



Modalidade A | 1º ano

2º ano

# IX Olimpíada de Química do Distrito Federal

05 de junho de 2010

**01.** Ao receber este caderno, confira atentamente se coincide com a modalidade na qual você se inscreveu.

**02.** Este caderno é constituído de 100 itens objetivos e 5 questões subjetivas, caso esteja incompleto ou tenha qualquer defeito, avise ao fiscal de sala mais próximo.

**03.** A nota final é calculada pela média entre as notas da prova objetiva e da prova subjetiva.

**04.** Nos itens objetivos, marque na folha de respostas certo ou errado. Recomenda-se não marcar ao acaso: a cada dois itens cuja resposta marcada divirja do gabarito oficial definitivo, o candidato receberá pontuação negativa, conforme consta na observação da folha de respostas.

**05.** Para as devidas marcações, use a folha de respostas, único documento válido para a correção da sua prova.

**06.** Todos os cálculos e respostas deverão estar à caneta, respostas a lápis não serão corrigidas.

**07.** Não se comunique com outros candidatos nem se levante sem autorização do chefe de sala.

**08.** Não é permitido o uso de equipamentos eletrônicos, salvo a calculadora que será fornecida pela organização da prova.

**09.** A duração das provas é de quatro horas, já incluído o tempo destinado ao preenchimento da folha de respostas.

**10.** Você deverá permanecer obrigatoriamente em sala por, no mínimo, meia hora após o início da prova e poderá levar o seu caderno de prova somente no decurso dos últimos quinze minutos para o término da prova.

**11.** A desobediência a qualquer uma das instruções anteriores poderá implicar a anulação da sua prova.

## OBSERVAÇÕES

- Informações relativas à prova poderão ser obtidas pelo telefone 3107-3895 ou pela internet – <http://www.unb.br/iq/pet>
- É permitida a reprodução deste material apenas para fins didáticos desde que citada a fonte.

## IX Olimpíada de Química

### Modalidade A – Questões Objetivas

**Leia os textos abaixo e julgue as questões que se seguem. Marque C, caso estiverem certas, ou E, caso erradas.**

#### Texto 1

Os grandes centros urbanos estão condenados a produzir cada vez mais lixo, resultando em um aumento de aterros sanitários, que por sua vez poluem o ar, causam mau cheiro, provocam doenças, incêndios, asfixia, diminuindo assim, a qualidade de vida dos cidadãos.

O metano é o poluente atmosférico mais abundante na camada inferior da atmosfera, sobretudo nas grandes cidades, por ser emitido junto ao solo. O metano é encontrado em aterros sanitários e é formado em uma ação anaeróbia (sem oxigênio) resultando em um gás que é lançado na atmosfera.

Preocupados com esta situação, a EPA (*Environmental Protection Agency*) junto com o governo dos Estados Unidos, entre outras entidades, realizaram um projeto piloto de geração de energia através do gás de aterros sanitários, em uma cidade do México. A EPA é um órgão do governo que atua na qualidade e proteção do meio ambiente, gerenciando projetos sobre a qualidade do ar, da água, recursos hídricos, solos, entre outros mais.

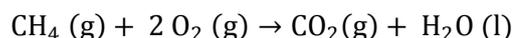
Um dos projetos em andamento da EPA utiliza o gás de aterro como combustível para veículos de utilidade dentro do próprio aterro sanitário; outro aproveita o gás em um injetor para queimar o chorume. Há projetos também que utilizam esta energia alternativa para tubulações de aquecedores a gás nas residências. O uso em caldeiras, contudo, tem maior rendimento e menor custo.

A utilização deste gás tem importância considerável para o meio ambiente, uma vez que diminui o mau cheiro, reduz a quantidade de emissão de gases. Milhões de toneladas de lixo produzem 1 MW de energia por dia.

Com o aumento de projetos e crescente interesse da população em utilizar a energia verde, está havendo também um aumento de tecnologia para que esta energia se torne mais barata localmente, já que o mundo é principalmente o Brasil, que exporta o gás natural para os estados americanos, se encontram em crise de energia.

<<http://www.ambientebrasil.com.br/> com adaptações>

O metano sofre reação de combustão segundo a equação:



- 1) Sabendo que o ar atmosférico possui apenas 21% de oxigênio e admitindo que os reagentes estão às mesmas condições de temperatura e pressão, é correto afirmar que é necessária quantidade inferior a 50 L de ar para a combustão de 9,37 L de  $\text{CH}_4$ .
- 2) Um erro encontrado no texto acima é o fato de não haver possibilidade de incêndio nos aterros sanitários, pois a formação de metano nesses locais se dá por uma ação anaeróbica e a reação de combustão só ocorre em presença de oxigênio.
- 3) Caso o metano esteja a uma temperatura de 25 °C e a uma pressão de 800 Torr, serão necessários menos de 380 L de oxigênio a 27 °C e a 742 Torr para reagir com os 348 mL de  $\text{CH}_4$ .
- 4) A partir do texto é possível inferir que tanto o metano quanto o gás natural são consideradas substâncias, ou seja, possuem as moléculas de  $\text{CH}_4$  com único constituinte formador.

---

**Espaço reservado para os cálculos**

---

**Considere além do Texto 1, o parágrafo abaixo para as questões de 5 a 8:**

### Texto 2

Um grande problema enfrentado pela sociedade é a questão do acúmulo de lixo, visto que nós não podemos simplesmente parar de produzi-lo. Como sabemos, nem todo material do qual abrimos mão é realmente lixo e uma alternativa ecologicamente correta que desvia os resíduos sólidos de aterros sanitários para locais de reciclagem é a coleta seletiva. Com isso, os diferentes materiais são, de forma mais rápida e precisa, separados por diferentes processos.

5) Uma forma de separação do lixo é o peneiramento, um tipo de processo físico de separação, onde materiais são selecionados com o auxílio de uma espécie de peneira que retém os componentes de maior granulação.

6) Uma das características das zeólitas é a possibilidade de retenção de pequenas moléculas em seus interstícios, enquanto as maiores a atravessam. Devido a tal situação as zeólitas são, também, chamadas de peneiras moleculares.

7) O carvão ativo, que consiste de grânulos de carbono microcristalínico, é amplamente utilizado no tratamento de água, pois adsorve substâncias orgânicas, as quais não poderiam ser removidas pelo tratamento convencional.

8) As tintas de caneta, que são uma mistura homogênea de várias substâncias pode ser facilmente separada por cromatografia em giz.

### Texto 3

#### Planeta água

Água que nasce na fonte  
Serena do mundo  
E que abre um  
Profundo grotão  
Água que faz inocente  
Riacho e deságua  
Na corrente do ribeirão...  
(...)

Águas que movem moinhos  
São as mesmas águas  
Que encharcam o chão  
E sempre voltam humildes  
Pro fundo da terra  
Pro fundo da terra...  
(...)  
Terra! Planeta Água  
Terra! Planeta Água  
Terra! Planeta Água...(2x)

[Trecho da música "Planeta Água", de Guilherme Arantes].

9) A letra da música de Guilherme Arantes chama nosso planeta de Planeta Água, por esta ser a substância mais abundante na Terra.

10) É correto considerar a água como solvente universal, uma vez que ela dissolve significativamente todas as substâncias e tem participação ativa nas reações químicas responsáveis pelas funções biológicas dos seres vivos.

11) A densidade da água é tida como padrão da densidade para as outras substâncias, assim como a massa atômica do oxigênio é padrão para as massas dos outros elementos.

12) A água possui uma característica incomum com relação às outras substâncias: os líquidos, ao serem solidificados, são agrupados de forma mais ordenada e compacta, típica de sólidos. A água, entretanto, ao congelar-se, tem suas moléculas arranjadas em uma estrutura hexagonal, onde suas moléculas ficam mais afastadas, aumentando, assim, seu volume.

13) Viscosidade é a resistência ao escoamento. Logo, forças intermoleculares fracas aumentam a viscosidade e as interações fortes facilitam o escoamento por manter as moléculas mais próximas.

14) As interações intermoleculares predominantes na água são as ligações de hidrogênio.

15) O ponto de fusão é diretamente proporcional à força das interações intermoleculares, pois quanto mais fortes, mais fácil se torna fundir a substância.

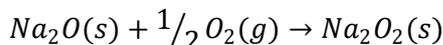
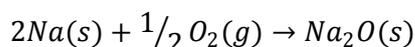
16) No ponto de fusão, a velocidade na qual as partículas deixam o estado sólido e se transformam

em líquido é a mesma da situação inversa, logo dizemos que se encontra em equilíbrio. Entretanto, a adição de calor perturba este equilíbrio, assim como a retirada de calor.

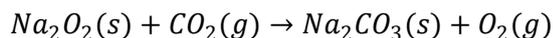
Leia o texto abaixo para julgar as questões 17 a 20:

#### Texto 4

O  $\text{Na}_2\text{O}_2$  é um superóxido amarelo pálido utilizado industrialmente como alvejante de polpa de madeira, de papel e de artigos têxteis, tais como algodão e linho. É um oxidante poderoso e muitas de suas reações são perigosamente violentas, particularmente com materiais redutores, tais como alumínio em pó, carvão, enxofre e muitos solventes orgânicos. Como ele reage com o  $\text{CO}_2$  do ar, ele pode ser empregado para purificar o ar em submarinos e ambientes confinados, pois além de absorver o  $\text{CO}_2$  desprende  $\text{O}_2$ . O  $\text{Na}_2\text{O}_2$  é obtido industrialmente de acordo com as seguintes reações balanceadas:



17) A equação balanceada da reação de purificação do ar citada no texto pode ser escrita como:



18) Numa determinada indústria a meta diária de obtenção de  $\text{Na}_2\text{O}_2$  é de aproximadamente 8,5 toneladas. Para isto, a indústria consome diariamente mais de 4 toneladas de sódio metálico.

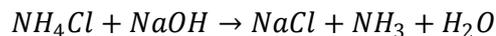
19) Para alcançar essa mesma meta é necessário consumir mais de  $1000 \text{ m}^3$  de  $\text{O}_2$  (Considerando volume molar igual a 22,4L).

20) As ligações químicas que compõem o superóxido de sódio podem ser explicadas pelo modelo atômico de Dalton.

#### Texto 5

O  $\text{NH}_3$  (amônia) é um gás incolor de odor pungente. O gás é bastante tóxico e se dissolve

facilmente em água, liberando calor. O  $\text{NH}_3$  é preparado no laboratório aquecendo-se um sal de amônio com  $\text{NaOH}$ , como por exemplo:



De acordo com o texto, julgue os itens:

21) Após conversão completa do reagente em produtos pode-se afirmar que haverá formação de um sistema heterogêneo.

22) Na dissolução da amônia em água, a entalpia dos produtos é maior que a entalpia dos reagentes, característica de uma reação exotérmica.

23) Para que uma reação ocorra é necessário apenas que os reagentes tenham afinidade química.

24) Para acelerar a reação de formação da amônia foi adicionado um catalisador, com isso a entalpia da reação diminuiu.

#### Texto 6

O ar atmosférico é composto por vários gases. Uma análise nas camadas de ar seco e limpo ao nível do mar pode revelar uma composição de 21% de oxigênio, 78% de nitrogênio, 0,97% de gases nobres e 0,03% de dióxido de carbono.

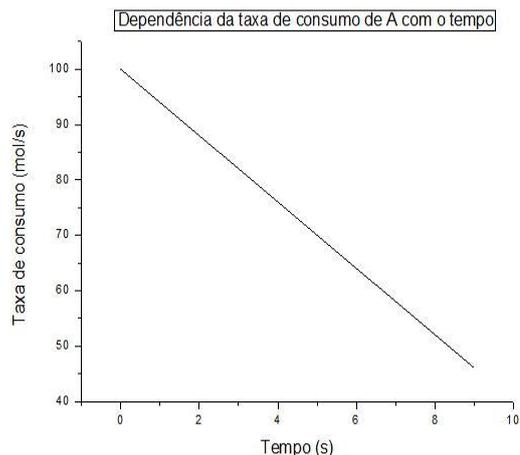
Com base no texto, julgue os itens abaixo:

25) O ar atmosférico não é apenas uma solução de gases, mas possui também partículas sólidas de poeira.

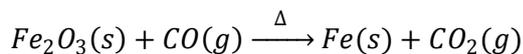
26) Ao liquefazer uma amostra de ar atmosférico será observada uma temperatura constante durante a mudança de fase.

27) Num recipiente de 20L foi recolhido uma amostra de ar para análise. Sabe-se que essa amostra contém 0,2 mol de oxigênio, 1,0 mol de nitrogênio e 0,8 mol de dióxido de carbono. Nesse caso a pressão parcial do oxigênio dentro do recipiente a 278K será 0,23 atm.

28) Volumes iguais, de quaisquer gases, nas mesmas condições de temperatura e pressão, apresentam a mesma quantidade de substância em mol.

**Espaço reservado para cálculos****Texto 7**

O Brasil é um grande exportador de ferro mundial. Suas principais reservas se encontram na serra de Carajás, localizada no estado do Pará. A reação, não balanceada, que descreve a extração do ferro de seu minério é:



Considerando a equação balanceada acima, julgue as afirmações abaixo e assinale C, caso a alternativa esteja certa, ou E, caso errada:

- 29) Para cada mol de  $Fe_2O_3$  será produzido um mol de Fe.
- 30) A produção de ferro é ecologicamente incorreta, pois libera dióxido de carbono no ar, gás muito mais nocivo que o monóxido de carbono.
- 31) Considerando que a reação tenha 95% de rendimento, para cada mol de  $Fe_2O_3$  gasto há a produção de 125,4 g de  $CO_2$ .
- 32) 3 toneladas de hematita ( $Fe_2O_3$ ) produzirão aproximadamente 2,1 toneladas de ferro.

Uma quantidade de uma substância A reage de tal forma que a taxa de consumo (C, em  $mol \cdot s^{-1}$ ) é descrita pela seguinte equação:

$$C(t) = 100 - 6t$$

onde t é o tempo em segundos. Observe o gráfico que descreve essa dependência:

- 33) Entre os segundos 6 e 10 foram consumidos 208 mols de A.
- 34) A taxa de consumo aos 7 segundos era de  $46 \text{ mol} \cdot \text{s}^{-1}$ .
- 35) A quantidade de matéria total consumida foi cerca de 833,3 mols de A.
- 36) A taxa de consumo varia constantemente com relação ao tempo.

**Texto 8**

Quando determinado volume de um líquido é colocado em um recipiente fechado, as moléculas que tiverem energia cinética mais alta se desprenderão do líquido e atingirão a fase vapor. A perda de moléculas do líquido deve, naturalmente, ser acompanhada por uma diminuição do volume. Com o tempo, o espaço acima do líquido vai sendo ocupado cada vez mais por moléculas gasosas, aumentando a pressão do vapor. Com as sucessivas colisões das moléculas com as paredes do recipiente, as que se chocarem sobre a superfície do líquido serão captadas por ela, tornando-a novamente líquidas. Assim, a vaporização e a condensação ocorrem na superfície do líquido. Eventualmente, a quantidade de moléculas gasosas atingirá um ponto em que a taxa na qual o gás condensa se torna igual à taxa em que vaporiza, logo, o líquido e o gás encontram-se em equilíbrio. Neste momento, o volume torna-se constante.

De acordo com o texto acima, julgue os itens:

- 37) Podemos dizer que o gás e o líquido encontram-se em equilíbrio estático.

**38)** A natureza do líquido não influencia na pressão de vapor, uma vez que para as moléculas desprenderem-se do líquido atingindo a fase gasosa não depende, por exemplo, das forças intermoleculares existentes. A vaporização depende apenas da temperatura.

**39)** Quando fervemos a água podemos observar a formação de bolhas de ar. Isto significa que o ponto de ebulição é o momento em que sua pressão de vapor se iguala à pressão atmosférica.

**40)** No equilíbrio entre líquido e vapor, a adição de calor favorecerá a produção de gás, ou seja, o equilíbrio será deslocado para a esquerda.

### Texto 9

Como fazer ovos em conserva

#### Material necessário

- De 12 a 16 ovos grandes;
- Um pote de boca grande para conservas;
- Um litro de vinagre tinto;
- Uma boa pitada de sal;
- Duas colheres (sopa) de açúcar.

#### Método

Em uma panela grande, mergulhe os ovos em água fria, colocando um pouco de vinagre para evitar que as cascas se quebrem e melhorar as condições na hora de descascar. Coloque a tampa e ferva a água. Assim que começar a ferver, desligue o fogo e deixe os ovos na água por 15 minutos. O tempo é de vital importância. Se você cozinhar os ovos por muito tempo ou em temperatura muito alta, a clara enruga e endurece e a gema também fica dura, com a coloração opaca verde-azulada.

Depois de 15 minutos, remova a tampa, coloque a panela na pia e misture água, deixando transbordar por alguns minutos, enquanto você cuida de outra coisa.

Para descascar os ovos, bata-os na pia e retire as cascas. Descasque-os cuidadosamente sob água corrente, começando pela ponta maior. Tente retirar toda a pele, mas evite danificá-los. Ovos machucados ficam horríveis. Essa parte é assustadoramente chata; peça ajuda a alguém.

Coloque o vinagre em uma panela, além de sal e açúcar, até levantar fervura. Se estiver fazendo ovos especiais, agora é o momento de jogar cebola

picada, sementes de cardamomo, pimenta malagueta, alho ou o que lhe agrada e cozinhe em fogo baixo, até que as pessoas comecem a reclamar do cheiro indescritível. Coloque os ovos em um pote bem limpo e jogue a mistura de vinagre quente sobre eles. Depois de cerca de 5 minutos coloque a tampa e certifique-se que o pote está hermeticamente fechado.

Armazene os ovos em um local arejado e fresco. Eles ficarão prontos dentro de mais ou menos um mês. Quanto mais os mantiver fechados, mais borrachudos eles ficarão, o que é a gosto do freguês.

<Cutler, T. *211 coisas que um garoto esperto pode fazer*. Larousse, 2008; com adaptações>

**41)** A produção de ovos em conserva apresenta muitas transformações químicas. No primeiro parágrafo da receita, ao se adicionar vinagre na água para a fervura, verifica-se que este material, que é uma mistura que contém ácido acético, tem o propósito de provocar o amolecimento da casca. Isso ocorre porque o ácido reage com o carbonato da casca.

**42)** O sal de cozinha é constituído majoritariamente por cloreto de sódio, uma substância que, assim como o ácido, é iônica.

**43)** A textura adquirida no ovo após o aquecimento se deve principalmente à desnaturação da albumina, uma proteína do ovo. Este processo é físico, uma vez que a composição da albumina se mantém constante com o aquecimento.

**44)** Pimenta malagueta, alho e cebola são conhecidos por terem sabores fortes. Isso se deve a substâncias presentes em sua constituição. Colocá-los no vinagre e aquecer é uma forma de fazer uma extração dos locais originais e transferi-los para um novo alvo; assim, os ovos irão adquirir um pouco do sabor e aroma desses alimentos.

### Texto 10

A primeira explicação das propriedades da matéria sob a forma de pequenas partículas foi dada por Demócrito e Leucipo, na Grécia Antiga. Esse pensamento foi praticamente esquecido a partir da Idade Média e só foi retomado novamente por John Dalton, no início do século XIX. Seu modelo

atômico, conhecido pelo nome de modelo de bolas de bilhar tinha alguns postulados básicos, indicados abaixo:

- I. Átomos de espécies diferentes possuem propriedades diferentes entre si;
- II. Átomos de uma mesma espécie possuem a mesma massa;
- III. Átomos são partículas maciças indivisíveis constituintes da matéria;
- IV. Em reações químicas os átomos se mantêm constantes – há apenas uma alteração no arranjo das combinações entre eles;
- V. Na formação de compostos, os átomos entram em proporções fixas.

Julgue as afirmativas abaixo em certas ou erradas:

**45)** Esse modelo não está errado, é apenas incompleto. Na época em que Dalton viveu, por exemplo, não se conheciam as partículas subatômicas, cujo descobrimento levou à revisão dos postulados 2 e 3.

**46)** O modelo atômico de Thomson, conhecido por modelo do pudim de passas, conseguia explicar a natureza elétrica da matéria e os decaimentos radioativos.

**47)** O estudo de Rutherford com o bombardeamento de uma folha de ouro com partículas alfa levou à formulação do modelo chamado de planetário. A grande dificuldade deste modelo era explicar porque as cargas negativas que circundam o núcleo não caíam nele, uma vez que cargas em movimento liberam energia sob a forma de radiação, conforme James Maxwell havia demonstrado.

**48)** O modelo atômico de Niels Bohr consistiu em alguns ajustes ao modelo de Rutherford. Aos elétrons, segundo o Bohr, é permitido permanecer em algumas órbitas com energias permitidas. A essas órbitas não estão associados os números quânticos.

### Texto 11

Um tratamento convencional de água é composto das seguintes etapas:

**Etapa 1:** Nestas etapas, as impurezas presentes na água são agrupadas pela ação do coagulante, em partículas maiores (flocos) que possam ser removidas pelo processo de decantação. Os reagentes utilizados são denominados de coagulantes, que normalmente são o Sulfato de Alumínio e o Cloreto Férrico.

**Etapa 2:** Os flocos formados são separados da água pela ação da gravidade em tanques normalmente de formato retangular.

**Etapa 3:** A água decantada é encaminhada às unidades filtrantes. Um filtro é constituído de um meio poroso granular, normalmente areia, de uma ou mais camadas, instalado sobre um sistema de drenagem, capaz de reter e remover as impurezas ainda presentes na água.

**Etapa 4 (Desinfecção):** Para efetuar a desinfecção de águas de abastecimento utiliza-se um agente físico ou químico (desinfetante) cuja finalidade é a destruição de microrganismos patogênicos que possam transmitir doenças através das mesmas.

**Etapa 5 (Fluoretação):** A fluoretação da água de abastecimento público é efetuada através de compostos à base de flúor. A aplicação destes compostos na água de abastecimento público contribui para a redução da incidência de cárie dentária em até 60%, se as crianças ingerirem desde o seu nascimento quantidades adequadas de íon fluoreto.

<[http://www.caesb.df.gov.br/\\_conteudo/produtosServicos/tratamentoAgua.asp](http://www.caesb.df.gov.br/_conteudo/produtosServicos/tratamentoAgua.asp) acessado em 06/01/2010. Adaptado.>

Julgue os itens que se seguem:

**49)** A primeira etapa descreve a coagulação e a floculação de impurezas para posterior separação em um sistema heterogêneo.

**50)** O processo de destilação fracionada utiliza como vantagem a diferença de pontos de ebulição em um material através de uma coluna de fracionamento. Em escala industrial é comum o uso de torres de destilação como na separação dos componentes do petróleo.

**51)** A etapa 2 descreve o método de separação de decantação, fundamentado na diferença de densidade dos componentes do material.

52) A etapa 3 é a filtração, usada na separação de sólido/líquidos ou sólidos/gases.

Sobre modelos atômicos, julgue os itens a seguir:

53) Spin é a propriedade que o elétron possui de se comportar como uma esfera que gira em torno de seu próprio eixo. Um elétron pode ter dois estados de spin: sentido anti-horário e sentido horário.

54) Segundo o Princípio de Exclusão de Pauli, no máximo dois elétrons podem ocupar um dado orbital, sendo que seus spins estarão desemparelhados.

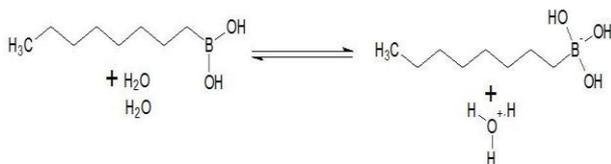
55) Em átomos polieletrônicos, como os elétrons estão sendo repelidos por outros elétrons, diferentemente do átomo de hidrogênio em que o elétron é somente atraído pelo núcleo, os elétrons deverão estar mais fortemente ligados ao núcleo do que estariam sem as repulsões elétron-elétron para que haja um equilíbrio das forças.

56) A carga nuclear efetiva experimentada por um elétron em um átomo polieletrônico é sempre menor do que a carga nuclear real, porque as repulsões elétron-elétron trabalham contra a ação do núcleo.

### Texto 12

Define-se ácido de Brønsted-Lowry a espécie química que provoca no meio aquoso o surgimento de íons  $H^+$ . Base de Brønsted-Lowry é a espécie que recebe o íon  $H^+$ . Essa definição é mais abrangente que a definição de Arrhenius e se aplica a um número muito maior de situações. Nesse caso, muitas espécies podem ser consideradas ácidos ou bases, não somente aquelas que em meio aquoso liberam  $H^+$  ou  $OH^-$ .

Considere, por exemplo, um ácido borônico:



Outro exemplo, a cicloexilamina:



57) Os ácidos de Brønsted-Lowry, ao contrários dos ácidos de Lewis, não podem ser identificados por indicadores ácido-base.

58) Johannes Nicolaus Brønsted e Thomas Martin Lowry foram os primeiros a explicar as propriedades ácidas e básicas de algumas substâncias, sendo as demais teorias conhecidas apenas como um complemento dessa genial descoberta.

59) A cicloexilamina é uma base de Lewis pois recebe par de elétrons não ligantes da água.

60) Todo ácido (ou base) de Lewis será um ácido (ou base) de Brønsted-Lowry.

61) A água atua como ácido de Brønsted nas duas reações.

62) A amina colocada em meio aquoso provocaria o surgimento de íons hidróxido.

63) O ácido borônico tem afinidade por pares de elétrons. Assim, em meio aquoso, ele tende a se complexar com as moléculas do meio. A formação do íon mostrado se dá quando a água atua como base, aceitando o próton do complexo entre o ácido e a água.

64) O íon hidrônio é um ácido de Brønsted-Lowry.

### Texto 13

Toda a Química está ligada com a tabela periódica e a descoberta da lei periódica é considerada um marco sem precedentes no desenvolvimento desta ciência, tendo a mesma importância da descoberta das partículas fundamentais e da teoria moderna da estrutura atômica.

A história da Química moderna (pós Lavoisier) é classificada, pelo historiador soviético D. N. Trifonov, em dois grandes períodos: antes e depois da lei periódica. Esta classificação chama a atenção para o papel fundamental da tabela periódica como ponto de referência para a compreensão do conjunto de elementos químicos

em um sistema natural dos elementos interligados entre si.

<120 anos da classificação periódica dos elementos. Filho, J. M. M. e Faria, R. B. Departamento de Química Inorgânica, Instituto de Química, UFRJ.>

**65)** A Tríade de Döbereiner foi uma forma de classificação dos elementos realizada antes do desenvolvimento da tabela periódica que conhecemos.

**66)** Mendeleev ao propor a tabela periódica dos elementos colocou os elementos em ordem crescente de número atômico.

**67)** Uma maneira de explicar a pouca reatividade que os gases nobres apresentam é o fato de apresentar elevada eletronegatividade.

**68)** Em um mesmo grupo da tabela periódica, os elementos que estão localizados nos últimos períodos têm raio atômico menores do que aqueles localizados nos primeiros períodos.

**69)** A tabela periódica moderna pode nos fornecer muitas outras informações além de massa e número atômico. Seu agrupamento demonstra, também, ordem de acordo com outras propriedades. Somente observando-a e sem precisarmos fazer a distribuição eletrônica de Linus Pauling, pode-se saber quantos elétrons de valência e quantas camadas possui e, até mesmo, prever reações entre os elementos.

**70)** O raio atômico cresce à medida que cresce  $Z$  em cada grupo.

**71)** A energia de ionização decresce com o aumento de  $Z$  em um grupo porque o elétron mais externo ocupa uma camada mais afastada do núcleo e, portanto, a interação com o núcleo é mais fraca.

**72)** A segunda energia de ionização é menor do que a primeira porque, embora o elétron esteja mais próximo do núcleo, há forte repulsão com os outros elétrons, reduzindo significativamente a energia global.

#### Texto 14

As forças de atração intermoleculares são as responsáveis pela matéria se apresentar da forma como a conhecemos. Devido a esta atração, as moléculas de um líquido possuem uma distância

razoável entre elas, o que lhes confere fluidez. O mesmo ocorre com os sólidos. Sem as atrações intermoleculares as moléculas não seriam tão próximas de forma a proporcionar tal rigidez. Mas a importância não termina por aí, são estas forças que determinam as propriedades físicas das substâncias.

Julgue os itens:

**73)** As interações dipolo-dipolo ocorrem em moléculas polares, pois os dipolos apresentam extremidades com cargas parciais negativas e positivas. Assim, extremidades com cargas parciais opostas se atraem.

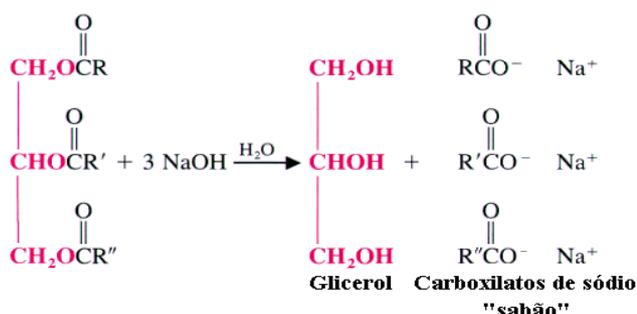
**74)** Ligações hidrogênio ocorrem devido à grande diferença de eletronegatividade entre F, O e N com H.

**75)** As forças de London ocorrem em moléculas polares por dipolo induzido ou instantâneo, que é quando a nuvem eletrônica se distorce de forma a que fique uma grande quantidade de elétrons concentrada em uma região, repelindo os elétrons da molécula vizinha, que se deslocarão para outra região e assim sucessivamente, causando, então, dipolos instantâneos.

**76)** Íons hidratados têm moléculas de água ligadas a eles. Então, as moléculas de água se aglomeraram ao redor de cátions devido à atração pelas cargas parciais negativas do oxigênio e aos ânions pelas cargas parciais positivas do hidrogênio.

#### Texto 15

Os sabões são feitos pela saponificação de gorduras e óleos. Qualquer reação de um éster com uma base para produzir um álcool e o sal de ácido é chamada reação de saponificação. Um subproduto da manufatura de sabões é a glicerina, da qual pode-se obter a nitroglicerina, um poderoso explosivo. Durante a I e II Guerras Mundiais, as donas de casa guardavam o excesso de óleo e gorduras de cozinha e o devolviam para a recuperação da glicerina.



Acerca da natureza dos elementos julgue os itens abaixo e marque a alternativa correta:

77) Como ocorre formação de um sal, pode-se afirmar que a reação de saponificação é uma reação ácido-base de Arrhenius.

78) O glicerol é um líquido denso e viscoso. Essas características são decorrentes de interações interatômicas do tipo dipolo-dipolo.

79) O hidróxido de sódio pode ser considerado tanto uma base de Arrhenius quanto de Brønsted-Lowry.

80) O íon  $\text{Na}^+$  tem seu raio atômico menor que seu átomo gerador Na.

### Texto 16

"A força intermolecular é responsável por alguns fenômenos muito comuns, como a capilaridade e a tensão superficial. Quando pegamos uma toalha de papel e colocamos apenas uma de suas pontas em contato com a água, após alguns instantes, toda a toalha está úmida. Essa "subida" da água por algumas superfícies ou tubos capilares (muito finos) é chamada de capilaridade. O fato de uma agulha flutuar sobre a superfície da água mesmo sendo mais densa que ela e o caminhar de um inseto sobre a água só é possível pela tensão superficial, uma espécie de fina camada que se forma nos líquidos".

Forças intermoleculares - Luiz Molina Luz

A respeito do assunto acima abordado, julgue os itens:

81) As ligações do tipo íon-dipolo permanente são as ligações mais fortes existentes, ganhando em força até mesmo das ligações covalentes.

82) As ligações do tipo dipolo permanente-dipolo induzido tendem a ser muito fracas, visto que a polarizabilidade das espécies não é elevada.

83) As ligações do tipo dipolo permanente-dipolo permanente, ocorrem em moléculas de líquidos polares como  $\text{CHCl}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  e  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ , sendo que estas duas últimas são reforçadas por ligação de hidrogênio.

84) Interações do tipo forças de van der Waals geralmente ocorrem em sólidos moleculares, como, por exemplo, na naftalina e no gelo seco.

### Texto 17

O estudo dos gases é de sumo interesse para a química e a física. Transformações do tipo aquecimento, resfriamento, compressão, expansão etc. são muito interessantes ao ver dos estudiosos. Quem se interessa por coisas do cotidiano deveria dar uma atenção especial aos gases. Muitas coisas do dia-a-dia só ocorrem graças a eles.

Um exemplo disso é quando abrimos um frasco de perfume ao ar livre. Sabemos que os gases tendem a ocupar todo o volume disponível, então será que o perfume irá se espalhar por toda a atmosfera? SIM! O fato é que, ao ocupar toda a atmosfera, as moléculas estarão tão distantes umas das outras que deixaremos de sentir o cheiro do perfume.

O trabalho realizado por um gás durante uma expansão isotérmica reversível é expresso pela seguinte relação:

$$W = nRT \ln \frac{V_f}{V_i}$$

na qual  $W$  é trabalho,  $n$  é o número de mols do gás,  $R = 8,31 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}$ ,  $T$  é a temperatura termodinâmica e  $V_f$  e  $V_i$  são os volumes final e inicial, respectivamente.

Quando consideramos o trabalho dado por essa expressão, a Primeira Lei da Termodinâmica assume a seguinte formulação:

$$\Delta U = Q - W$$

onde  $\Delta U$  é a variação da energia interna e  $Q$  o calor trocado pelo sistema.

Com base nas informações acima, julgue os itens a seguir:

**85)** Durante uma expansão isotérmica reversível, se  $V_f > V_i$  o trabalho é realizado pelo gás, já se  $V_i > V_f$ , o trabalho é realizado sobre o gás.

**86)** Suponha um recipiente com gás oxigênio a 25°C e uma pressão de 15 atm num volume de 10L. A temperatura é elevada para 35°C e o volume é reduzido para 8L. A pressão final do gás será de 26,25 atm.

**87)** A expansão isotérmica reversível de um gás abaixa a energia interna de um gás.

**88)** Segundo a notação dada, uma expansão resulta em trabalho realizado pelo gás, uma quantidade negativa.

---

### Espaço reservado para os cálculos

---

---

### Texto 18

Embora o nome nos induza a pensar diferente, a lavagem a seco não quer dizer que não se utilize algum tipo de líquido. O que ocorre, na realidade, é o uso de um solvente apolar para remover melhor as manchas de gordura. Alguns materiais como lã, seda e náilon podem encolher, perder a forma ou desbotar caso sejam lavados em água. No caso do último, sua deformação é causada pela água que é atraída pelas fibras hidrófilas nesse tipo de tecido. Se colocadas em meio aquoso, as fibras se expandem porque as moléculas do solvente formam ligações de hidrogênio com as estruturas individuais dentro de cada fibra. As moléculas de água também interferem na fraca atração entre as fibras adjacentes e o tecido pode ficar fraco e ser facilmente rasgado. Dessa forma,

se faz necessária a utilização de solventes apolares, que não estragam o material.

Com base no texto acima, julgue os itens:

**89)** O sabão comum, exemplo mais conhecido de detergente e muito freqüentemente utilizado em lavagens tradicionais, é uma mistura de sais sódicos de diversos ácidos carboxílicos de cadeia longa, produzido pela reação de óleos ou gorduras com soda cáustica.

**90)** O que bastante contribui no processo de limpeza é o fato de que, quando se mistura água e sabão, há formação de uma solução verdadeira, fazendo com que o sabão possa penetrar melhor na roupa, limpando-a mais eficientemente.

**91)** A função do sabão no processo de lavagem deve-se à sua propriedade tensoativa. Isso quer dizer que o sabão diminui a tensão superficial da água porque as moléculas anfifílicas se posicionam na superfície da água com a extremidade polar submersa e a polar orientada para a superfície. Essa orientação enfraquece as ligações de hidrogênio presentes na água.

**92)** As chamadas águas “duras” são aquelas ricas em íons  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  ou, ainda, ferruginosas. O efeito desagradável que essa água pode causar às roupas lavadas pode ser evitado com a utilização de seqüestrantes, que formam complexos solúveis com os cátions em questão.

### Texto 19

O decaimento radioativo é um fenômeno natural que ocorre devido à instabilidade de um conjunto de núcleos atômicos. O carbono-14, por exemplo, é formado na atmosfera terrestre pelo bombardeamento de nitrogênio-14 por um nêutron vindo de raios cósmicos. Esse novo átomo, então, é fixado em compostos biológicos pelas plantas, através da fotossíntese. Admite-se que, do instante em que se nasce até o instante em que se morre, a concentração de carbono-14 se mantém constante: aproximadamente 1 átomo para  $10^{12}$  átomos de carbono-12. Após a morte, essa concentração passa a cair exponencialmente. Esse fenômeno é

quantificado pela meia-vida do isótopo que, para o núcleo de carbono-14, é de  $5,73 \cdot 10^3$  anos.

Julgue as afirmativas abaixo em certo (C) e errado (E):

**93)** A concentração de  $^{14}\text{C}$  se mantém constante nos organismos heterotróficos por causa da alimentação.

**94)** A meia-vida de um material radioativo é o tempo que leva para metade dos isótopos da amostra decaírem. Assim, após 2 meias-vidas não há mais isótopos radioativos na amostra.

**95)** O carbono-14 decai radioativamente liberando somente uma partícula  $\beta$  e se tornando nitrogênio-14.

**96)** A dependência do número de isótopos radioativos com o tempo é dado pela expressão  $N = N_0 \cdot e^{-kt}$ . Assim, núcleos de um isótopo com valor grande de  $k$  decaem mais rápido que núcleos com valor pequeno de  $k$ .

### Texto 20

A frequência das linhas do espectro de emissão do átomo de hidrogênio é dada pela seguinte expressão:

$$\nu = R_h \cdot \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$n_1 = 1, 2, 3, \dots$$

$$n_2 = n_1 + 1, n_1 + 2, \dots$$

onde  $R_h$  é a constante de Rydberg ( $R_h = 3,28 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$ ),  $n_1$  é o nível de energia inicial e  $n_2$ , o nível de energia final.

A existência do espectro de emissão é uma indicação da quantização dos níveis de energia atômicos.

Considerando o modelo atômico de Bohr e o enunciado acima, julgue as afirmativas abaixo em certa (C) ou errada (E):

**97)** A maior frequência emitida pelo átomo de hidrogênio é  $3,28 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ .

**98)** O modelo atômico de Bohr trouxe para a química uma nova perspectiva de estudo de átomos e moléculas ao mostrar que o espectro de hidrogênio é contínuo.

**99)** O grande problema do modelo de Bohr para o átomo de hidrogênio é que ele não explicava com precisão as transições eletrônicas para átomos com mais de um elétron.

**100)** As energias dos fótons das emissões eletrônicas ficam cada vez mais energéticas quanto maior for  $n_1$ .

---

**Espaço reservado para os cálculos**

# IX Olimpíada de Química

## Modalidade A – Questões Discursivas

**QUESTÃO 01)** UEG 1º/2007 (com adaptações)

Observe as figuras:



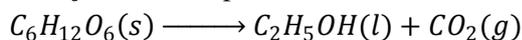
Figura I



Figura II

- Explique porque o balão da figura I sobe.
- O que o operador do balão da figura I deve fazer para descer com segurança após um passeio?
- Os balões da figura II contém hélio. Se as crianças os soltarem, eles subirão indefinidamente? Explique.

**QUESTÃO 02)** A equação não balanceada que descreve a produção de etanol a partir de glicose da cana de açúcar é dada por:



Assuma as seguintes condições:

- O açúcar do pé de cana é somente glicose;

- Uma tonelada de cana produz 160 kg do monossacarídeo;
- Uma cidade precisa de cerca de  $10^6$  L de etanol por dia e;
- A produtividade média de cana de açúcar é de 85 toneladas/hectare.

**Dados:**

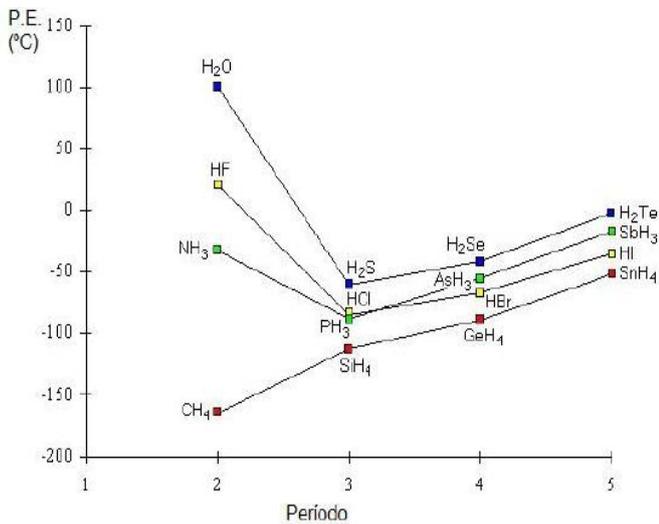
Densidade do etanol: 0,789 g/mL

1 ha = 1 hm<sup>2</sup>

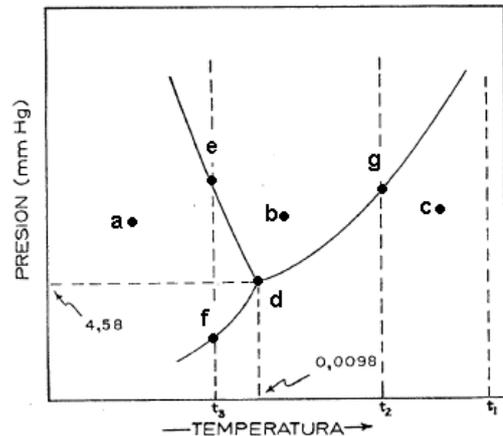
Quantos metros quadrados de área plantada de cana-de-açúcar supririam as necessidades desta cidade por 4 meses?

**QUESTÃO 03)** Carmelito, um aluno do primeiro ano do ensino médio, recebeu uma tarefa de sua professora mais bela, a professora de Química. A tarefa era a seguinte: ele deveria determinar a massa de um sólido de forma irregular de madeira, mas não dispunha de uma balança. Sabendo-se que densidade da água à pressão normal e à temperatura de 25 °C é de 1,00 g.cm<sup>-3</sup>, a densidade dessa madeira é de 0,9 g.cm<sup>-3</sup>, que o volume deslocado de água no recipiente foi de 1340 mm<sup>3</sup>, mas que apenas 34% do sólido ficou submerso, determine a massa do sólido de madeira.

**QUESTÃO 04)** Observe o gráfico abaixo. O que explica o comportamento mostrado dos pontos de ebulição dos compostos de hidrogênio desses elementos dos grupos 14, 15, 16 e 17?



**QUESTÃO 05)** Um diagrama de fases permite avaliar o estado físico de uma amostra de determinada substância em função da temperatura e pressão a que está submetida. Abaixo, um diagrama de fases simplificado da água é apresentado. Indique os estados físicos associados a cada ponto marcado no gráfico.



### CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

1	2											13	14	15	16	17	18								
1 H 1,0																	2 He 4,0								
2 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 Na 23,0	12 Mg 24,3	3 Al 27,0	4 Si 28,1	5 P 31,0	6 S 32,1	7 Cl 35,5	8 Ar 39,9	9 K 39,1	10 Ca 40,1	11 Sc 45,0	12 Ti 47,9	13 V 50,9	14 Cr 52,0	15 Mn 54,9	16 Fe 55,8	17 Co 58,9	18 Ni 58,7	19 Cu 63,5	20 Zn 65,4	21 Ga 69,7	22 Ge 72,6	23 As 74,9	24 Se 79,0	25 Br 79,9	26 Kr 83,8
5 Rb 85,5	6 Sr 87,6	7 Y 88,9	8 Zr 91,2	9 Nb 92,9	10 Mo 95,9	11 Tc (98)	12 Ru 101,1	13 Rh 102,9	14 Pd 106,4	15 Ag 107,9	16 Cd 112,4	17 In 114,8	18 Sn 118,7	19 Sb 121,8	20 Te 127,6	21 I 127,0	22 Xe 131,3								
6 Cs 132,9	8 Ba 137,3	9 La-Lu * **	10 Hf 178,5	11 Ta 181,0	12 W 183,9	13 Re 186,2	14 Os 190,2	15 Ir 192,2	16 Pt 195,1	17 Au 197,0	18 Hg 200,6	19 Tl 204,4	20 Pb 207,2	21 Bi 209,0	22 Po (209)	23 At (210)	24 Rn (222)								
7 Fr (223)	8 Ra (226)	9 Ac-Lr **	10 Rf (261)	11 Db (262)	12 Sg (266)	13 Bh (264)	14 Hs (277)	15 Mt (268)	16 Ds (281)	17 Rg (272)	18 Uub (285)	19 Uut (284)	20 Uuq (289)	21 Uup (286)											

\* série dos lantanídeos

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 actínídeos

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