



INSTITUTO
SUPERIOR
TÉCNICO

Laboratórios Abertos 2012

JÚNIOR

Departamento de Engenharia Química

Laboratórios Abertos Júnior 2012

Editado por:

Departamento de Engenharia Química

Instituto Superior Técnico

Edição de:

Maria Amélia Lemos, Cristina Gomes de Azevedo

Com a colaboração de:

Núcleo de Engenharia Química

Capa:

Maria Amélia Lemos, Cristina Gomes de Azevedo

Fevereiro 2012

ISBN: 978-989-96933-4-0

Índice

Índice	3
Programa	4
Experiências no Laboratório	4
Artesãos do século XXI – Exposição permanente	4
Equipa	22
Escolas Participantes	24
Patrocínio	25

Programa

	Horário	Actividades
Manhã	9:00 h – 11 h	Experiências no laboratório
Tarde	14:00 h – 15:30 h	Experiências no laboratório

Experiências no Laboratório

Aula de Poções

- **Pega-monstros e bolas saltitonas**
- **Areias Movediças**
- **Poções Orgânicas**
- **Show do Azoto**

Artesãos do século XXI – Exposição permanente

Pega-Monstros!

Realização de dois tipos de “Pega- Monstros” com Tetraborato de Sódio

Ana Knittel¹, Marta Coelho², Albertina Soares³, Dulce Simão⁴

¹Aluna do Mestrado Integrado em Engenharia Biológica, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

²Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

³Aluna do Mestrado Integrado em Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

⁴Centro de Química Estrutural, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

Vamos realizar dois procedimentos diferentes para criar pega-monstros, para se comparar os resultados obtidos posteriormente. Embora a base da reacção seja a mesma, o Tetraborato de Sódio, alterando as condições de reacção e os reagentes com que reage, facilmente observamos que os produtos serão bem diferentes, mesmo sendo a mesma reacção orgânica.



Fig. 1 e 2 - Amostras dos dois tipos de Pega-Monstros



Material e soluções necessárias para o primeiro tipo de pega-monstros:

2 Gobelés de 50mL
Corante
Espátula de madeira
Vareta
15mL de Totocola
Tetraborato de Sódio



Fig. 3 – Reagentes utilizados para o Pega-Monstros nº 1

Procedimento nº 1:

Colocar 40mL de totocola num gobelé.
Juntar 4 gotas de corante e misturar até ficar homogénea.
Juntar, noutro gobelé, 20mL de água destilada morna com 0,70g de Tetraborato de Sódio e dissolver bem a solução.
Adicionar a solução anterior à primeira solução (cola e corante).
Misturar até se obter uma massa consistente

Material e soluções necessárias para o segundo tipo de pega-monstros:

1 Gobelé de 50mL
1 proveta de 50 mL
Corante
Vareta de madeira
Álcool polivinílico a 25g/L
Solução de Tetraborato de Sódio a 22,5g/L

Procedimento nº 2:

Medir numa proveta 5 ml da solução de Tetraborato de Sódio
Adicionar num gobelé 30 ml da solução de Álcool Polivinílico
Adicionar algumas gotas de corante ao gobelé, e juntar o medido na proveta
Misturar vigorosamente com a espátula até criar-se uma solução mais viscosa



Fig. 4 – Mistura dos reagentes do procedimento nº 2

O “pega-monstros” é um fluído que apresenta propriedades “dilatantes” (a sua viscosidade depende da temperatura e pode ser alterada pela acção mecânica), que se devem à formação de um polímero de silicone, resultado da combinação de borato de sódio com cola.

Os dois pega-monstros são diferentes pois, embora sejam feitos ambos pela polimerização do Tetraborato com outro componente, no 1º caso a cola tem poliacetato de vinilo (éster, em vez do álcool do 2º caso) e quando polimeriza, fica mais viscoso.

Uma maneira fácil de entender o que diferencia estes dois pega-monstros consiste em comparar com pessoas de mão dada. As moléculas podem agarrar-se só pelos mindinhos e assim temos aquele pega-monstro mais fluido, quase como se fosse líquido; Outras moléculas agarram-se pelas mãos e temos os pega-monstros do 1º procedimento, mais viscoso, quase sólido.

Sendo assim, obteve-se duas amostras de um exemplo de uma polimerização, bastante divertida.

Bibliografia:

- 1 <http://quimicaparacrianças.blogspot.com/2009/05/experiencia-pega-monstros.html>
- 2 <http://bizarrelabs.com/slime.htm>

Fluidos Dilatantes. Propriedades e aplicações

Francisco Patrocínio

Aluno do Mestrado Integrado em Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

Mecânica dos fluidos é um ramo científico que de uma forma geral estuda as deformações dos fluidos. As aplicações deste estudo são de significativa importância em diversas áreas da engenharia e da indústria, permitindo, por exemplo, a um engenheiro químico, o projecto de equipamento e de processos eficientes para mistura de compostos a nível industrial, circulação de fluidos de refrigeração...

Um fluido pode ser caracterizado como uma substância que sofre deformação, quando uma determinada força é aplicada, existindo fluidos líquidos e gasosos. Uma das propriedades mais importantes de um fluido é a sua viscosidade (sobre a qual este artigo se focará maioritariamente), que pode ser definida como a resistência que um fluido oferece ao seu escoamento.

A maior parte dos fluidos obedece à lei da viscosidade de Newton (de forma a diminuir a complexidade, aplicar-se-á apenas um modelo bidimensional), ou seja:

$$\frac{F}{A} = \mu\gamma \Leftrightarrow \tau = \mu\gamma$$

Em que τ é chamado tensão de corte ou shear stress, definido como força na direcção x, por unidade de área perpendicular à direcção y, μ é a viscosidade dinâmica, e γ é o gradiente de velocidade, também conhecido por shear rate (taxa de corte) (fig. 1).

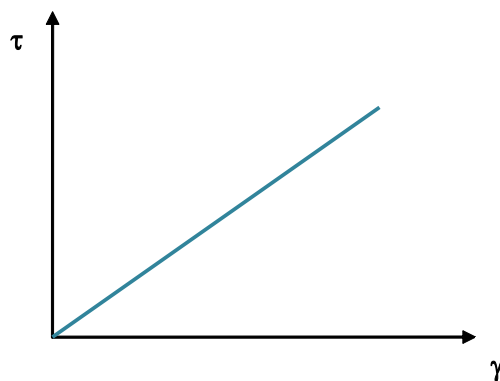


Figura 1 – Representação da tensão de corte τ em função da taxa de corte γ , num fluido Newtoniano

Os fluidos que obedecem a esta lei são definidos como Fluidos Newtonianos, em que a viscosidade se mantém constante em função da taxa de corte (fig. 2). Qualquer fluido composto por moléculas relativamente pequenas pode ser descrito, com sucesso, por esta lei.

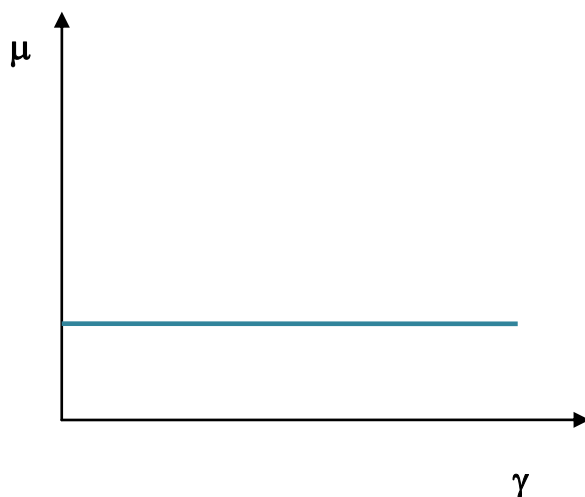


Figura 2 - Representação da viscosidade em função da taxa de corte, num fluido Newtoniano

Existem, no entanto, fluidos que não obedecem a esta lei, verificando-se diferentes comportamentos da viscosidade em função da taxa de corte e do tempo (fig. 3 e 4). Estes comportamentos devem-se ao elevado peso molecular das substâncias, entre outros factores (factores estes que são estudados por um ramo da Mecânica de Fluidos denominado Reologia).

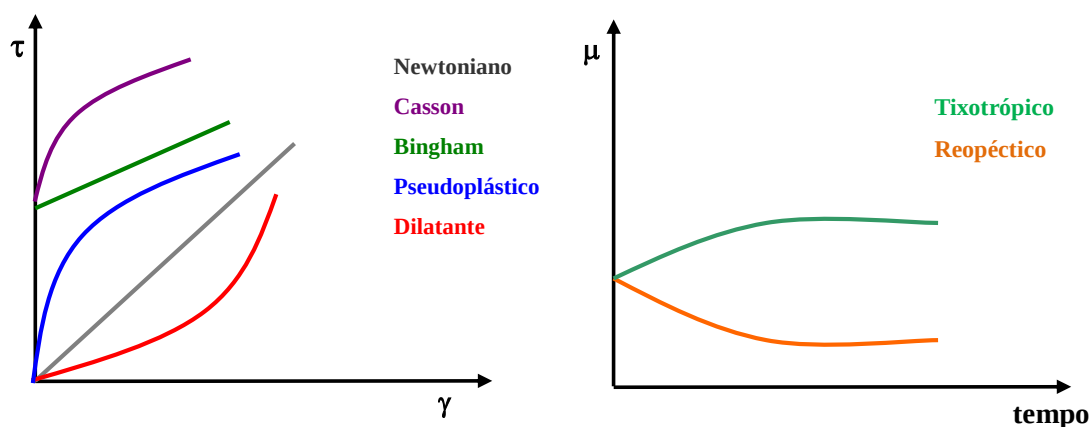


Figura 3, 4 - Representação da viscosidade e da tensão de corte em função da taxa de corte, para vários Fluidos Não-Newtonianos.

Estes fluidos são conhecidos como Não-Newtonianos e dividem-se em várias categorias: shear-thickening (ou dilatantes), shear-thinning (ou pseudoplásticos), plástico Casson, plástico Bingham, tixotrópicos, reopéticos. Nas primeiras quatro categorias, a viscosidade depende da taxa de corte, enquanto nas últimas duas depende do tempo. Devido ao procedimento experimental associado a este artigo (ver abaixo) abordar-se-ão maioritariamente os fluidos dilatantes.

Um fluido dilatante caracteriza-se pela existência de um aumento súbito da viscosidade quando aplicada uma tensão mecânica ou de corte (fig. 5). Isto acontece porque o fluido é um colóide cujas partículas exercem uma repulsão entre si. A energia de um impacto súbito, quando suficientemente grande de forma a contrariar os efeitos de repulsão entre as partículas, faz com que estas se agremem, formando aglomerados.

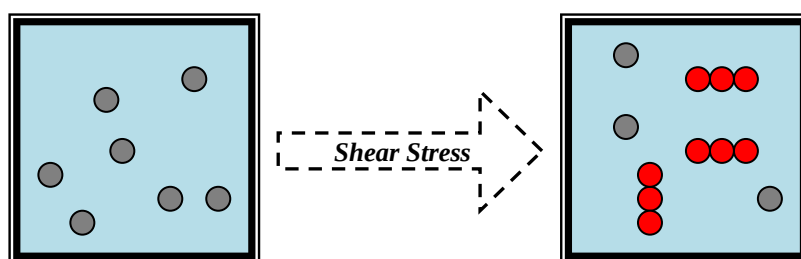


Figura 5 - Fluido dilatante.

Um exemplo de um fluido dilatante é a areia molhada da praia, quando bastante compacta. Quanto maior for a força que aplicamos sobre ela num dado instante, maior é a força que a superfície do fluido exerce contra nós.

Este tipo de fluido é, neste momento, aplicado na investigação militar (a nível das protecções corporais, com misturas de fluidos dilatantes e Kevlar®) e como fluidos de controlo de tracção em diversos veículos.

Preparação de um fluido dilatante, utilizando a farinha de amido de milho:

Reagentes

- Farinha de amido de milho comercial (p.e. Farinha Maizena)
- Água
- Corante (opcional)

Procedimento:

Esta preparação é bastante simples e não segue um conjunto de regras definidas. É um processo um pouco por “tentativa e erro”. Adicionam-se pequenas porções de água à quantidade de amido de milho com que se está a trabalhar, até se obter a consistência

desejada (isto é: até ao momento em que, sem aplicar força na superfície do fluido um determinado objecto se afunde, mas quando se aplica uma força de proporções elevadas o fluido exerça bastante resistência). Opcionalmente pode-se adicionar corante ao longo do processo de forma a obter uma melhor apresentação estética.

Bibliografia

Transport Phenomena , R. B. Bird, W. E. Stewart, E. N. Lightfoot, 2002, 2nd ed., Wiley, N.Y.

Fluid Mechanics, P. Kundu, I. Cohen, 2002, 2nd ed., Academic Press, California.

<http://curiosity.discovery.com/question/other-uses-stf>

<http://science.howstuffworks.com/liquid-body-armor1.html>

Poções Orgânicas!

Dulce Elisabete Bornes Teixeira Pereira Simão

Centro de Química Estrutural, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

A Química em ação parece magia, mas é ciência!

Quando se fala em poção, vem-nos logo à ideia uma mistura de substâncias misteriosas com poderes milagrosos, geralmente um remédio medicinal ao qual geralmente se atribui propriedades mágicas. No entanto as poções são misturas de compostos químicos!

Toda a matéria é constituída por moléculas que por sua vez é constituída por conjuntos de átomos ligados entre si. Os materiais podem classificar-se em substâncias (compostos) puras e em misturas de substâncias. A Química Orgânica é a química dos compostos de carbono e é a base de toda a vida na terra. Existe uma enorme variedade de compostos orgânicos. Estes podem ser obtidos a partir de produtos naturais por extração, ou a partir de outros produtos químicos por reação. Deste modo podem obter-se novas moléculas, úteis no desenvolvimento de novos materiais, fármacos e outras biologicamente activas (as poções da atualidade). Neste módulo pretende-se descobrir a composição de algumas poções, mostrando algumas experiências onde se isolam substâncias de produtos naturais e obtê-las por transformação (reações). Este tópico inclui as seguintes experiências:

Poções fumegantes

Nesta experiência, mostramos como podemos isolar o limoneno, o principal constituinte do óleo de laranja (Sumol), um produto da indústria de sumos. Este composto orgânico é constituído por átomos de carbono e hidrogénio.

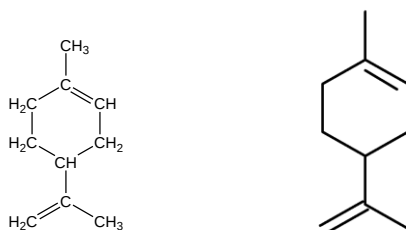


Figura 1 – Duas fórmulas de estruturas químicas do limoneno.

É obtido por extração mecânica da casca de laranja e é usado como aromatizante nas indústrias farmacêutica, de cosmética e alimentar. O óleo de laranja contém 95% de limoneno, e outros compostos, num total de cerca de 30 constituintes.



Figura 2 – Laranjas e produtos da indústria que contêm limoneno na sua constituição.

A figura 3 mostra a montagem de destilação por arrastamento de vapor para isolar o limoneno¹ do óleo



Figura 3 - Destilação por arrastamento de vapor

O destilado (água e limoneno) é passado para uma ampola de decantação (Figura 4) onde se processa uma decantação em funil para separação dos dois líquidos imiscíveis e com diferentes densidades.

Foto de Ana Knittel e Ana Rosa



Poções borbulhantes

Os principais pigmentos existentes nas folhas de espinafres são os compostos orgânicos: clorofila a, b (Figura 5) e o β -caroteno. A clorofila é um composto foto receptor da luz visível, essencial para a realização da fotossíntese.

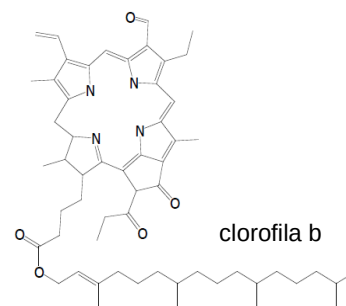
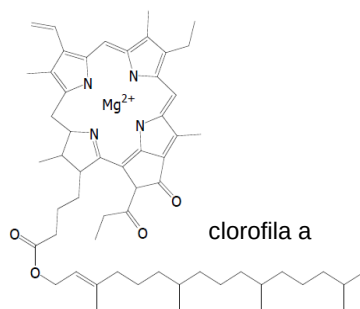


Figura 5 – Espinafres e estruturas químicas da clorofila a e b.

Nesta experiência vamos isolar estes pigmentos das folhas de espinafres², através de uma técnica denominada extração em soxhlet (Figura 6). Nesta técnica, usa-se o etanol como solvente que ao ser aquecido entra em ebulição, evapora e vai condensar no extrator sobre o sólido sendo depois reconduzido ao balão juntamente com o composto a extrair.

Figura 6 – Extração da clorofila em soxhlet

As folhas de espinafres depois de submetidas a esta extracção ficam completamente descoloridas (Figura 7).





Figura 7 - Espinafres antes e depois da extração

Em seguida, separa-se o solvente por destilação recorrendo a um rotavapor ou evaporador rotativo (Figura 8).



Figura 8 – Destilação do etanol num rotavapor

O solvente é evaporado e condensa no refrigerante, sendo recolhido num balão. Deste modo obtém-se o chamado extrato que contém a clorofila a e b (Figura 5), além de outras substâncias em menor quantidade.

2 - D.J. Waddington; H. S. Finlay, *Organic Chemistry through Experiment*, Mills and Boon Ltd, London, **1977**, 168.

Poções coloridas

Nesta experiência, exemplifica-se como se prepara um composto orgânico. Os aldeídos e cetonas reagem com a hidrazina e seus derivados originando as correspondentes

hidrazonas com pontos de fusão muito bem definidos. Este é então um teste clássico para identificação de grupos carbonilo (C=O). Por exemplo é feita esta reacção para determinar aldeídos no fumo do tabaco. Serve também para caracterizar açúcares pois dão origem a sólidos cristalinos de pontos de fusão característicos. São igualmente conhecidas hidrazonas com actividade antibacteriana e antibiótica e devido à sua forte coloração, (do amarelo ao vermelho) são também utilizadas como corantes.



Os reagentes desta reacção são a 2,4-dinitrofenil-hidrazina e o benzaldeído (Figura 9).

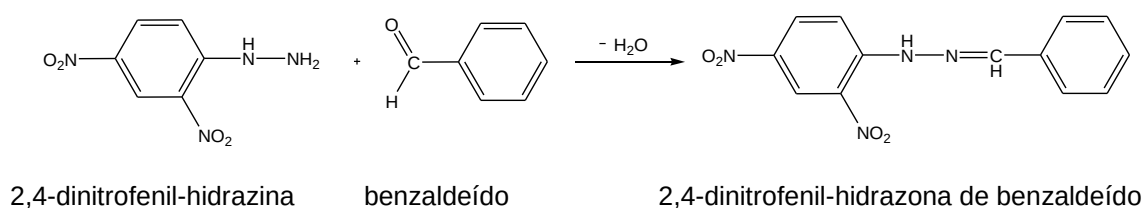


Figura 9 – Esquema reacional de formação do derivado de fenil-hidrazona.

Depois de se adicionarem os reagentes, passados alguns segundos, observa-se a precipitação da fenil-hidrazona³, cor de laranja, que é isolada por filtração em vácuo (Figura 10).



Figura 10 – Precipitação do produto e filtração em vácuo

[Fotos de Inês Pinto](#)

3 - A.I. Vogel, *Vogel's Textbook of Practical Organic Chemistry*, Longman Scientific and Technical, 5^a Ed. **1989**, 1257.

Poções viscosas

O nylon é uma fibra sintética com grande interesse industrial por ser muito resistente e flexível. Foi descoberto na tentativa de encontrar um material sintético com propriedades semelhantes às da seda. O nylon é um polímero, ou seja é constituído por grandes

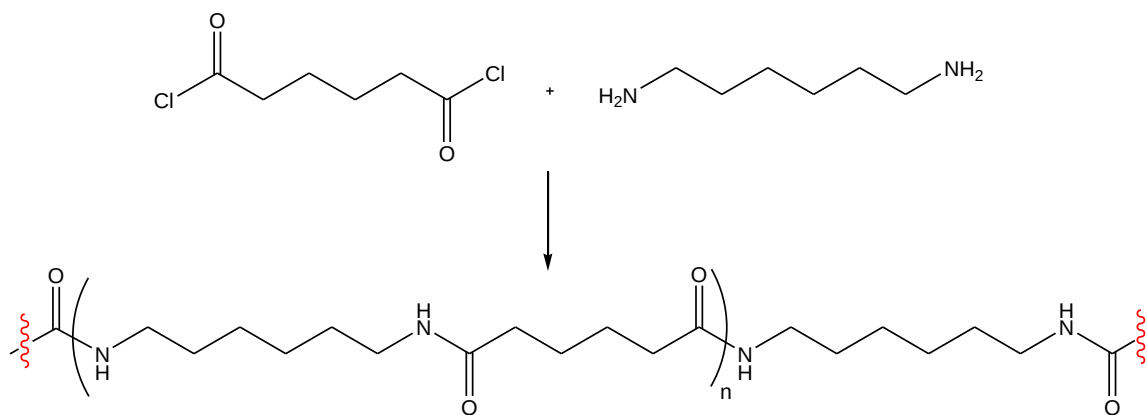


Figura 11 – Esquema reacional de formação do nylon.

moléculas (macromoléculas) formadas através de uma reacção denominada polimerização onde se dá a reacção entre moléculas menores (monómeros) para formar o polímero. Este polímero é uma poliamida, porque contém grupos --CO--NH-- na sua cadeia principal de carbono. Nesta experiência este polímero vai ser sintetizado utilizando como reagentes o cloreto do ácido adípico e o 1,6 diamino-hexano. O fio de nylon é puxado com uma pinça à medida que se vai formando e pode ser enrolado numa proveta de plástico grande ou num sistema apropriado de roldana⁴ (Figura 12).



Figura 12 – Formação do fio de nylon

4 - D. Simão, "100 experiências de química orgânica", 2011, ISTPress, 291.

Poções luminosas no escuro - Reação de quimiluminescência

O seguinte composto orgânico é constituído por átomos de carbono e hidrogénio e chama-se trans-9-(2-feniletenil)antraceno (Figura 13). É um sólido amarelo cristalino⁵.

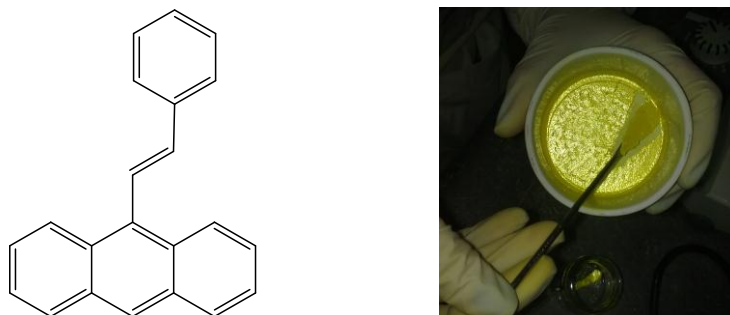


Figura 13 – Estrutura do trans-9-(2-feniletenil)antraceno e aspeto dos cristais amarelos.
[Foto de Ana Knittel e Ana Rosa](#)

Este composto vai ser usado como ativador (ACT) para demonstrar o fenómeno da quimiluminescência que consiste na emissão de luz quando uma molécula eletronicamente excitada devido a uma reação, regressa ao seu estado fundamental. Assim, a reação do cloreto de oxalilo com água oxigenada (peróxido de hidrogénio), forma um peróxido cíclico que interage com o ativador (ACT) originando o ACT no seu estado eletronicamente excitado, o qual emite luz fluorescente e volta ao estado fundamental (Figura 14).

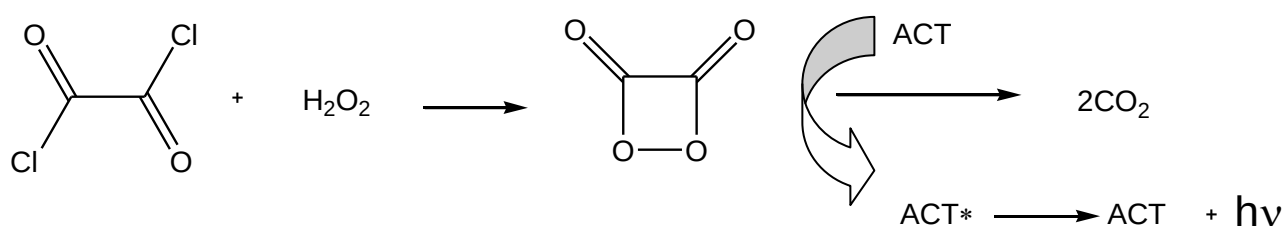


Figura 14 – Reação de quimiluminescência com o trans-9-(2-feniletenil)antraceno (ACT)

A adição das soluções, origina uma forte emissão de luz azul fluorescente durante 15 segundos, seguida de emissão de luz roxa durante mais 15 segundos (Figura 15). Verifica-se também a libertação de dióxido de carbono⁶.

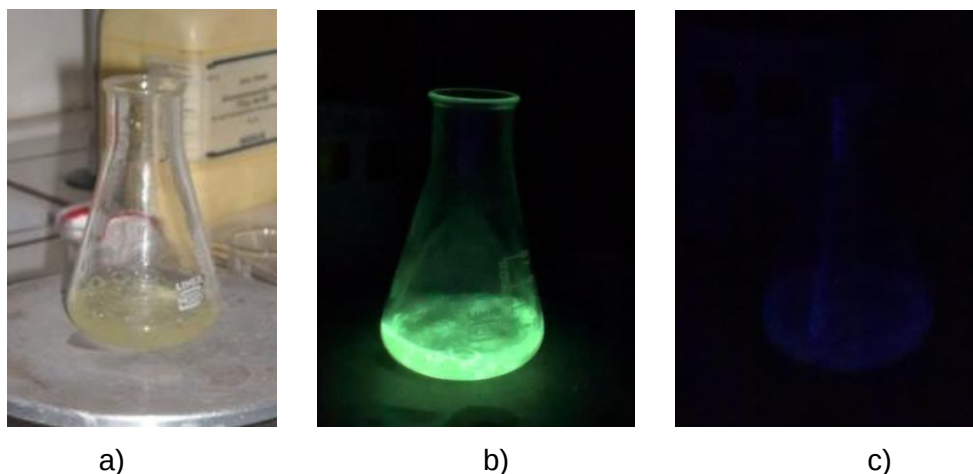


Figura 15 – Reação de quimiluminescência

a) Antes da adição do ACT, antes da adição

b) Emissão de luz azul fluorescente

c) Emissão de luz roxa

[Fotos de Joana Pereira, Bárbara Barata](#)

Quando este composto é dissolvido em etanol apresenta fluorescência e pode ser observado sob a lâmpada de ultra-violeta (Figura 16).

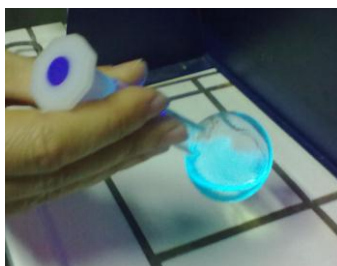


Figura 16 – Solução de trans-9-(2-feniletetil)antraceno em etanol sob a lâmpada de UV.

[Foto de Bárbara Barata](#)

Existem outros compostos orgânicos que são fluorescentes quando observados sob uma lâmpada de ultra violeta como por exemplo, o quinino existente na água tônica (Figura 17), a clorofila extraída anteriormente, a fluoresceína (Figura 18) muito utilizada para detecção de águas subterrâneas, exames oftalmológicos (angiogramas) e como marcador biológico, como por exemplo em química forense. Existem também compostos fluorescentes em notas, cartas de condução e outro tipo de documentos (Figura 19). Este tipo de análise é de igual modo usado em investigação criminal para verificação da validade de papel-moeda e de diversos documentos.



Figura 17 – Água tônica sob luz natural e sob luz ultra violeta



Figura 18 – Solução básica de fluoresceína sob luz natural e sob luz ultra violeta.

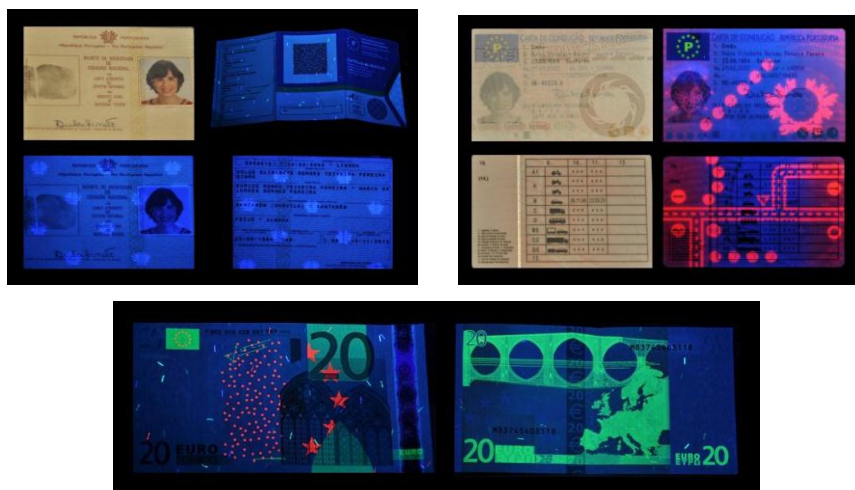


Figura 19 – Vários documentos e notas sob luz natural e sob luz ultra violeta.

5 - D. Simão, “100 experiências de química orgânica”, 2011, ISTPress, 199.

6 - R. Albertin et al, Química Nova, 21, 1998, 772.

Elevador de Naftalinas

Tiago Alexandre Dias

Aluno do Mestrado Integrado em Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

A naftalina é um hidrocarboneto aromático com a fórmula molecular $C_{10}H_8$ (naftaleno):

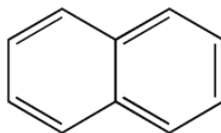


Ilustração 1 - Molécula de Naftaleno.

Este composto apresenta-se sob a forma de um sólido um pouco mais denso que a água. Este procedimento permite demonstrar como a densidade da naftalina pode ser alterada na água através fixação de pequenas bolhas de gás. Para isso basta colocar as bolas de naftalina numa solução aquosa contendo vinagre e bicarbonato de sódio.

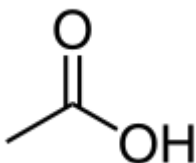


Ilustração 2 - Molécula de ácido etanóico (vinagre).

O bicarbonato de sódio reage com o ácido do vinagre produzindo dióxido de carbono que fica dissolvido na água.

O dióxido de carbono fixa-se, sob a forma de pequenas bolhas, na superfície das bolas de naftalina, fazendo-as flutuar até à superfície. A razão deste movimento ascendente, deve-se ao facto de que a naftalina com as pequenas bolhas de dióxido de carbono fica menos densa do que a água.

Quando uma bola de naftalina chega a superfície, as bolhas de dióxido de carbono rebentam, libertando o gás para a atmosfera, o que implica que as bolas de naftalina entrem agora num movimento descendente.

Estes dois movimentos das bolas de naftalina decorrem até acabar o dióxido de carbono dissolvido na água, produzido pela reacção entre o vinagre e o bicarbonato de sódio.

Equipa

Coordenação

Maria Amélia Lemos
Cristina Gomes de Azevedo

Logística

Susana Martins

Módulos Experimentais

Albertina Soares
Ana Knittel
Dulce Simão

Marta Coelho
Tiago Alexandre Dias

Apoio na Realização

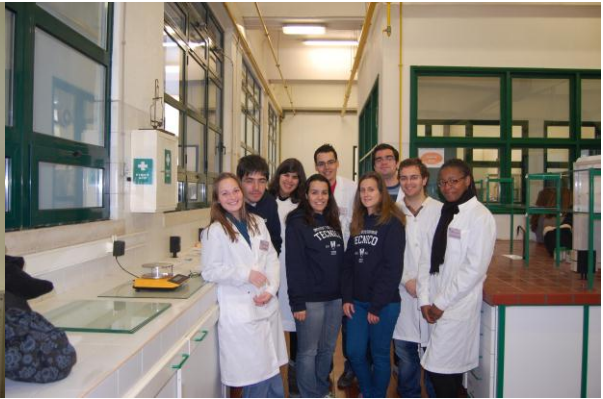
Isabel Leiria
Jorge Teixeira
Leonel Nogueira
Lucinda Naia
Lurdes Ribeiro

Marta Coelho
Matilde Antunes
Natividade Luís
Nuno Simões
Rosinda Leite

Apoio Laboratorial

Alexandre Carnet
Ana Knittel
Ana Maria Carmo
Ana Rita Serra
André Sancho
Bárbara Barata
Beatriz Fernandes
Eduardo Bras
Filipa Franco
Frederico Fonseca
Guilherme Carvalho
Inês Lino
Joana Figueiredo

Joana Gonçalves
Joana Lourenço
João Bernardo
Mariana Severino
Raquel Afonso
Rita Vilas Boas
Rui Santos
Sara Borralho
Sara Cardoso
Teresa Roque
Tiago Dias
Tiago Ribeiro
Vasco Manaças



Escolas Participantes

- Agrupamento de Escolas Alfredo da Silva
- Escola Secundária de Alcochete
- Escola Secundária Emídio Navarro
- Escola Secundária Filipa de Lencastre
- Escola Secundária Gil Vicente
- Escola Secundária Pedro Santarém

Patrocínio





Laboratórios Abertos 2012

**J
Ú
N
I
O
R**