

# X Olimpíada de Química

## Modalidade A – Questões Objetivas

Leia os textos abaixo e julgue as questões que se seguem. Marque C caso estejam certas e E caso estejam erradas.

### Texto 1

Um caminhão bitrem da Videira Transportes Rodoviários, com uma carga de 40 toneladas de ácido sulfúrico, trafegando em velocidade incompatível com o trecho em que se encontrava, tombou em uma rotatória na Rodovia Dr. Plácido Rocha (SP-541), na altura do km 50, no Município de Valparaíso, na tarde do último domingo, (20/06/2010), provocando o derramamento de cerca de 35 toneladas do produto.

Os técnicos da Agência Ambiental de Araçatuba, da CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, foram acionados por volta das 18h00. Juntamente com funcionários de uma empresa especializada em atendimentos a emergências químicas, contratada pela seguradora da transportadora, tomaram as primeiras medidas aplicando cal hidratada para neutralizar o ácido derramado sobre a pista e o solo nas proximidades.

No final da tarde de segunda-feira (21), a equipe do Setor de Operações de Emergência, da CETESB, também chegou ao local para orientar as ações de recolhimento dos resíduos misturados com terra e vegetação, que foram dispostos provisoriamente em um terreno, devendo seguir para disposição final em local aprovado pela CETESB.

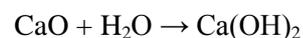
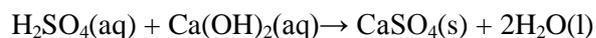
A carga, procedente da Bunge, de Araxá, Minas Gerais, tinha como destino a empresa Ajinomoto, em Valparaíso. O ácido sulfúrico, que, entre outras aplicações, é utilizado na fabricação de fertilizantes, quando reage com a água libera calor formando uma névoa que causa irritação aos olhos, nariz e garganta, causando tosse, dificuldade respiratória ou perda de consciência se inalado. Em forma líquida, o ácido sulfúrico pode causar queimaduras. No acidente, o motorista José Luiz, 29

anos, foi lançado para fora da cabine entrando em contato com o ácido líquido, sofrendo fortes queimaduras.

<CETESB, com adaptações>

Adotando que a densidade do ácido Sulfúrico é  $1,8356 \text{ g.cm}^{-3}$  e a densidade da água é  $1,0 \text{ g.cm}^{-3}$  responda os itens abaixo:

- 1) O caminhão derramou mais de 20 mil litros de ácido sulfúrico na pista.
- 2) Conhecendo as densidades do ácido sulfúrico e da água podemos dizer que uma medida mais simples no tratamento do problema seria apenas a lavagem da pista com grande volume de água.
- 3) Sabendo que a cal hidratada reage com o ácido sulfúrico e a cal hidratada é formada pela reação do óxido de cálcio com água, podemos afirmar que foram necessários menos de 20 toneladas de óxido de cálcio para neutralizar todo o ácido derramado.



- 4) Diferentemente dos ácidos, as bases não podem causar queimaduras quando em contato com a pele.

---

**Espaço reservado para cálculos**

**Texto 2**

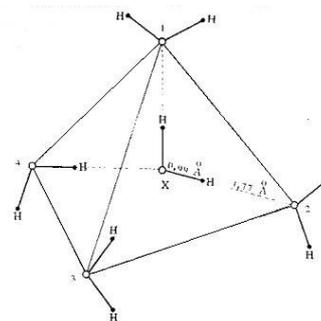
Às 22h do dia 20 de abril houve uma explosão no Golfo do México. Onze funcionários da empresa British Petroleum ficaram desaparecidos no acidente. Desde então, formou-se uma corrida contra aquele que pode ser tornar em breve o maior derramamento de óleo já ocorrido nos Estados Unidos, e um dos maiores da história – somando todas as manchas, a área é comparável ao tamanho de um país como Porto Rico.

No começo do acidente, dizia-se que o petróleo na superfície do Golfo do México era só uma pequena quantidade, o que sobrou da plataforma perdida. Na última quinta-feira (29), nove dias depois, engenheiros perceberam que vazava quase um milhão de litros por dia. Foi só aí que o presidente Barack Obama veio a público e montou uma força tarefa do governo.

Mas a ajuda também chega pelo céu. Aviões jogam dispersantes sobre a mancha, perto de um milhão de litros até agora. É uma espécie de sabão que provoca uma reação química, quebrando o óleo em partículas menores. O óleo se dilui na água e pode ser digerido por bactérias marinhas que usam essas partículas como alimento.

<http://g1.globo.com/mundo/noticia/2010/05/vazamento-de-petroleo-desafia-tecnologia-no-golfo-do-mexico.html>

- 5) As moléculas do dispersante químico utilizado podem ser classificadas como aniônicas, catiônicas ou não iônicas.
- 6) A ligação C-H presente no petróleo é praticamente apolar devido a uma pequena diferença de eletronegatividade entre os átomos. Nessas condições, a molécula H<sub>3</sub>C-CH<sub>2</sub>-OH é considerada apolar.
- 7) Os álcoois, ácidos carboxílicos e aminas são solúveis em hidrocarbonetos.
- 8) A repulsão eletrostática entre os átomos de uma molécula influencia na geometria molecular final do agrupamento. Sabendo disso, a união de diversas moléculas de água no oceano pode ser representada da seguinte forma:

**Texto 3**

Por volta de 1856, muitas descobertas interessantes foram feitas utilizando-se a ampola criada por Sir William Crookes (foto), na qual era introduzido um gás a baixa pressão para, em seguida, aplicar uma alta voltagem entre os eletrodos.

Observou-se, utilizando a ampola de Crookes, que um gás, normalmente mau condutor de eletricidade, se tornava condutor, caso tivesse sua pressão muito reduzida. Nessas condições, ao se aplicar uma alta voltagem entre os eletrodos na ampola de Crookes, provocava-se a descarga elétrica do gás e via-se um fluxo luminoso partindo do cátodo (pólo -), em direção ao ânodo (pólo +). A esse fluxo luminoso deu-se o nome de raios catódicos.

Em 1897, o físico inglês Joseph John Thomson, trabalhando com raios catódicos, concluiu que eles eram parte integrante de toda espécie de matéria, uma vez que a experiência podia ser repetida com qualquer tipo de gás. Thomson denominou então os raios catódicos de elétrons.

*Texto parcial extraído de Martha Reis, Química Integral, ed. FTD, vol. único, p.13-33, 1993.*

- 9) A partir de seus experimentos com os raios catódicos, Thomson conseguiu provar que o átomo não era indivisível, como atestava Lavoisier.
- 10) O modelo atômico de Thomson superou o modelo atômico de Dalton, porém continuou com a afirmação de que o átomo era maciço, acrescentando que este possuía um fluido com carga elétrica positiva no qual estava disperso os elétrons.

- 11) Atualmente, as únicas partículas elementares constituintes da matéria são os quarks e os léptons.
- 12) Ao bombardear uma finíssima placa de ouro, Rutherford comprovou a teoria de Thomson de que o átomo era maciço, e apenas Bohr conseguiu demonstrar o contrário.

#### Texto 4

Michael Faraday (1791-1867), originário de uma família humilde, estudou sozinho e com grande dificuldade, mas se tornou, mercê de seu esforço e dedicação, um notável cientista. A ele a eletricidade deve uma grande parte de seu desenvolvimento.

Dentre muitas experiências e realizações de Faraday é relevante a construção de uma gaiola metálica, por ele utilizada para demonstrar que condutores carregados eletrizam-se apenas em sua superfície externa. O próprio Faraday entrou na gaiola, grande o suficiente para abrigá-lo, e fez com que seus assistentes a eletrisassem intensamente. Da gaiola, mantida sobre suportes isolantes, chegaram a saltar faíscas, mas o cientista em seu interior não sofreu nenhum efeito elétrico. Faraday conseguiu assim comprovar sua tese.

A blindagem eletrostática é muito utilizada para a proteção de aparelhos elétricos e eletrônicos contra efeitos perturbadores externos. Os aparelhos de medidas sensíveis estão acondicionados em caixas metálicas, para que as medidas não sofram influências externas. As estruturas metálicas de um avião, de um automóvel, e de um prédio constituem blindagens eletrostáticas.

*<<http://www.fis.unb.br/exper/prolego/eleτρο/gaiola.htm> Último acesso: 20/02/2011>*

- 13) Em um átomo de Bohr, a divisão de elétrons é feita por camadas e dentro das camadas por orbitais. Uma das características que podem ser atribuídas a um átomo de um determinado elemento, é em relação a sua capacidade de ganhar elétrons, ou seja, sua eletroafinidade. Para um átomo que possui uma baixa eletroafinidade, podemos falar em blindagem eletrostática, devido à saturação de seus orbitais elevando a repulsão entre os elétrons, e conseqüentemente, dificultando o ganho de um elétron extra.

- 14) A blindagem eletrostática a qual o texto faz referência é aplicada em aparelhos micro-ondas, a fim de evitar que a radiação seja externada. As opiniões sobre exposição à radiação indevida é unânime: esta é prejudicial a saúde, porém poucas pessoas conhecem o motivo. Quando a radiação ionizante passa pelos tecidos vivos, os elétrons são removidos das moléculas de água, o que pode gerar a molécula instável e altamente reativa OH, chamada de radical livre. Os radicais livres são capazes de gerar grande número de reações químicas que são capazes de prejudicar as células, mas não impedem suas operações normais.

- 15) O modelo de Bohr é atualmente o modelo mais utilizado didaticamente nas escolas, porém ele possui limitações e já foram desenvolvidos modelos mais avançados e de difícil compreensão. Uma das limitações do modelo de Bohr é a sua descrição simplória do elétron, descrevendo-o como uma partícula circulando ao redor do núcleo.

- 16) O diagrama de Linus Pauling permite a realização de uma distribuição eletrônica, o que pode fornecer material importante para diversos estudos. Uma das informações que podem ser provenientes desse diagrama é a classificação das moléculas em paramagnéticas e diamagnéticas, características essas que interferem no comportamento das moléculas quando expostas a um campo elétrico.

#### Texto 5

“Nós somos como água suja que  
não há processo que filtre;  
Juntos somos carvão, enxofre e salitre.  
Juntos temos mãos sujas que  
não há confissão que absolva;  
Com pouca pressão,  
é natural que se exploda.”

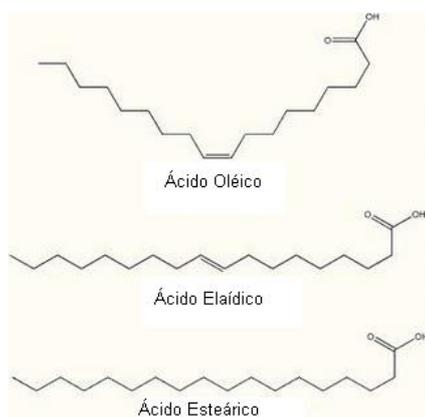
*Matanza – Carvão, salitre e enxofre*

- 17) O raio atômico de um átomo de Carbono é relativamente pequeno, pois possui um número reduzido de níveis e uma quantidade desconsiderável de prótons.

- 18) A combinação de determinadas proporções de carvão, salitre e enxofre dão origem a pólvora. No século 8, na China foi descoberta uma fórmula para fazer a pólvora, e descobriu-se que em muitas misturas antigas da pólvora chinesa continham compostos como mercúrio e arsênio. Esses compostos poderiam ser utilizados com o intuito de intoxicar os soldados inimigos durante os ataques.
- 19) A música afirma que com pouca pressão é provável que a combinação de carvão, salitre e enxofre exploda. As concentrações destes compostos não interferem nesse processo, assim como a maneira de armazenamento também indifere.
- 20) A pólvora sofre combustão facilmente, podendo queimar apenas com uma chama de um isqueiro. Neste processo, a pólvora está passando do estado sólido para o estado gasoso, ou seja, está sofrendo uma sublimação.

### Texto 6

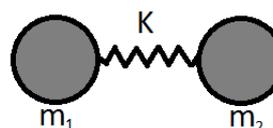
Os glicerídeos, ou ácidos graxos, são os principais componentes dos óleos e gorduras, seja na forma livre ou esterificada, formando triglicerídeos ou triacilgliceróis. As propriedades físicas, químicas e nutricionais dos óleos e gorduras dependem então da natureza do número de átomos de carbono e da composição dos grupos acila presentes nas moléculas dos triacilgliceróis. Alguns exemplos de ácidos graxos são mostrados na imagem abaixo, acerca delas, julgue os itens:



- 21) Podem-se definir ácidos graxos como ácidos carboxílicos com grupos laterais de hidrocarbonetos de cadeia longa.
- 22) Ambos os ácidos graxos representados possuem 18 carbonos com cadeias não ramificadas e insaturadas.
- 23) Os dois primeiros ácidos graxos apresentam instauração com configuração *cis* (ácido elaídico) e *trans* (ácido oléico).
- 24) Pode-se inferir que o ácido oléico apresentará menor ponto de fusão devido a instauração no carbono C9 que interfere na eficiência de empilhamento e portanto na diminuição das interações de van der Waals.

### Texto 7

Uma ligação química pode ser modelada por um sistema de duas massas e uma mola:



A energia vibracional de uma molécula diatômica, como mostra o modelo acima, é dada pela seguinte expressão:

$$E = \left(\frac{1}{2} + n\right) h\nu$$

Onde  $n \in \mathbb{N}$ ,  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  é a constante de Planck e  $\nu$  é a frequência da radiação.

- 25) Se as massas dos átomos foram iguais, o centro de massa da molécula se localizará no ponto médio da distância entre os dois átomos. Se as massas forem diferentes, a posição do centro de massa molecular pode ser encontrada por meio de média ponderada.
- 26) Da mesma forma que os níveis eletrônicos quantizados, as vibrações moleculares também são.
- 27) Supondo que o zero absoluto seja atingível, segundo a equação dada, a molécula pararia de vibrar.

- 28) Conhecendo a lei de Hooke, onde a força de restauração em uma mola é dada por  $F = -K(x - x_0)$ , podemos prever que ligações mais fortes possuem constante de força (K) menores, por ser inversamente proporcional à distância de deslocamento das massas.

### Texto 8

A terapia larval vem sendo utilizada desde os anos 30 do século passado. Esta terapia tem como objetivo a remoção do tecido necrosado no tratamento de úlceras crônicas infectadas com o intuito de promover a formação de tecido granuloso para crescimento de pele saudável; especialmente depois dos casos frequentes de resistência aos antibióticos, mostrando-se uma alternativa eficaz. (...) Durante o processo, as larvas liberando substâncias como uréia, bicarbonato de amônio, amoníaco e ainda uma mistura de carbonato de cálcio com ácido pícrico.

*Echeverri, M.I.W.; Álvarez, C.R.; Higuera, S.E.H.; Idárraga, J.C.W. & Franco, M.M.E., Lucilia eximia (Diptera: Calliphoridae), uma nueva alternativa para la terapia larval y reporte de casos en Colombia. Iatreia, volume 23, número 2, 170-119. Junho 2010.*

- 29) As larvas utilizadas na terapia larval secretam substâncias como o amoníaco a fim de eliminar a concorrência com micro-organismos, pois o ambiente fica predominantemente alcalino sendo impróprio para a proliferação desses seres.
- 30) O 2,4,6 – trinitrofenol tem características explosivas, e além de ser liberado pelas larvas durante o tratamento à base de terapia larval, também pode ser utilizado para detecção de creatinina no sangue. Em sua geometria molecular não há evidências de pares de elétrons livres.
- 31) A hibridização da molécula de amônia ocorre para que o orbital  $3s^2$  seja ocupado e assim a molécula passa a comportar as três ligações pi realizadas com os hidrogênios. Da mesma forma acontece para o trifluoreto de nitrogênio.
- 32) O bicarbonato de amônio é formado a partir de um ácido fraco e uma base forte, de acordo com a teoria de par ácido-base de Arrhenius.

### Texto 9

A quantidade de água que existe no nosso corpo varia com a idade, sexo, massa muscular e com a porcentagem de tecido adiposo. Em pessoas saudáveis as variações da quantidade de água no corpo surgem no crescimento, aumento ou perda de peso, durante a gravidez e lactação. O total de água corporal varia de pessoa para pessoa, sendo esse valor afetado por diversos fatores, como:

\*Massa muscular: De 70% a 75% do peso corporal nos adultos é constituído por massa muscular, sendo esta constituída por 73% de água.

\*Tecido adiposo: A porcentagem de tecido adiposo no nosso organismo vai dos 10% aos 40% ou mais, contendo apenas 30% de água.

*<<http://www.erhnam.com/artigos/agua-fonte-vida.html>>*

- 33) O calor de vaporização da água é o maior de todas as substâncias,  $2,25\text{kJ.g}^{-1}$ , e sua importância biológica é que permite que seja utilizada como um ótimo meio para transferência de calor, como o suor.
- 34) Em organismos multicelulares, o transporte de nutrientes, comunicadores químicos (neurotransmissores, hormônios, imunoglobulinas, dentre outros) e descarte de detritos é feito pelos fluidos corpóreos.
- 35) Muitas reações químicas que ocorrem dentro de uma célula, ou mesmo fora delas, dependem do pH. Pequenas variações no pH podem afetar a velocidade de uma reação química ou mesmo não permitir que ela ocorra, o que pode acarretar na morte celular.
- 36) Quando o NaCl é dissolvido, os íons deixam a estrutura cristalina e ficam livres em solução, o que deveria aumentar a entropia do sistema. Porém, a solvatação que sofrem pela água tem um efeito oposto, pois o agrupamento de moléculas de água em torno dos íons oferece um certo grau de organização ao sistema, principalmente pelo fato de as moléculas de água se organizarem com suas cargas parciais opostas aos dos íons, para assim poderem se agrupar em torno deles.

**Texto 10**

“Em junho de 1812, o exército de Napoleão reunia 600 mil homens. No início de dezembro, contudo, a antes orgulhosa Grande Armada contava menos de dez mil. [...] Os soldados remanescentes enfrentaram fome, doença e um frio paralisante – os mesmos inimigos que, tanto quanto o exército russo, haviam derrubado seus camaradas. Outros mais morreriam, malvestidos e mal equipados para sobreviver ao frio acerbo de um inverno russo.

[...]

“Qual foi a causa da derrocada do maior exército que Napoleão comandou? Por que seus soldados, vitoriosos em batalhas anteriores, malograram na campanha russa? [...] Por mais surpreendente que pareça, a desintegração do exército napoleônico pode ser atribuída a algo tão pequeno quanto um botão – um botão de estanho, para sermos exatos, do tipo que fechava todas as roupas do exército, dos sobretudos dos oficiais às calças e paletós dos soldados de infantaria. Quando a temperatura cai, o reluzente estanho metálico começa a se tornar friável e a se esboroar num pó cinza e não metálico – continua sendo estanho, mas com forma estrutural diferente. Teria acontecido isso com os botões de estanho do exército francês? [...] Será que, à falta de botões, os soldados passaram a ter de usar as mãos para prender e segurar as roupas, e não mais para carregar as armas?

“A determinação da veracidade dessa teoria envolve muitos problemas. [...] Mas a teoria rende uma boa história, e os químicos gostam de citá-la como uma razão científica para a derrota de Napoleão. E se houver alguma verdade na teoria do estanho, temos de nos perguntar: caso o estanho não tivesse se deteriorado com o frio, teriam os franceses conseguido levar adiante sua expansão rumo ao leste? Teria o povo russo se libertado do jugo da escravidão um século antes? A diferença entre a Europa Oriental e Ocidental, que corresponde aproximadamente à extensão do império de Napoleão – um atestado de sua influência duradoura –, teria continuado patente até hoje?”

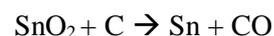
*(Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história. – Penny Le Couteur e Jay Burreson – Ed. Jorge Zahar, Rio de Janeiro, 2006)*

37) Sabendo-se que o estanho tem número atômico igual a 50, é correto afirmar que este elemento tem dois orbitais d completos.

38) Infere-se do texto que a baixas temperaturas o estanho deixa de ser um metal.

39) Sendo a densidade do estanho igual a  $7300 \text{ kg.m}^{-3}$  e sua massa molar igual a aproximadamente 118,71 g, podemos dizer que, dentro de uma latinha comum de refrigerante (350 mL) cheia apenas com esse elemento, haveria mais de  $10^{25}$  átomos.

40) A principal fonte de extração de estanho é o minério cassiterita,  $\text{SnO}_2$ . A partir desse minério, é feita a redução do estanho com carbono sólido. Assumindo que a reação de redução do estanho seja a dada abaixo, e considerando os dados de densidade e massa molar do estanho dados no item acima, é correto afirmar que para que se formem 15 mL de estanho, 1 mol de carbono é suficiente.



*Redução do estanho*

**Espaço reservado para cálculos**

**Texto 11**

Mergulhadores de águas profundas devem tomar muito cuidado na hora de emergir. Quando a pessoa passa rapidamente de uma área de alta pressão (águas profundas) para uma área de baixa pressão (superfície), essa rápida descompressão faz com que o ar dissolvido no sangue e em outros fluidos do corpo se expanda subitamente e borbulhe para fora da solução, causando uma série de danos ao corpo, pois estas bolhas impedem a circulação sanguínea e afetam os impulsos nervosos, assim como embolia gasosa e rompimento fatal das membranas dos pulmões.

Para minimizar tais efeitos, mergulhadores de mar profundo respiram uma mistura de 98% de He e 2% de O<sub>2</sub>, pelo fato de o He ser três vezes menos solúvel que o N<sub>2</sub>, que compõe o ar comprimido utilizado pelos mergulhadores de águas mais rasas.

- 41) O fato de o ar “borbulhar” para fora do sangue pode ser comparado com a fervura da água, pois em ambos os casos as bolhas indicam que a pressão de vapor se igualou à pressão externa.
- 42) A presença de soluto diminui a pressão de vapor da água, diminuindo também a temperatura de ebulição.
- 43) O mesmo conceito de pressão de vapor é aplicado na obtenção do café solúvel. O café é adicionado à água e filtrado, para remover a parte não solúvel. Em seguida, a solução resultante é congelada e colocada em uma câmara de pressão para que os cristais de gelo sublimem, permanecendo apenas o café solúvel. Para que sublimar os cristais de gelo, é necessário que a pressão da câmara seja mais alta que a atmosférica.
- 44) A osmose em uma solução hipotônica contendo hemácias faz com que a solução penetre na célula, em busca do meio com maior concentração de solutos, podendo até romper sua membrana.

**Texto 12**

Os avanços tecnológicos na eletrônica, no início do século XX, levaram à invenção do espectrômetro de massa, um aparelho para a determinação da massa de átomos e moléculas.

Imaginemos que estamos usando um dos primeiros espectrômetros. Primeiro, devemos bombear o ar para fora do instrumento. Então, deixamos entrar, em uma câmara de ionização, um elemento gasoso ou um vapor de um elemento líquido ou sólido. Nesta câmara, os átomos do gás ou vapor são expostos a um feixe de elétrons que se movem muito rapidamente. Quando um elétron acelerado colide com um átomo, choca-se com um elétron expelindo-o, deixando um átomo carregado positivamente. Os cátions formados, então, são acelerados para fora da câmara por um campo elétrico forte aplicado entre duas grades metálicas. As velocidades atingidas pelos íons dependem de suas massas: íons mais leves atingem maiores velocidades que íons mais pesados.

Cada íon que se move rapidamente passa pelos pólos de um eletroímã. O campo magnético curva o caminho dos íons em uma extensão que depende de sua velocidade e da intensidade do campo magnético. Ao chegarem a um detector, sinais são produzidos, que o aparelho reúne em um espectro de massa, um gráfico do sinal detectado contra o campo magnético. As posições dos picos fornecem as massas dos íons e as alturas dos sinais as proporções de várias massas.

*(adaptado de: ATKINS, P.W.; JONES, L. Princípios de Química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente. Bookman, 2001)*

- 45) A abundância natural do <sup>1</sup>H é de 99,985%, enquanto o <sup>2</sup>H, o deutério, tem abundância de 0,015%. Em um espectro de massa, a razão <sup>1</sup>H/<sup>2</sup>H entre as alturas dos picos (sinais) é aproximadamente igual a 6665,66.
- 46) Um espectro de massa do cloro revela 2 picos, um de <sup>35</sup>Cl e outro de <sup>37</sup>Cl. Sabendo que a massa molar média do cloro é 35,5 g·mol<sup>-1</sup>, as intensidades relativas dos sinais dos isótopos mencionados são respectivamente aproximadamente 3 e 1.
- 47) Um espectro de massa de magnésio que revela três picos relativos aos isótopos <sup>24</sup>Mg, <sup>25</sup>Mg e <sup>26</sup>Mg com intensidades iguais concorda com a massa molar igual a 24,31 g·mol<sup>-1</sup>.

48) Sabendo que na natureza são encontrados dois isótopos de bromo estáveis, 79 e 81, e que a massa molar média é  $79,91 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ , podemos inferir que as intensidades dos sinais no espectro de massa são aproximadamente iguais.

### Espaço reservado para cálculos

#### Texto 13

No meu laboratório na Universidade de Cornell nós trabalhamos, entre algumas coisas, em Química Orgânica pré-biológica, tomando algumas notas da música da vida. Nós misturamos e jogamos faíscas nos gases da Terra primitiva: hidrogênio, água, amônia, metano, sulfeto de hidrogênio – todos presentes na antiga Terra, em Júpiter de hoje em dia e por todo o cosmos. As faíscas correspondem aos relâmpagos – também presentes na Terra e em Júpiter. A caixa da reação é inicialmente transparente: os gases precursores são todos transparentes. Após cerca de dez minutos de submissão de faíscas à amostra, nós vemos um estranho pigmento marrom surgir nas paredes da caixa. As paredes gradualmente ficam opacas, cobertas por uma grossa camada marrom de alcatrão. Se tivéssemos usado radiação ultravioleta – simulando o Sol daqueles tempos – o resultado seria mais ou menos o mesmo. O alcatrão é uma mistura extremamente rica em moléculas orgânicas complexas, como os constituintes dos ácidos nucleicos e das proteínas. O material da vida, incrivelmente, não é difícil de ser feito.

*Traduzido de: SAGAN, Carl. COSMOS, Carl Sagan Productions Inc., 1980*

49) Os compostos orgânicos são formados principalmente de arranjos de átomos de carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo e enxofre. As substâncias mencionadas por Sagan conseguem suprir todo esse conjunto de elementos.

50) A glicose, um composto biológico importante, é um pentaidroxoaldeído. A partir dessa informação, não é possível identificar a causa de sua solubilidade em água.

51) A radiação ultravioleta é muito energética e sua presença pode ter desencadeado a formação dos compostos biológicos por meio de ruptura de ligações nos compostos de partida, facilitando a síntese dos demais.

52) Entre o sulfeto de hidrogênio, amônia, água e metano, a substância mais ácida é o sulfeto de hidrogênio e a com o menor potencial de doar prótons é a amônia.

#### Texto 14

O ponto triplo de uma substância é a temperatura e a pressão nas quais os três estados da matéria (sólido, líquido e gasoso) coexistem em equilíbrio termodinâmico. O ponto triplo da água é exatamente 273,16 kelvin ( $0,01 \text{ }^\circ\text{C}$ ) e a pressão é 611,73 pascal (cerca de 0,006 bar).



A linha verde pontilhada indica o comportamento anormal da água. O ponto triplo da água é usado para definir o kelvin, a unidade de temperatura termodinâmica no Sistema Internacional de Unidades.

[http://www.territorioscuola.com/software/index\\_pt.php?title=Ponto\\_triplo](http://www.territorioscuola.com/software/index_pt.php?title=Ponto_triplo)

- 53) A partir do ponto triplo, se aumentarmos a pressão e diminuirmos a temperatura, a água entrará na fase sólida.
- 54) A curva de aquecimento não muda se for uma substância ou uma mistura.
- 55) Sublimação é a mudança de estado sólido para o gasoso. Um exemplo de composto que sofre sublimação são as bolas de nftalina
- 56) O ponto crítico marca uma posição no gráfico em que, a partir dela, não é mais possível distinguir a fase líquida da fase gasosa.

### Texto 15

O modelo atômico de Bohr, que foi baseado na física quântica nascente, trouxe muitas mudanças para a Química, proporcionando o entendimento qualitativo de fenômenos atômicos.

- 57) A força de atração elétron-núcleo é inversamente proporcional ao quadrado do inverso da distância elétron-núcleo, assim como a força gravitacional entre duas massas.
- 58) A grande distinção entre os modelos de Rutherford e Bohr está na quantização do momentum angular presente no último modelo, que leva à quantização da energia e quantização das órbitas.
- 59) Wilson Sommerfeld aperfeiçoou o modelo de Bohr, e verificou que as órbitas eletrônicas deveriam ser elípticas, sendo que a excentricidade da elipse variava se a órbita fosse do tipo s, p, d ou f, hipótese que foi confirmada por Erwin Schrödinger e o surgimento do conceito de orbital.
- 60) O experimento de Stern-Gerlach mostrou que os elétrons possuíam um momentum angular intrínscio, o momentum angular de spin, que é satisfatoriamente explicado pelo modelo atômico de Bohr, ao considerar o elétron uma esfera

girante que, de acordo com o sentido do seu giro, tem um spin de  $+1/2$  ou  $-1/2$ .

### Texto 16

“Entre os métodos modernos de análise, a cromatografia ocupa um lugar de destaque devido a sua eficiência para efetuar a separação, a identificação e a quantificação das espécies químicas, isoladamente ou em conjunto com outras técnicas instrumentais de análise, como por exemplo, a espectrofotometria ou a espectrometria de massas.”

“Apesar do significado da palavra cromatografia (*crom* = cor; *graphie* = escrita), esse processo de separação de misturas complexas também pode ser empregado para substâncias incolores. Sua utilização é muito ampla, especialmente em processos de separação, identificação, preparação e dosagem de substâncias químicas. Por exemplo, pode-se cromatografar a urina de um cavalo para saber se ele estava dopado ou não quando ganhou uma corrida, ou ainda isolar de um vegetal certa substância de interesse farmacológico.”

[http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/diaadia/diadia/arquivos/File/conteudo/artigos\\_teses/Qu%EDmica/exper1\\_7.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/diaadia/diadia/arquivos/File/conteudo/artigos_teses/Qu%EDmica/exper1_7.pdf)

- 61) O processo em que uma amostra líquida fica em repouso por certo tempo a fim de que os sólidos presentes se depositem no fundo do recipiente é chamado decantação. Esse processo é utilizado unicamente para separar sólidos de líquidos.
- 62) O funil de bromo, aparelhagem muito utilizada em decantação, é útil na separação de água e areia.
- 63) O processo de destilação fracionada tem como base fenômenos químicos, visto que a amostra passa do estado líquido para o estado gasoso.
- 64) Na cromatografia de uma caneta esferográfica em papel há mudança de cor da tinta e, portanto, esse é um fenômeno químico.

### Texto 17

A espectroscopia de absorção molecular na região do ultravioleta-visível é uma ferramenta muito importante em Química Analítica. Dentro dessa área

da Química, a espectroscopia no UV/Vis, como é conhecida, é uma técnica usada na correlação entre a concentração de determinada espécie e sua absorção de radiação do comprimento de onda nessa região do espectro. Em um experimento típico, cada concentração de determinada substância tem uma absorbância característica, sendo que a absorbância, medida da absorção, aumenta linearmente com o aumento da concentração do substrato e é definida por:

$$A = \log \frac{P_0}{P}$$

Onde  $P_0/P$  é a razão entre a potência irradiada inicialmente e a potência detectada após o feixe de radiação atravessar a amostra.

Foi determinada uma curva de calibração para a determinação da concentração de ferro em um determinado rejeito cuja equação é  $A = 0,1982 \cdot [Fe^{2+}] + 0,0146$ , onde a concentração está dada em mg/L.

- 65) Um analista mediu a absorbância de três amostras de rejeitos diferentes e encontrou os valores de 0,725; 0,349 e 0,123. As concentrações dessas amostras são respectivamente 3,58; 1,69 e 0,55 mmol/L.
- 66) Uma amostra de concentração de 2,35 ppm teria absorbância de 0,48.
- 67) Curvas de calibração são construídas de forma a reproduzirem a lei de Beer-Lambert,  $A = \varepsilon \cdot l \cdot [x]$ , onde  $\varepsilon$  é o coeficiente de absorvidade molar e  $l = 1 \text{ cm}$  é o comprimento do compartimento da amostra. No presente caso, a absorvidade molar do analito de ferro é igual a  $0,1982 \text{ L/mg} \cdot \text{cm}$
- 68) O erro relativo de uma medida é dado pela expressão  $|x_{\text{média}} - x_{\text{medido}}|/x_{\text{média}}$ . Supondo que um erro relativo aceitável é de 5% e o valor da concentração de ferro em um frasco de sulfato ferroso de uso médico é de  $25 \text{ mg/mL}$ , se a análise de uma replicata indicar uma concentração de 23800 ppm ainda temos um resultado aceitável.

### Espaço reservado para cálculos

### Texto 18

A atmosfera é uma camada preciosa de gases presa à superfície da Terra pela gravidade. Metade da massa da atmosfera está abaixo de 5,5km de altitude. Se estivéssemos no espaço, em um ponto onde a Terra pareceria ter o tamanho de uma bola de futebol, a atmosfera pareceria ter apenas 1 mm de espessura. No entanto, essa camada fina e delicada é essencial para a vida: ela nos protege da radiação de alta energia e fornece substâncias necessárias à vida, como o oxigênio, o nitrogênio o dióxido de carbono e a água.

*Com adaptações <ATKINS, P.; JONES, L. Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 3ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006>*

- 69) Embora a atmosfera seja composta por muitos gases, nela também se encontram partículas sólidas de poluição e até mesmo microorganismos.
- 70) O efeito estufa é um fenômeno natural e importante para o planeta, pois é a forma como a Terra mantém sua temperatura constante.
- 71) A relação entre pressão e volume constitui a Lei de Boyle. Como a pressão está relacionada com as colisões das moléculas com as paredes do recipiente, ao se aumentar o volume do recipiente, a pressão aumenta porque a área de colisões aumenta.
- 72) De acordo com a Lei de Charles, os gases se expandem quando aquecidos a pressão constante. Desta forma, o volume dos gases diminui quando são resfriados. O ponto em que o volume seria

zero equivale à temperatura de  $-273,15^{\circ}\text{C}$ , ou seja, 0K. Este ponto se chama zero absoluto, que é o ponto em que os gases teriam volume zero se

não se condensassem e abaixo dele teriam volume negativo. Como volumes negativos são impossíveis, o zero absoluto é tido como a menor temperatura possível.

- 73) A relação entre a energia cinética das moléculas gasosas e a temperatura também conduz ao conceito de zero absoluto. A medida em que se diminui a temperatura de um sistema gasoso, a energia cinética das moléculas também diminui. Desta forma, a temperatura na qual a energia cinética das moléculas é zero é o zero absoluto.
- 74) De acordo com a Lei de Efusão de Graham, pode-se afirmar que a velocidade de efusão do dióxido de carbono é 1,8 vezes maior que a velocidade de efusão da amônia.
- 75) Os desvios do comportamento ideal podem ser associados à existência de forças intermoleculares, de forma que a condensação de gases e baixa compressibilidade de líquidos estão relacionados às forças atrativas.
- 76) Muitos gases podem ser liquefeitos aproveitando-se o efeito Joule-Thomson, que é o resfriamento induzido pela expansão do gás. As moléculas de um gás real podem ter sua velocidade reduzida aproveitando-se as atrações entre elas e permitindo que se expanda, ou seja, a separação das moléculas exige a realização de trabalho, e a fonte da energia utilizada para gerar o trabalho é a energia cinética. Assim, e o aumento da separação média das moléculas de um gás real causa a diminuição da velocidade média das moléculas.

### Texto 19

#### Como funcionam os fogos de artifício?

Eles enchem o céu de cores graças a diversas reações químicas. Quando você vai a um show pirotécnico e vê explosões vermelhas, por exemplo, está na verdade admirando o carbonato de lítio. Ou seja, cada uma das cores vem de uma substância diferente, misturada à pólvora dos foguetes. Quando essa pólvora queima, a temperatura aumenta e os átomos do elemento químico ganham uma energia

extra, que é então expelida em forma de luz. Mas onde entra a cor nessa história? Fácil: cores são só a forma como nós vemos ondas de energia com formatos diferentes. E cada tipo de átomo produz

ondas ao seu gosto. "Um átomo de magnésio, por exemplo, vai liberar ondas com um comprimento

diferente das de um átomo de lítio. Elas terão, portanto, cores distintas", diz o químico Flávio Maron Vichi, da Universidade de São Paulo (USP).

[http://mundoestranho.abril.com.br/tecnologia/pergunta\\_286558.shtml](http://mundoestranho.abril.com.br/tecnologia/pergunta_286558.shtml)

- 77) Em fogos de artifício as diferentes colorações são obtidas quando se adicionam sais de diferentes metais às misturas explosivas. A emissão de luz com cor característica para cada elemento deve-se às propriedades radioativas dos átomos metálicos adicionados.
- 78) A visualização de cores se dá pelo retorno dos elétrons dos íons metálicos para níveis menores de energia, emitindo radiações com a coloração característica de cada salto energético, que correspondem a diferentes comprimentos de onda.
- 79) De acordo com a teoria de Maxwell, a luz é uma forma de energia que se propaga através de ondas eletromagnéticas.
- 80) Nos átomos dos elementos químicos conhecidos, os níveis de energia são representados pelas letras K, L, M, N, O, P e Q ou pelos números 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7, chamados de números quânticos principais.

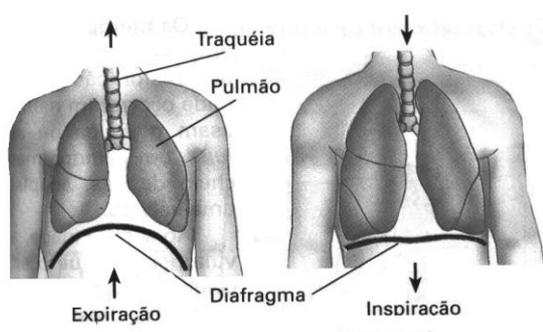
---

**Espaço reservado para cálculos**

# X Olimpíada de Química

## Modalidade A – Questões Discursivas

**QUESTÃO 01)** O químico britânico Robert Boyle (1627-1691) investigou a relação entre a pressão de um gás e seu volume, resultando na Lei de Boyle que afirma que *o volume de certa quantidade fixa de um gás mantido à temperatura constante é inversamente proporcional à pressão*. Aplique essa lei para explicar o processo de respiração, conforme imagem abaixo, sabendo que o volume dos pulmões é controlado pela caixa torácica e pelo diafragma, músculo abaixo dos pulmões.

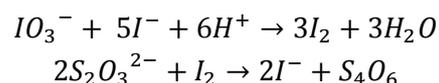


**QUESTÃO 02)** A química analítica tem como objetivo a análise de amostras e a determinação de seus componentes quantitativa e/ou qualitativamente. Existem muitos métodos de análise disponíveis para um químico, cabendo a ele selecionar o mais adequado para a natureza da amostra que possui.

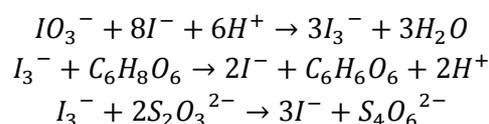
Um tipo muito comum de análise é a volumetria, que por sua vez possui várias ramificações: volumetria de complexação, ácido-base, oxi-redução, entre outras. Um tipo específico é a retrotitulação, que é um processo no qual o excesso de uma solução padrão usado para consumir o analito é determinado por uma segunda solução padrão. As retrotitulações são frequentemente requeridas quando a velocidade de reação entre o analito e o reagente é lenta ou quando falta estabilidade à solução padrão. Uma análise em que se usa a retrotitulação é a determinação de ácido ascórbico em comprimidos de

vitamina C. O procedimento se resume em se formar um excesso de triiodeto, em que parte dele irá reagir com o ácido ascórbico, formando ascorbato, e o que não reagiu será titulado com tiocianato de sódio, formando iodeto e tetrationato, para ter sua quantidade em solução determinada.

Padronização:



Determinação:



- a) Em Química Analítica, é extremamente importante o cuidado com a precisão dos valores. Desta forma, é necessário padronizar as soluções dos titulantes. A padronização é feita titulando-se com a solução que se deseja padronizar uma solução de uma substância cuja pureza é conhecida, chamada “padrão primário”, e seu objetivo é determinar a concentração real do titulante, porque por mais que a solução seja feita com muito rigor, as impurezas das substâncias influenciam na concentração da solução. A partir dos dados fornecidos, encontre a concentração real do titulante.

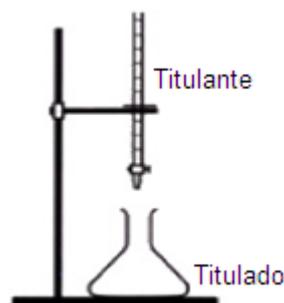
Dados: padronização

M  $KIO_3$  = 0,5001g

MM  $KIO_3$  = 214,0009g

KI = em excesso

V titulante = 8,3 mL



b) A partir dos dados fornecidos e de posse da concentração do titulante, encontre o teor de ácido ascórbico, em % m/m, de uma amostra de vitamina C.

Dados determinação:

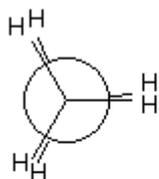
M amostra = 0,2009g

MM ácido ascórbico = 176,1238g

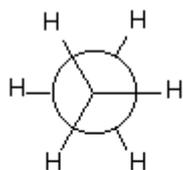
$n \text{ IO}_3^- = 4,674 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

V titulante = 5,5 mL

**QUESTÃO 03)** O estudo das conformações das moléculas consiste em uma parte importante da química pois mecanismos de reação, funcionamento de enzimas e as próprias propriedades das substâncias dependem da proporção entre as conformações de suas moléculas. No estudo dos conformeros, isômeros de conformação, uma variável ganha destaque, o ângulo de torção da ligação, ângulo de rotação de grupos unidos por uma ligação. Considere a molécula de etano:



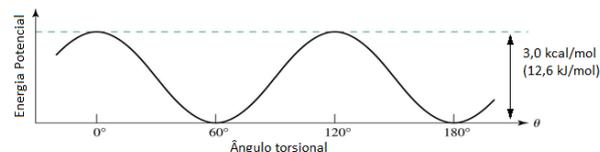
Conformação  
eclipsada



Conformação  
alternada

**Projeções de Newman**

A ilustração acima é o que se chama de projeção de Newman, onde a ligação cujo ângulo torsional está sendo mudado é perpendicular ao plano da projeção. De acordo com o valor desse ângulo, a energia da molécula pode variar. No caso do etano, o perfil da energia da molécula em relação ao ângulo de torção da ligação C–C tem a forma abaixo, sendo que o máximo de energia corresponde à conformação eclipsada (menor distância entre os hidrogênios) e o mínimo de energia corresponde à conformação alternada (maior distância entre os hidrogênios):



O butano é uma molécula muito interessante do ponto de vista conformacional, por ser o menor

hidrocarboneto linear com nuances interessantes sob o ponto de vista do ângulo de torção central, da ligação entre os carbonos 2 e 3. Esquematize o perfil da energia do butano em relação ao ângulo de torção central (varie o ângulo de 0° a 360°), lembrando que a repulsão entre dois grupos metila é maior que a repulsão entre um átomo de hidrogênio e uma metila. Desenhe as conformações da molécula (projeção de Newman) com os ângulos de torção 0°, 60°, 120°, 180°, 240°, 300° e 360°, indicando a sua posição no perfil de energia.

**QUESTÃO 04)** Uma das grandes descobertas da ciência é a capacidade que alguns elementos químicos fisicamente instáveis possuem de emitir partículas e/ou radiação eletromagnética. Esse fenômeno, descoberto no século XIX, ficou conhecido radioatividade e trouxe inúmeras conseqüências - boas e ruins - para os seres humanos.

A radiação pode gerar diversos efeitos aqueles que entram em contato com ela. Tais efeitos podem aparecer em um curto prazo, em um longo prazo ou então apresentar problemas aos descendentes do ser vivo infectado.

Para amenizar os efeitos negativos, os cientistas desenvolveram diversas formas de medir a radiação visando controlar o contato de seres vivos com essa poderosa fonte de energia. Uma dessas formas é a atividade, que é definida como o número de desintegrações do material radioativo por segundo. No Sistema Internacional de Unidades, a atividade é medida em Becquerel (Bq) e pode ser obtida conhecendo o número de radioisótopos instáveis presentes na amostra e à constante de desintegração ou decaimento ( $\lambda$ ) característica do elemento constituinte da amostra.

$$A = \lambda \cdot N$$

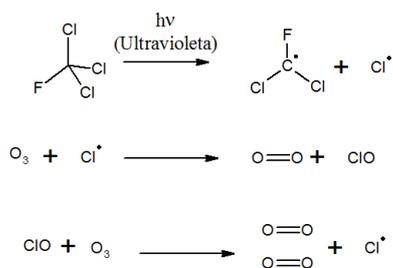
Para calcular a constante de desintegração utiliza-se a equação de determinação de meia-vida para uma reação de primeira ordem, que é dada pela

equação abaixo. Conhecendo a quantidade de material utilizado e o tempo de meia vida ( $t_{1/2}$ ), que é característico do radioisótopo em estudo, pode-se determinar a constante  $\lambda$  e, conseqüentemente, a atividade.

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

Devido ao grande custo, uma importante indústria decidiu produzir sua própria energia a partir do decaimento radioativo de pequenas esferas de dióxido de plutônio puro, cuja massa é de 7,3 gramas. Sabendo que a meia-vida do plutônio  $^{238}\text{Pu}$  é de 87,8 anos, qual é a atividade, em Becquerel (Bq) das 6 esferas que um reator utiliza na produção de energia?

**QUESTÃO 05)** Os compostos conhecidos pela sigla CFC (clorofluorcarboneto) foram utilizados por muito tempo em sistemas de refrigeração e eram aclamados pela sua inércia e conseqüente baixa toxicidade. Foi percebido, algum tempo depois que esses gases eram importantes na destruição da camada de ozônio ( $\text{O}_3$ ) na estratosfera terrestre. Sobre a decomposição do ozônio na presença de CFCs, ilustrada nas reações abaixo, responda às questões a seguir:



- a) Qual é a reação global do processo de decomposição do ozônio? Encontre-a ponderando as reações descritas acima.
- b) Considerando a cinética do processo, qual é o papel do radical de cloro na reação? Porquê?