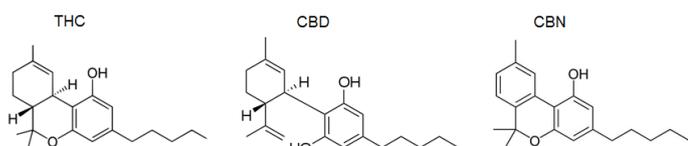


**PARTE A****Texto 1****Análise de maconha em cabelo**

Pesquisadores da Universidade Federal de Sergipe (UFS) desenvolveram um método para identificar o uso de maconha por uma pessoa. [...]

A pesquisa se baseou na chamada técnica de microextração em fase sólida, muito adequada à química limpa, prática que incentiva a redução de resíduos tóxicos em laboratório.

A análise é feita com cabelo extraído da região da nuca, onde o crescimento é constante. A amostra é triturada, dissolvida com ajuda de hidróxido de sódio e aquecida a 90°C. Em seguida, extrai-se os canabinóides, compostos que dão o efeito psicoativo da *cannabis*, a planta da maconha. Entre os compostos, o tetrahydrocannabinol (THC) é mais ativo, mas o estudo também envolveu outras duas substâncias: o canabidiol (CBD) e o canabinol (CBN).



**Figura 1.** Canabinóides

- 1) Considerando um método cromatográfico, o qual se baseia na afinidade com o solvente dos compostos e é feito a partir de um arraste em que o composto com maior afinidade é o que percorre a maior distância, pode-se afirmar que, considerando um solvente como o hexano, o THC percorreria a maior distância na coluna cromatográfica.
- 2) As estruturas do THC, CBN e CBD possuem o mesmo número de hidroxilas em suas moléculas e, por esse motivo, possuem a mesma solubilidade.
- 3) O hidróxido de sódio é uma base extremamente forte; porém, no procedimento mencionado no texto, ele é utilizado como um ácido, na medida em que ele é capaz de dissolver o fio de cabelo, coisa que uma base não seria capaz.
- 4) As funções orgânicas presentes nos compostos tetrahydrocannabinol, canabidiol e canabinol são exclusivamente oxigenadas e a parte da molécula que possui estes grupos funcionais representa a parte polar da molécula. O grupo fenol presente nos três compostos possui caráter básico, devido à presença da hidroxila.

- 5) Mesmo sendo compostos constituídos por uma pequena parte polar, é possível formar ligações de hidrogênio, devido aos grupos OH presentes em ambos compostos. A ressonância também contribui para a formação de um dipolo na molécula, devido à deslocalização eletrônica presente nas insaturações do anel.

**Texto 2****Antídoto para vítimas da tragédia de Santa Maria - RS**

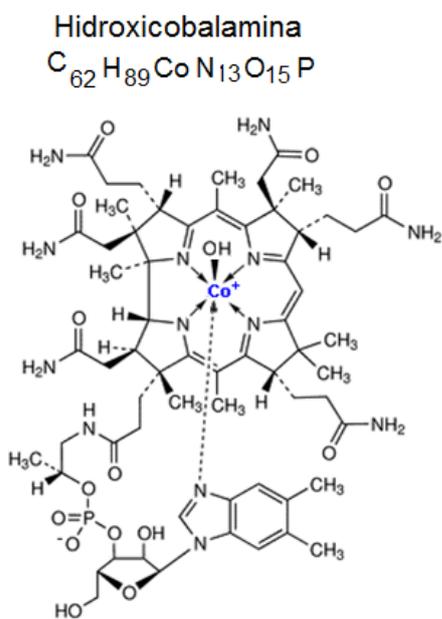
Lotes do medicamento hidroxocobalamina, doados pelos Estados Unidos, indicado para o tratamento de intoxicação por gás cianeto de hidrogênio, chegaram ao Brasil na manhã deste sábado (02/02) para serem usados nas vítimas do incêndio ocorrido na boate Kiss, em Santa Maria (RS). A expectativa do Ministério da Saúde é que o medicamento chamado de "antídoto" anule os possíveis efeitos tóxicos do cianeto no organismo.

*Adaptado de:*

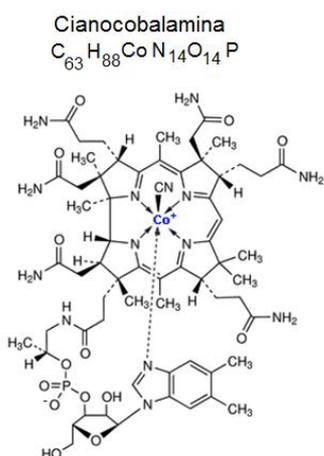
*<http://g1-globo.com.jusbrasil.com.br/noticias/100324094/antidoto-contra-gas-chega-ao-brasil-para-tratar-vitimas-de-santa-maria>*

Uma intoxicação por cianeto pode ser rapidamente fatal se não for tratada de imediato e de forma apropriada. O mecanismo de ação desse antídoto é simples: a hidroxocobalamina (vitamina B<sub>12a</sub>) combina-se com o cianeto dando origem à cianocobalamina ou vitamina B<sub>12</sub>.

*<adaptado de:  
<http://www.ff.up.pt/toxicologia/monografias/ano010/cianetos/p7.html>>*



**Figura 2.** Hidroxocobalamina



**Figura 3.** Cianocobalamina

- 6) É possível afirmar a presença de mais de cinco funções orgânicas nos compostos acima além do ânion formado a partir do ácido fosfórico. Por possuir uma carga negativa, poderia ser feito um balanço nesse ânion com um metal alcalino-terroso, a fim de deixar a estrutura neutra e, conseqüentemente, mais estável.
- 7) Sabe-se que em combustões de plásticos e espuma de poliuretano (material provavelmente utilizado na capa acústica da Boate Kiss), à temperatura de, aproximadamente, 800°C, um dos possíveis produtos em meio a tantos outros gases é o cianeto de hidrogênio (HCN), capaz de, em poucos minutos, levar uma pessoa a óbito pela inspiração do gás. Pode-se dizer que esse ácido, em conformidade com as teorias de ácido-base de Lewis, é um ácido forte, se comparado a outros

como o ácido clorídrico (HCl) ou ácido perclórico (HClO<sub>4</sub>).

- 8) Para ocorrer uma reação de combustão, é necessário que haja um composto comburente e um composto combustível. Pode conter também um acelerador, que funciona como um catalisador, alterando a energia de ativação da reação.
- 9) Desde a década de 1890, pesquisadores, como Alfred Werner (1866-1919), se dedicaram extensivamente ao estudo de complexos com cobalto. Um complexo é um composto que se baseia na coordenação de um par de elétrons, cedido por um ligante, a um metal de transição. Ligantes que disponibilizam um par de e<sup>-</sup> são chamados de monodentados, os que disponibilizam 2 pares são bidentados e, assim, sucessivamente. É correto afirmar que a vitamina B<sub>12</sub> possui um ligante tetradentado.
- 10) Metais de transição, como o cobalto, formam complexos (compostos de coordenação) e esses, por sua vez, podem assumir diversas geometrias. Considere que o cobalto no composto acima recebeu 6 pares de elétrons, então a geometria do complexo será octaédrica.

### Texto 3

[...] Alice achou tudo isso muito esquisito, apesar de o mestre de obras falar com tanta precisão que até parecia fazer algum sentido. Não perguntou mais nada, pois as respostas dele apenas a confundiam mais. Agradeceu, então, pelas informações e continuou andando pela rua. Não muito tempo depois, ela avistou uma janela onde um grande cartaz dizia:

Insatisfeito com seu estado?  
 Gostaria de passar para um nível mais alto?  
 Ajudaremos você a fazer a transição por apenas  
 10 eV.  
 (Oferta sujeita à limitação usual da exclusão de Pauli)

[...] Tinha uma entrada com pilastras de pedra e, no topo, em letras garrafais, estava gravado o nome BANCO HEISENBERG. Alice atravessou a rua, subiu a longa escadaria que levava à porta grandiosa e entrou.

Referência: *Alice no País do Quantum*. Robert Gilmore. Ed. Zahar.

$$\ln\left(\frac{p_{vap}}{p^0}\right) = \frac{-\Delta H_{vap}}{R} \cdot \frac{1}{T} + constante$$

- 11) A transição para um nível mais alto a partir da absorção de energia é um fenômeno que ocorre com os elétrons. Estes são excitados e, assim, estimulados a pular para o próximo nível de energia. Quando estes elétrons retornam a seus níveis de energia (mais baixos), liberam fótons. Todo esse procedimento é definido como o efeito fotoelétrico e foi descrito por Einstein.
- 12) Com o aumento da energia dos fótons incidentes, chegará um instante em que os elétrons serão ejetados. A energia cinética dos elétrons ejetados será maior quanto menor for a frequência da radiação incidente.
- 13) O Princípio da Exclusão de Pauli exprime que dois elétrons não podem possuir os mesmos estados, isto é, o mesmo conjunto de números quânticos.
- 14) O Princípio da Incerteza de Heisenberg aborda a impossibilidade de conhecer simultaneamente e com bastante precisão a posição e o *momentum* do elétron. Portanto, o ato de executar uma medida introduz uma incerteza na consequência do fenômeno.
- 15) Para um átomo que possui número quântico principal ( $n$ ) igual a 3, os possíveis valores do número quântico do *momentum* angular ( $l$ ), são  $l = 0, 1$  e  $2$ . No entanto, o número quântico magnético ( $m_l$ ) e o número quântico de spin ( $m_s$ ) são arbitrários.

#### Texto 4

Quando um líquido é colocado em um recipiente fechado e sob vácuo, suas moléculas passam da fase líquida para a fase gasosa até que se atinja um equilíbrio a uma dada temperatura. Esse equilíbrio é dinâmico, com moléculas passando do estado vapor ao estado líquido e vice-versa. A pressão de vapor é definida como a pressão exercida por esse vapor em equilíbrio com o líquido a essa dada temperatura.

A pressão de vapor e a temperatura são diretamente proporcionais de modo que, com o aumento da temperatura, há maior quantidade de energia disponível para romper as forças que sustentam as moléculas unidas no estado líquido. Como consequência, haverá maior quantidade de vapor no recipiente, que se traduz no aumento da pressão de vapor.

A relação de dependência entre a pressão de vapor e a temperatura pode ser representada por meio da Equação de Clausius-Clapeyron:

Onde  $p_{vap}$  representa a pressão de vapor do composto,  $p^0$  é a pressão padrão,  $\Delta_{vap}H$ , é a entalpia de vaporização,  $R$  é a constante dos gases ideais e  $T$  é a temperatura absoluta do sistema.

A entalpia de vaporização corresponde ao calor de vaporização, sob pressão constante, e tem valor sempre positivo, visto que a mudança de fase do estado líquido para vapor requer fornecimento de energia (o processo é endotérmico). O valor de  $\Delta_{vap}H$  permite avaliar a intensidade das interações atrativas existentes no líquido. Tal mudança implica em aumento significativo da distância média molecular e do grau de desordem, com consequente aumento da entropia do sistema. A diferença entre a entropia da fase de vapor e a entropia da fase líquida caracteriza a entropia de vaporização ( $\Delta_{vap}S$ ).

Fonte: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v33n2/43.pdf>

- 16) Sabe-se que as condições reacionais de um gás real são diferentes das condições de um gás ideal. Desta forma, para que o comportamento dos gases reais se assemelhe aos gases ideais, a pressão deve ser aumentada e temperatura deve ser mantida constante, de modo a que o número de colisões seja maior, garantido que a reação ocorrerá.
- 17) Em uma mistura de gases que não reagem entre si, todos os gases exercem a mesma pressão independente de sua proporção, já que a mistura é homogênea, logo seu comportamento é semelhante ao de um único gás. Assim, o cálculo da pressão total de uma mistura de gases é a pressão exercida por um único gás multiplicada pelo número de moléculas diferentes.
- 18) O Primeiro Princípio da Termodinâmica aborda que a variação de energia interna é igual à soma do calor (absorvido ou liberado) e do trabalho realizado (pelo ou sobre o sistema):  
 $\Delta U = q + w$ , onde  $w = -p\Delta V$ .  
 É correto afirmar que, em uma expansão adiabática de um gás ideal a uma temperatura  $T$ , contra uma pressão constante, o valor de  $\Delta U$  é igual a:  $\Delta U = (-nRT/V)\Delta V$ , onde  $n$  é o número de mol do gás ideal.
- 19) Trabalho realizado e calor transferido são funções de estado termodinâmicas, isto é, não dependem do caminho realizado no ciclo. Por esse motivo diz-se que o trabalho é numericamente igual à área do ciclo em um diagrama PV.

- 20) O cozimento de legumes em altitudes mais altas é mais demorado devido ao abaixamento da temperatura de ebulição.

### Texto 5

A lei de Guldberg e Waage, aceita como lei fenomenológica, teve um enorme sucesso na química, mas deixou em aberto a questão da sua interpretação, que suscitou a transferência para a química da hipótese cinética levantada alguns anos antes na física.

Nesta hipótese, o equilíbrio é definido como o estado em que as velocidades são tais que os efeitos das diferentes reações se compensam, sem que, por isso, as reações parem. É a interpretação cinética do equilíbrio que tinha sido proposta por Clausius desde 1865. Ela conduziu, em 1867, ao “demônio de Maxwell”, capaz de determinar as evoluções que afastam um sistema do equilíbrio.

A hipótese cinética remete à noção de “força química”, qualquer que seja a sua medida, para o repertório das analogias, pois o equilíbrio não é o estado em que as forças, e as velocidades por elas determinadas, se anulam. O equilíbrio não tem nada de particular: é o estado em que as “colisões reacionais” ente moléculas que determinam dada reação são, em média, tão numerosas como as colisões que determinam a reação inversa. O conceito central da cinética é a noção probabilística de frequência. Um aumento de temperatura aumenta a velocidade de aproximação do equilíbrio, porque aumenta a frequência de todas as colisões reacionais. [...]

*Fonte: História da Química. Bernadette Bensaude-Vicent e Isabelle Stengers. Instituto Piaget. Coleção: História e Biografias*

- 21) As relações descritas como “demônio de Maxwell” foram deduzidas de conceitos como energia interna, entalpia e entropia.
- 22) O conceito de reversibilidade está presente nas reações de equilíbrio químico, porém, na visão da termodinâmica química, é possível que um ciclo seja irreversível e, ainda assim, esteja em equilíbrio.
- 23) O quociente de reação de Guldberg e Waage expressa que a velocidade de reação é proporcional ao produto das concentrações dos reagentes sujeitos a determinados expoentes determinados empiricamente.
- 24) Segundo Boltzmann, a definição de entropia ( $S$ ) é estatística, onde  $S = k \ln \Omega$ , em que  $k$  é a

constante dos por molécula e  $\Omega$  representa a probabilidade termodinâmica.

- 25) O Segundo Princípio da Termodinâmica afirma que há aumento de entropia em qualquer processo espontâneo que ocorra em um sistema isolado, isto é, há sempre um aumento no grau de desordem do sistema.

### Texto 6

São Pauling, Ponte de Hidrogênio, noite de 15 de novembro. Um elemento está prestes a ter uma reação precipitada.

**Policial:** Atenção Metil, você está cercado! Seus dias de radical livre acabaram! - Fótons são tiradas pela imprensa

**Repórter:** Estamos aqui onde um radical livre ameaça decair da Ponte de Hidrogênio. De acordo com as autoridades, Metil matou um cara!

**Policial:** Metil, você é culpado por causar envelhecimento precoce, enfisemas, e até câncer! Entregue-se, você vai pra CADEIA!

**Metil:** NUNCA! Sou um radical LIVRE! E se alguém se aproximar, eu vou REAGIR!

**Policial:** Cuidado, rapazes, ele tem o número ímpar de elétrons.

[...]

**Psicóloga:** Vim para neutralizar essa situação. Conte-me o que houve.

**Metil:** Bem... Tudo começou há um tempo, na ilha do Mol. Encontrei AMINA PERFEITA na balada e fui xavecá-la. Afinal, precipitado que sou, decantada eu entendo.

“[...]Eu dizia: “O amor é fogo que arde sem se ver”. Ela respondia: O nome disso é METANOL! “Metanol?” – disse eu. Foi então que descobri que Kátion era uma DEPENDENTE QUÍMICA.

Fui trocado por um ÁLCOOL! Amina pisou no meu S2 com sua Butinona. Minha vida amorosa seguia o Princípio da Incerteza. Era como viver uma meia-vida! Fiquei tão negativo que nem as piadas do ácido crômico me alegravam mais. Sentia-me mais solitário do que o hidrogênio, que nem família tem!

[...] Fui preso e o delegado me disse que tinha direito a uma ligação. Quis ligar pro meu AVOGADRO, mas o nº era muito grande, nunca decorei...

Eram muitos os elementos estranhos naquela cadeia isomérica. Todos cis-mados e trans-tornados comigo.

[...]

Sentia saudade de tudo! Do bilhar com meu amigo Dalton. Do pudim de passas da

padaria do Thomson. Até das visitas ao Planetário Rutherford. Então resolvi que iria fugir.

**Psicóloga:** Como fez? Pagou Propino?

**Metil:** Não, quebrei aquela cadeia! Em uma rebelião, consegui a energia de ativação necessária. A chapa calefou! Eu e meu inflamável amigo  $C_4H_{10}$  butano fogo em tudo e fugimos. Mas não sou nobre como aqueles gases. Vivo sem um Níquel! Até meu ex-camarada Urânio, que enriqueceu na Coreia, virou as costas pra mim. [...]

Adaptado de: <http://tweetnovela.blogspot.com.br/>

- 26) O modelo atômico atual incorpora a teoria que afirma a dualidade da matéria (onda-partícula), definido por de Broglie. Essa teoria vem acompanhada do Princípio da Incerteza de Heisenberg, que questiona a dualidade a partir do tempo-espaço percorrido pelo elétron. O novo modelo não foi, por isso, ainda consolidado.
- 27) A característica de detergentes de interagirem tanto com moléculas polares quanto apolares os definem como substâncias anfóteras.
- 28) Um exemplo de composto com cadeia carbônica aromática é o peróxido de benzoíla.
- 29) No trecho: “Metil: Não, quebrei aquela cadeia! Em uma rebelião, consegui a energia de ativação necessária. A chapa calefou! Eu e meu inflamável amigo  $C_4H_{10}$  butano fogo em tudo e fugimos”, a energia de ativação mencionada se refere à energia necessária para que uma reação ocorra. Essa, também, é denominada de barreira energética. O cálculo dessa energia é feito pela diferença de entalpia dos produtos e dos reagentes.
- 30) O número quântico magnético ( $m_l$ ) indica a orientação da órbita eletrônica no espaço, e informa, também, as regiões onde a probabilidade de encontrar o elétron é máxima. Seus valores variam de  $-2l$  a  $+2l$ .

### Texto 7

#### Purpurina torna baterias de lítio mais verdes

Químicos descobriram que um corante vegetal, extraído há milênios, permite eliminar compostos metálicos tóxicos usados na fabricação das baterias de lítio, assim como minimizar a energia.[...]

Não se trata daquela purpurina sintética brilhante, muito usada no carnaval, mas da

purpurina natural, um corante vermelho escuro presente nas raízes das plantas do gênero *Rubia* (*Rubia tinctorum*), conhecido há 3.500 anos na Ásia.

Embora o componente principal desse tipo de bateria seja o lítio, as baterias que equipam celulares, notebooks, tablets e uma infinidade de outros aparelhos portáteis consomem vários outros minerais.

Os sais de cobalto e de lítio são combinados, sob alta temperatura, para fazer o cátodo da bateria, o eletrodo positivo por onde a energia flui.

O que os pesquisadores verificaram é que os anéis das moléculas da purpurina têm grupos carbonila e hidroxila neles substituídos, ótimos para deixar passar os elétrons, o que torna o material adequado para funcionar como catodo.

Isso não apenas economiza cobalto, como também evita o uso das altas temperaturas, poupando energia no processo de fabricação das baterias.

Fabricados e armazenados à temperatura ambiente, os eletrodos de purpurina são feitos em algumas poucas etapas muito simples.

Resumidamente, a purpurina é dissolvida em um álcool solvente. Quando os sais de lítio são adicionados à solução, eles se ligam com a purpurina, fazendo a mistura passar do vermelho-amarelado para o rosa. E o cátodo de purpurina emerge deslumbrante.

A equipe acredita que uma versão comercial das baterias de íons de lítio com purpurina pode chegar ao mercado em poucos anos.

<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=purpurina-baterias-litio-mais-verdes&id=010115121213>

31) O que diferenciam corantes dos compostos incolores é que os corantes absorvem radiação visível. Portanto, eles absorvem no comprimento de onda correspondente à cor que enxergamos neles.

32) Os grupos carbonila e hidroxila permitem a passagem de elétrons devido aos seus orbitais estarem completamente preenchidos, assim os elétrons não tem como ocupá-los e continuam a procura de um orbital vazio para ocuparem, mesmo o efeito de ressonância atrapalhando sua busca.

33) A ddp entre os polos de uma pilha está diretamente relacionada à diferença entre os potenciais-padrão dos seus eletrodos.

34) A eletrólise, diferentemente de uma célula galvânica, é um processo não-espontâneo que necessita da ação de energia elétrica para que a reação ocorra.

35) A energia de uma célula galvânica pode ser utilizada para a realização de trabalho mecânico.

### Texto 8

#### Química do chocolate

Existem mais de 300 substâncias químicas no chocolate; porém, há três substâncias especiais para as quais queremos chamar a atenção. [...]: feniletilamina, ácido oxálico e cafeína.

Especificamente sobre a segunda ressalta-se que em cada 100 g de cacau há 500 mg dessa substância. Ela está presente em muitos outros alimentos como o ruibarbo. Se ingerido em doses acima de 1500 mg, ela pode até matar. O ácido oxálico reage com os metais essenciais como o ferro, o magnésio e o cálcio, presentes no alimento e impede que eles nutram o corpo.

O ácido oxálico mata pela diminuição abaixo do nível tolerado de cálcio em nosso organismo.

Mesmo em doses não letais, o ácido oxálico é perigoso porque ele forma oxalato de cálcio, que é insolúvel, que pode crescer na forma de pedras dolorosas na bexiga e nos rins.

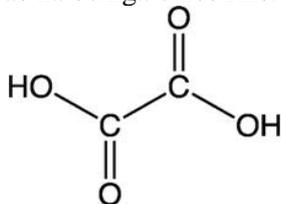


Figura 4. Ácido oxálico

Fonte:

<http://www.brasilecola.com/quimica/composicao-quimica-chocolate.htm> (com alterações)

36) De forma popular, costuma-se dizer que a feniletilamina é uma substância intrinsecamente relacionada com o amor, podendo até ter características viciantes sobre alguns organismos. Podemos afirmar que ao reagir com um ácido orgânico, poderá ocorrer uma reação de neutralização total ou parcial.

37) A molécula do ácido oxálico, representada acima, pode ser denominada como uma molecular apolar, pois possui nas duas extremidades o mesmo composto exercendo o mesmo campo eletromagnético. Pode-se afirmar

ainda que os carbonos dessa molécula possuem hibridização  $sp^3$ , visto que a insaturação com o oxigênio não tem influência sobre a configuração da hibridização do carbono.

38) Tanto a feniletilamina quanto a cafeína são alcalóides, compostos orgânicos heterocíclicos com pelo menos um átomo de nitrogênio em seu esqueleto carbônico.

39) O oxalato de cálcio monohidratado é um sal muito insolúvel  $CaC_2O_4 \cdot H_2O$  e seu  $K_{ps}$  é igual  $1,7 \cdot 10^{-9}$ . É um dos principais formadores de cálculos renais. O ânion é uma espécie dicarboxilada.

40) O comprimento de ligação da carbonila (C=O) é maior do que o comprimento da ligação carbono-hidroxila (C-OH).

### Texto 9

#### Âmbar: Uma introdução à química orgânica

O âmbar tem sido usado como joia, como um ingrediente de perfumes e na medicina popular ao longo de milhares de anos – mas também possui o seu lugar na ciência. Foi a primeira substância na qual o fenômeno eletrostático foi observado pelo filósofo grego Tales de Mileto, 600 a.C., e deu à eletricidade o seu nome: em 1601, o físico inglês William Gilbert, o primeiro a distinguir entre atração magnética e elétrica, criou o termo *electricus* para a propriedade de atração de pequenos objetos após terem sido friccionados, derivado de *elektron* (que significa brilhante), o nome grego do âmbar.

O âmbar consiste numa resina vegetal que fossilizou dentro da planta ou após ter escorrido desta. Peças de âmbar podem ter 20 a 320 milhões de anos, embora seja difícil ter a certeza. A datação por carbono-14 pode apenas ser usada em espécimes com até 50.000 anos. Assim, é necessário determinar a idade os sedimentos circundantes, que podem ser enganadores, uma vez que o âmbar pode ter sido formado longe do local onde foi encontrado.

Fonte:

<http://www.scienceinschool.org/2011/issue19/amber/portuguese> (adaptado)

41) Decaimentos radioativos  $\alpha$  e  $\beta$  geralmente são seguidos de uma emissão de radiação  $\gamma$  para a estabilização dos núcleos-produtos.

42) O âmbar possui composição média expressa por  $C_{10}H_{16}O$ . É possível afirmar que esse composto possui mais de uma ligação insaturada.

43) Os conceitos de diamagnético e paramagnético são provenientes dos estudos do spin do elétron

em um átomo quando este é submetido ao campo magnético. A experiência de Stern-Gerlach comprovou que um átomo que possui elétrons desemparelhados é desviado por um campo magnético não uniforme. Ou seja, átomos que possuem  $e^-$  emparelhados terão uma compensação de forças magnéticas, em um mesmo orbital, causadas pelos spins antiparalelos.

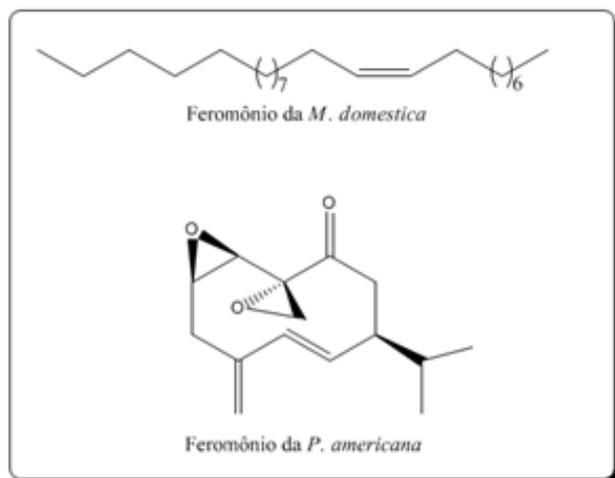
- 44) Sabendo-se que os processos de decaimento podem ser classificados em três mecanismos: radioativo, não radioativo e dissociativo, é correto afirmar que a fluorescência é um processo de decaimento radioativo, pois o excesso de energia é aliviado pela ejeção de um elétron.
- 45) Dos três isótopos mais conhecidos do átomo de carbono, o único radioativo é o  $^{14}_6\text{C}$ .

### Texto 10

#### A estrutura química: uma complicação que garante a privacidade

Apesar da enorme diversidade dos insetos, sua comunicação química se faz sem nenhum problema de interferência externa, utilizando-se um grande número de substâncias químicas com estruturas igualmente variadas.

Veja na figura a seguir alguns exemplos da variedade estrutural dos feromônios de insetos. Uma complicação adicional, garantindo que espécies diferentes não interfiram na comunicação de um determinado inseto, é que na maioria das vezes o feromônio é constituído por mais de uma substância química, apresentando uma proporção definida entre todos os componentes.



**Figura 5.** Feromônios da *Musca domestica* e da *Periplaneta americana*

Adaptado de:

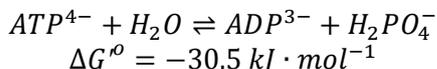
<http://qnint.sbq.org.br/qni/visualizarTema.php?idTema=39>

- 46) A fórmula estrutural do feromônio da *Musca domestica* apresenta uma geometria *cis*. Seu isômero, que apresenta geometria *trans*, terá propriedades semelhantes e poderia atuar da mesma forma que o composto *cis*, sendo assim desnecessária a diferenciação estrutural na fórmula.
- 47) O feromônio sexual da barata (*P. americana*) é uma molécula complexa devido à presença de dois epóxidos em sua composição. Além disso, há uma insaturação em uma das extremidades da cadeia, tornando a região instável e exposta a mudanças estruturais.
- 48) O feromônio da barata possui quatro centros assimétricos. Isso implica na possibilidade de 16 isômeros.
- 49) A ação da luz solar sobre o feromônio da mosca pode provocar a sua isomerização em composto *trans*.
- 50) Diz-se que ocorre isomeria de função quando dois compostos possuem a mesma fórmula molecular, mas grupos funcionais distintos.

### Rascunho

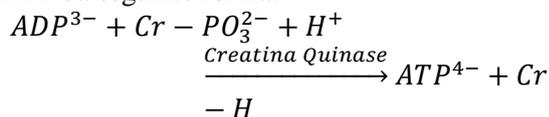
## PARTE B

**Questão 1)** É amplamente reconhecido que a grande fonte de energia dos seres vivos são os carboidratos, cuja energia é armazenada, após um complexo processo metabólico, em moléculas de ATP.



Sabendo que a energia livre de Gibbs, além de permitir inferir a posição do equilíbrio de uma reação, é uma medida do trabalho máximo que não envolve expansão gasosa e segue a lei de Hess, responda os itens abaixo:

- a) Desprezando a hidrólise do ADP em AMP e considerando que toda a energia livre será convertida em trabalho, qual a quantidade de matéria de ATP deverá ser hidrolisada para que um fisiculturista de 1,80 m realize três repetições de levantamento de uma carga de 65 kg do chão até a sua altura? Desconsidere o trabalho realizado pelos músculos durante o movimento de retorno da massa ao chão.
- b) Um dos mecanismos utilizados por fisiculturistas para a melhora da sua performance é a utilização de suplementos de creatina (*Cr*), que agem aumentando a concentração de fosfocreatina ( $Cr - PO_3^{2-}$ ) nos músculos esqueléticos. A fosfocreatina, então, ajuda no processo de recuperação do ATP da seguinte forma:



$$\Delta G^\circ = -12,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Considerando que todo o suplemento de creatina foi convertido em fosfocreatina no tecido muscular esquelético e que o atleta ingeriu o suficiente para melhorar seu rendimento em 15%, quantos equivalentes de creatina foram ingeridos? Qual a massa final que o atleta consegue levantar?

## Rascunho

**Questão 2)** Reações de substituição nucleofílica bimoleculares, normalmente conhecidas pela notação  $S_N2$ , são reações de importância ímpar na Química Orgânica sintética. Na tabela abaixo, encontramos as constantes de velocidade de reação dos substratos 1-10 com o íon iodeto em acetona, onde a reação com o clorobutano (figura 6) foi tomada como referência:

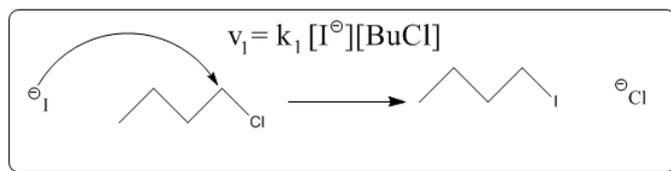


Figura 6

**Tabela 1:** Substratos de reação e suas constantes de velocidade relativas a  $i = 1$

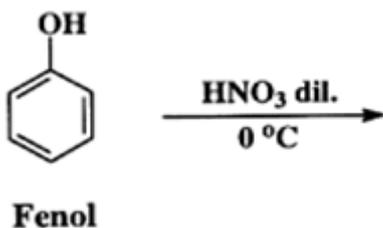
$i$	Substrato	Constante de velocidade relativa ( $k_{rel} = k_i/k_1$ )
1	<i>BuCl</i>	1,00
2	<i>PhSCH<sub>2</sub>Cl</i>	540,0
3	<i>PhSOCH<sub>2</sub>Cl</i>	0,25
4	<i>PhSO<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>Cl</i>	<0,02
5	<i>F<sub>3</sub>CCH<sub>2</sub>OTs</i>	0,00007
6	<i>F<sub>3</sub>CCH<sub>2</sub>Br</i>	0,00016
7	<i>CH<sub>3</sub>COCH<sub>2</sub>Cl</i>	~35000
8	<i>PhCOCH<sub>2</sub>Cl</i>	32000
9	<i>NCCH<sub>2</sub>Cl</i>	3000
10	<i>EtO<sub>2</sub>CCH<sub>2</sub>Cl</i>	1700

Sabendo que a taxa de reação é determinada pela estabilidade do estado de transição e considerando a natureza do grupo ligado ao átomo de carbono que sofrerá a substituição, responda:

- Qual é o efeito de um grupo doador de elétrons por indução sobre a velocidade de reação? Por quê?
- Qual é o efeito de um grupo doador de elétrons por ressonância sobre a velocidade de reação? Por quê?
- Qual é o efeito de um grupo retirador de elétrons por indução sobre a velocidade de reação? Por quê?

**Questão 3)** O ácido nítrico é um ácido mineral forte e extremamente corrosivo. Quando puro, é incolor, todavia soluções previamente preparadas tendem a apresentar coloração amarelada, devido à formação de óxidos de nitrogênio.

- a) Escreva a reação de ionização completa para o ácido nítrico, nomeando todas as espécies envolvidas. Desenhe a estrutura de Lewis para o ânion gerado, incluindo estruturas de ressonância, caso existam.
- b) O ácido nítrico é um ácido inorgânico forte; contudo, ele pode apresentar, também, características básicas, quando, por exemplo, em presença de um ácido mais forte. Quando ácido sulfúrico e ácido nítrico coexistem em solução, há reação e consequente formação de íons nitrônio,  $\text{NO}_2^+$ . Escreva a reação balanceada para o processo descrito.
- c) O procedimento descrito nesta questão é utilizado para o processo de nitração de compostos aromáticos. Quando fenol é tratado com ácido nítrico diluído, há formação predominante de 2 compostos aromáticos dissustituídos.



**Figura 7.** Reação do fenol com ácido nítrico diluído.

Desenhe a fórmula estrutural desses compostos e dê seus respectivos nomes.

**Questão 4)** Um recife de coral é uma estrutura rochosa constituída por uma série de organismos marinhos portadores de esqueleto calcário. A composição calcária do recife de coral é bastante resistente à ação das ondas e das marés e muito rígida. Porém, muito frágil. Estima-se que 27% de todos os recifes de coral do mundo já foram irreversivelmente degradados por causa do aquecimento global e ações predatórias como o crescimento irregular das cidades costeiras e a poluição.

Com ocorrência em locais costeiros de águas claras, rasas e quentes, os corais são importantíssimos para muitas populações que dependem dele para a pesca, turismo e, principalmente por se tratar do ecossistema marinho que possui maior biodiversidade com inúmeros peixes, crustáceos e outros animais marinhos que dependem direta ou indiretamente dele, além de oferecer proteção aos sistemas costeiros como uma barreira natural para as marés.

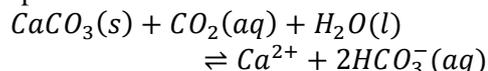
Os recifes de coral são formações milenares feitas do carbonato de cálcio produzido por pequenos animais de corpo mole, chamados

“pólipos” (eles podem ter menos de um cm de diâmetro). Com um corpo tubular, o pólipo constrói uma espécie de carapaça calcária onde se aloja formando, junto a outros bilhões de pólipos as chamadas colônias que comporão a estrutura calcária do recife. Junto aos pólipos uma minúscula alga chamada “zooxanthelae” termina por dar a característica típica dos corais, as cores, verde, azul, amarelo, lilás e muitas outras.

*Extraído e adaptado de:*

<http://www.infoescola.com/biologia/recifes-de-corais/>  
Acesso em 22/2/2011

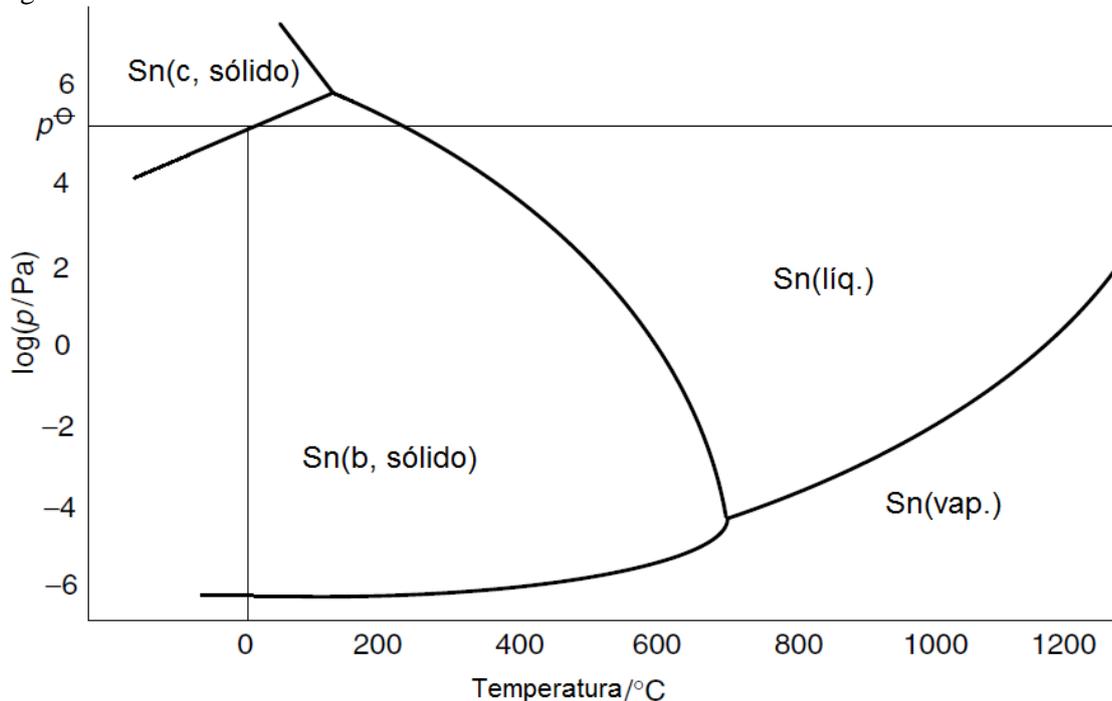
Com base no texto e na equação abaixo, responda o que se pede:



- a) Explique qual a relação do aquecimento global com a degradação dos recifes de corais. Qual o sentido da reação?
- b) Por que os recifes de corais costumam ocorrer em locais quentes? Qual o sentido da reação com a diminuição ou elevação da temperatura?

**Rascunho**

**Questão 5)** Especula-se que a derrota de Napoleão Bonaparte no inverno russo em 1812 pode ter acontecido, em parte, devido aos botões das roupas dos seus soldados – feitas em estanho (*Sn*). Observe o diagrama de fases abaixo. A linha horizontal dentro do gráfico corresponde a uma faixa de temperaturas a 1 atm e a linha vertical marca uma faixa de pressões a 0°C. Com base no diagrama e na tabela abaixo responda a pergunta a seguir.



**Figura 8.** Diagrama de fases do estanho

**Tabela 2:** Dados de algumas fases do estanho

*Sn(c, sólido)* Estanho cinza; sólido; densidade  $5,8 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

*Sn(b, sólido)* Estanho branco; sólido; densidade  $7,3 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

Qual fenômeno físico-químico supostamente levou à derrota de Napoleão no inverno russo? Compare as informações oferecidas pelo diagrama e pela Tabela 2 e justifique sua resposta.

**Rascunho**

**Boa prova!**

TABELA DE POTENCIAIS DE SEMI-REAÇÕES

Eletrodo	E <sup>o</sup> volts	Semi-reação	Potencial
		$Fe^{3+} + e \rightleftharpoons Fe^{2+}$	+0,77
		$BrO^- + H_2O + 2e \rightleftharpoons Br^- + 2OH^-$	+0,76
		$BrO_3^- + 3H_2O + 6e \rightleftharpoons Br^- + 6OH^-$	+0,61
	+2,65	$MnO_4^{2-} + 2H_2O + 2e \rightleftharpoons MnO_2 + 4OH^-$	+0,60
	+2,01	$MnO_4^- + e \rightleftharpoons MnO_4^{2-}$	+0,56
	+1,82	$H_3AsO_4 + 2H^+ + 2e \rightleftharpoons H_3AsO_3 + H_2O$	+0,56
	+1,70	$Cu^{2+} + Cl^- + e \rightleftharpoons CuCl$	+0,54
	+1,69	$I_2 + 2e \rightleftharpoons 2I^-$	+0,54
	+1,61	$IO^- + H_2O + 2e \rightleftharpoons I^- + 2OH^-$	+0,49
	+1,52	$[Fe(CN)_6]^{3-} + e \rightleftharpoons [Fe(CN)_6]^{4-}$	+0,36
	+1,52	$UO_2^{2+} + 4H^+ + 2e \rightleftharpoons U^{4+} + 2H_2O$	+0,33
	+1,44	$IO_3^- + 3H_2O + 6e \rightleftharpoons I^- + 6OH^-$	+0,26
	+1,36	$Cu^{2+} + e \rightleftharpoons Cu^+$	+0,15
	+1,33	$Sn^{4+} + 2e \rightleftharpoons Sn^{2+}$	+0,15
	+1,25	$TiO^{2+} + 2H^+ + e \rightleftharpoons Ti^{3+} + H_2O$	+0,1
	+1,23	$S_8O_6^{2-} + 2e \rightleftharpoons 2S_2O_3^{2-}$	+0,08
	+1,23	$2H^+ + 2e \rightleftharpoons H_2$	0,00
	+1,20	$V^{3+} + e \rightleftharpoons V^{2+}$	-0,26
	+1,07	$Cr^{3+} + e \rightleftharpoons Cr^{2+}$	-0,41
	+1,00	$Bi(OH)_3 + 3e \rightleftharpoons Bi + 3OH^-$	-0,44
	+0,96	$Fe(OH)_3 + e \rightleftharpoons Fe(OH)_2 + OH^-$	-0,56
	+0,92	$U^{4+} + e \rightleftharpoons U^{3+}$	-0,61
	+0,89	$AsO_4^{3-} + 3H_2O + 2e \rightleftharpoons H_2AsO_3^- + 4OH^-$	-0,67
	+0,86	$[Sn(OH)_6]^{2-} + 2e \rightleftharpoons [HSnO_2]^- + H_2O + 3OH^-$	-0,90
	+0,79	$[Zn(OH)_4]^{2-} + 2e \rightleftharpoons Zn + 4OH^-$	-1,22
		$[H_2AlO_3]^- + H_2O + 3e \rightleftharpoons Al + 4OH^-$	-2,35

CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

1																	18	
1	1 H 1,0											2 He 4,0						
2	3 Li 6,9	4 Be 9,0											5 B 10,8	6 C 12,0	7 N 14,0	8 O 16,0	9 F 19,0	10 Ne 20,2
3	11 Na 23,0	12 Mg 24,3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 27,0	14 Si 28,1	15 P 31,0	16 S 32,1	17 Cl 35,5	18 Ar 39,9
4	19 K 39,1	20 Ca 40,1	21 Sc 45,0	22 Ti 47,9	23 V 50,9	24 Cr 52,0	25 Mn 54,9	26 Fe 55,8	27 Co 58,9	28 Ni 58,7	29 Cu 63,5	30 Zn 65,4	31 Ga 69,7	32 Ge 72,6	33 As 74,9	34 Se 79,0	35 Br 79,9	36 Kr 83,8
5	37 Rb 85,5	38 Sr 87,6	39 Y 88,9	40 Zr 91,2	41 Nb 92,9	42 Mo 95,9	43 Tc (98)	44 Ru 101,1	45 Rh 102,9	46 Pd 106,4	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6	53 I 127,0	54 Xe 131,3
6	55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57-71 La-Lu *	72 Hf 178,5	73 Ta 181,0	74 W 183,9	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,1	79 Au 197,0	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 209,0	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
7	87 Fr (223)	88 Ra (226)	89-103 Ac-Lr **	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (264)	108 Hs (277)	109 Mt (268)	110 Ds (281)	111 Rg (272)	112 Uub (285)	113 Uut (284)	114 Uuq (289)	115 Uup (288)			

\* série dos lanthanídeos

57 La 138,9	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm (145)	62 Sm 150,4	63 Eu 152,0	64 Gd 157,3	65 Tb 158,9	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,3	69 Tm 168,9	70 Yb 173,0	71 Lu 175,0
-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

\*\* série dos actinídeos

89 Ac (227)	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)
-------------------	-------------------	-------------------	------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

Observação: Massas atômicas com valores arredondados