

Uma **argola de cortiça** (ver figura 1), também denominada sogra, é um utensílio de formato anelar, feito de cortiça, que se utiliza no laboratório para pousar material de vidro de fundo redondo, que de outra forma seria difícil de estabilizar.

Este tipo de argolas é feito de cortiça visto que este material é um mau condutor de calor, sendo possível colocar sobre ele balões de vidro quentes sem que eles se quebrem pelo choque térmico resultante de variações bruscas de temperatura.



Figura 1 Argola de cortiça (sogra).

Criada em 09 de Novembro de 2012

Revista em 27 de Novembro de 2012

Aceite pelo editor em 27 de Novembro de 2012

Barômetro

Referência : Ribeiro, D. (2012), WikiCiências, 3(11):0706

Autor: Daniel Ribeiro

Editor: Jorge Gonçalves ^[2]

Um **barômetro** é um instrumento de medição da pressão atmosférica. Existem, basicamente, dois tipos de barômetros: os barômetros de líquidos e os barômetros aneróides.

A invenção do primeiro barômetro foi creditada ao italiano Evangelista Torricelli (1608 – 1647) que, em 1643, criou um barômetro simples de mercúrio. No entanto, existe alguma incerteza sobre quem foi o autor do primeiro barômetro, essencialmente por causa dos trabalhos do italiano Gasparo Berti (c. 1600 – 1643), por volta de 1641.^[1]

O barômetro mais simples, o barômetro de mercúrio de Torricelli, consistia de um tubo (fechado numa das extremidades) que continha mercúrio (ver figura 1). A altura desta coluna de mercúrio é uma medida da pressão atmosférica.

Depois das descobertas de Berti e Torricelli, muitos outros físicos (ou filósofos naturais, como se designavam nessas épocas) desenvolveram diferentes tipos de barômetros. Contudo, o princípio de funcionamento de barômetros de líquidos é basicamente o mesmo em qualquer caso.

Os barômetros aneróides foram inventados pelo francês Lucien Vidie (1805 – 1866) que construiu um barômetro baseado no conceito proposto pelo alemão Gottfried Leibniz (1646 – 1716) de que a deformação de uma cápsula metálica na qual se fazia o vácuo podia ser utilizada para medir a pressão atmosférica.^[2] Na atualidade, a maior parte dos barômetros são do tipo aneróide.

Uma das utilizações comuns dos barômetros é na previsão meteorológica, sendo possível prever as condições atmosféricas olhando apenas para um barômetro.

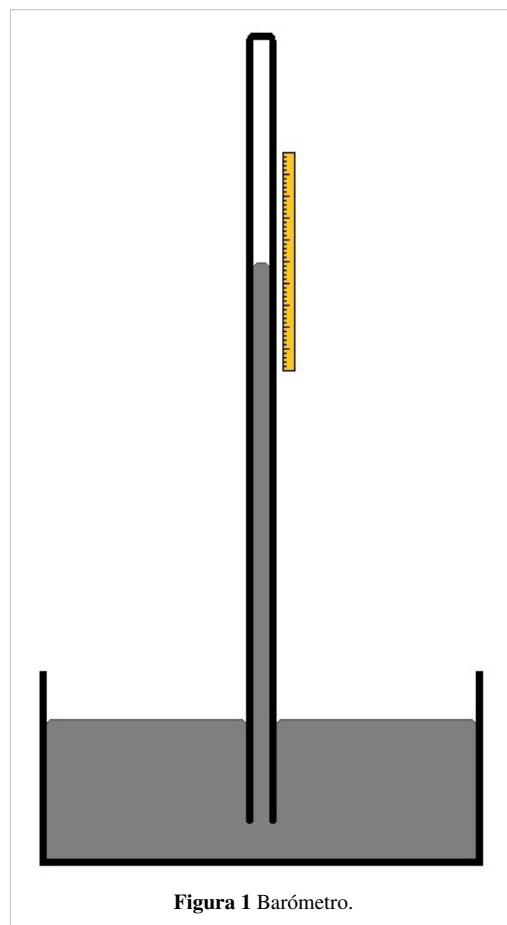


Figura 1 Barômetro.

Referências

1. J. Heilbron, ed., *The Oxford companion to the history of modern science*, Oxford New York: Oxford University Press, 2003, **ISBN: 978-0-195-11229-0**.
2. K. Hile, *The handy weather answer book*, Canton, MI: Visible Ink Press, 2009, **ISBN: 978-1-578-59221-0**.

Criada em 09 de Novembro de 2012

Revista em 27 de Novembro de 2012

Aceite pelo editor em 27 de Novembro de 2012

Fontes e Editores da Página

Seiva elaborada *Fonte:* <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=17870> *Contribuidores:* Admin

Potencial hídrico *Fonte:* <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=17872> *Contribuidores:* Admin

Fito-hormona/Regulador do crescimento vegetal *Fonte:* <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=17874> *Contribuidores:* Admin

Seiva bruta *Fonte:* <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=17876> *Contribuidores:* Admin

Teoria da Pressão Radicular *Fonte:* <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=17878> *Contribuidores:* Admin

Hipótese do Fluxo de Massa *Fonte:* <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=17880> *Contribuidores:* Admin

Teoria da Tensão-coesão-adesão *Fonte:* <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=17882> *Contribuidores:* Admin

Carbocatiões *Fonte:* <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=17891> *Contribuidores:* Admin

Leis de Faraday da electrólise *Fonte:* <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=18328> *Contribuidores:* Admin

Raio de luz *Fonte:* <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=18799> *Contribuidores:* Admin

Ângulo de Incidência da luz *Fonte:* <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=24104> *Contribuidores:* Admin

Reflexão da luz *Fonte:* <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=18308> *Contribuidores:* Msalsil

Ângulo de reflexão da luz *Fonte:* <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=18309> *Contribuidores:* Msalsil

Leis de reflexão da luz *Fonte:* <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=18310> *Contribuidores:* Msalsil

Refração da Luz *Fonte:* <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=18311> *Contribuidores:* Msalsil

Índice de refração *Fonte:* <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=18312> *Contribuidores:* Msalsil

Leis da refração da luz *Fonte:* <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=18798> *Contribuidores:* Admin

Reflexão total da luz *Fonte:* <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=18316> *Contribuidores:* Msalsil

Furador de rolhas *Fonte:* <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=18403> *Contribuidores:* Admin, DanielRibeiro, Jmgoncalves

Argola metálica *Fonte:* <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=19101> *Contribuidores:* Admin

Escovilhão *Fonte:* <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=19103> *Contribuidores:* Admin

Garra *Fonte:* <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=19105> *Contribuidores:* Admin

Argola de cortiça (sogra) *Fonte:* <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=19107> *Contribuidores:* Admin

Barómetro *Fonte:* <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=19109> *Contribuidores:* Admin

Fontes, Licenças e Editores da Imagem

Ficheiro:Potencial hídrico 1.jpg Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Potencial_hídrico_1.jpg Licença: desconhecido Contribuidores: Sandraime

Ficheiro:Potencial hídrico 2.jpg Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Potencial_hídrico_2.jpg Licença: desconhecido Contribuidores: Sandraime

Ficheiro:Fito-hormonas.jpg Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Fito-hormonas.jpg> Licença: desconhecido Contribuidores: Sandraime

Ficheiro:Raiz primária.jpg Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Raiz_primária.jpg Licença: desconhecido Contribuidores: Sandraime

Ficheiro:Hipótese do fluxo de massa.jpg Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Hipótese_do_fluxo_de_massa.jpg Licença: desconhecido Contribuidores: Sandraime

Ficheiro:Teoria da tensão coesão adesão.jpg Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Teoria_da_tensão_coesão_adesão.jpg Licença: desconhecido Contribuidores: Sandraime

Image:Carbocatiões Fig 1.png Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Carbocatiões_Fig_1.png Licença: desconhecido Contribuidores: Rmfernandes

Image:Carbocatiões Fig 2.png Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Carbocatiões_Fig_2.png Licença: desconhecido Contribuidores: Rmfernandes

Image:Carbocatiões Fig 3.png Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Carbocatiões_Fig_3.png Licença: desconhecido Contribuidores: Rmfernandes

Image:Carbocatiões Fig 4.png Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Carbocatiões_Fig_4.png Licença: desconhecido Contribuidores: Rmfernandes

Image:Carbocatiões Fig 5.png Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Carbocatiões_Fig_5.png Licença: desconhecido Contribuidores: Rmfernandes

Image:Carbocatiões Fig 6.png Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Carbocatiões_Fig_6.png Licença: desconhecido Contribuidores: Rmfernandes

Image:Carbocatiões Fig 7.png Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Carbocatiões_Fig_7.png Licença: desconhecido Contribuidores: Rmfernandes

Image:Carbocatiões Fig 8.png Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Carbocatiões_Fig_8.png Licença: desconhecido Contribuidores: Rmfernandes

Image:Carbocatiões Fig 9.png Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Carbocatiões_Fig_9.png Licença: desconhecido Contribuidores: Rmfernandes

Image:Carbocatiões Fig 10.png Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Carbocatiões_Fig_10.png Licença: desconhecido Contribuidores: Rmfernandes

Image:Carbocatiões Fig 11.png Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Carbocatiões_Fig_11.png Licença: desconhecido Contribuidores: Rmfernandes

Image:Carbocatiões Fig 12.png Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Carbocatiões_Fig_12.png Licença: desconhecido Contribuidores: Rmfernandes

Image:Carbocatiões Fig 13.png Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Carbocatiões_Fig_13.png Licença: desconhecido Contribuidores: Rmfernandes

Image:Carbocatiões Fig 14.png Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Carbocatiões_Fig_14.png Licença: desconhecido Contribuidores: Rmfernandes

Image:Carbocatiões Fig 15.png Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Carbocatiões_Fig_15.png Licença: desconhecido Contribuidores: Rmfernandes

Image:Carbocatiões Fig 16.png Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Carbocatiões_Fig_16.png Licença: desconhecido Contribuidores: Rmfernandes

Image:Carbocatiões Fig 17.png Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Carbocatiões_Fig_17.png Licença: desconhecido Contribuidores: Rmfernandes

Image:Carbocatiões Fig 18.png Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Carbocatiões_Fig_18.png Licença: desconhecido Contribuidores: Rmfernandes

Image:Carbocatiões Fig 19.png Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Carbocatiões_Fig_19.png Licença: desconhecido Contribuidores: Rmfernandes

Image:Carbocatiões Fig 20.png Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Carbocatiões_Fig_20.png Licença: desconhecido Contribuidores: Rmfernandes

Image:Configuracoes Iniciais.jpg Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Configuracoes_Iniciais.jpg Licença: desconhecido Contribuidores: Rodrigo

Image:Angulo incidencia Luz.jpg Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Angulo_incidencia_Luz.jpg Licença: desconhecido Contribuidores: Rodrigo

Image:Reflexao Regular.jpg Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Reflexao_Regular.jpg Licença: desconhecido Contribuidores: Rodrigo

Image:Reflexao Difusa.jpg Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Reflexao_Difusa.jpg Licença: desconhecido Contribuidores: Rodrigo

Image:Angulo Reflexao Luz.jpg Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Angulo_Reflexao_Luz.jpg Licença: desconhecido Contribuidores: Rodrigo

Image:Leis Reflexao Luz.jpg Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Leis_Reflexao_Luz.jpg Licença: desconhecido Contribuidores: Rodrigo

Image:Refracao da luz.jpg Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Refracao_da_luz.jpg Licença: desconhecido Contribuidores: Msalsil

Image:Angulo Refracao Luz.jpg Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Angulo_Refracao_Luz.jpg Licença: desconhecido Contribuidores: Rodrigo

Image:Reflexao total Figura 1.jpg Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Reflexao_total_Figura_1.jpg Licença: desconhecido Contribuidores: Msalsil

Image:Reflexao total Figura 2.jpg Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Reflexao_total_Figura_2.jpg Licença: desconhecido Contribuidores: Msalsil

Ficheiro:Furador de rolhas.jpg Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Furador_de_rolhas.jpg Licença: desconhecido Contribuidores: Daniel.ribeiro

Ficheiro:Escovilhão.jpg Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Escovilhão.jpg> Licença: desconhecido Contribuidores: Daniel.ribeiro

Ficheiro:Garra.jpg Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Garra.jpg> Licença: desconhecido Contribuidores: Daniel.ribeiro

Ficheiro:Argola de cortiça (Sogra).jpg Fonte: [http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Argola_de_cortiça_\(Sogra\).jpg](http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Argola_de_cortiça_(Sogra).jpg) Licença: desconhecido Contribuidores: Daniel.ribeiro

Ficheiro:Barómetro.jpg Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Barómetro.jpg> Licença: desconhecido Contribuidores: Daniel.ribeiro

Licença

Creative Commons - Atribuição - Uso Não Comercial - Partilha nos Mesmos Termos
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
