

Prof. Marcus Ennes  
Prof. Felipe Garcia

# Físico-química

## UNIDADE 34: Soluções – Parte 2

As soluções (misturas homogêneas) na química podem ser caracterizadas pela relação entre a quantidade de soluto presente nas mesmas e a quantidade de solução que comporta este soluto. A seguir vamos estudar duas unidades de concentração, a concentração comum e a concentração molar.

O conhecimento destas unidades se faz muito importante no dia a dia. Por exemplo, em um hospital alguns medicamentos utilizam para expressar a concentração de seu princípio ativo a unidade de concentração comum. Tal unidade pode ser utilizada também para o controle do princípio ativo no sangue do paciente.

Dois exemplos de substâncias que comumente são mensuradas utilizando esta unidade de concentração são a dipirona monossódica ou monoidratada e o paracetamol.



### Concentração comum (C)

A primeira unidade de concentração a ser estudada será a concentração comum, representada pela letra “C”. Tal unidade de concentração consiste em mensurar a quantidade de soluto em gramas por litro de solução. Existem outras unidades de massa que podem ser utilizadas, como miligramas (mg) ou microgramas ( $\mu\text{g}$ ) bem como outras unidades de volume, como mililitros (mL) ou metros cúbicos ( $\text{m}^3$ ), porém relações que não sejam gramas de soluto por litro de solução não serão chamadas de concentração comum, apenas de concentração. Deve-se ter em mente as conversões entre as unidades de massa ( $1\text{g} = 1000\text{mg}$ ,  $1\text{kg} = 1000\text{g}$ ) e volume ( $1\text{L} = 1000\text{mL}$ ,  $1\text{m}^3 = 1000\text{L}$ ,  $1\text{dm}^3 = 1\text{L}$ ). Temos então a fórmula da concentração comum:

$$C = \frac{m_{\text{soluto}}}{V_{\text{solução}}}$$

Vamos utilizar um exemplo bastante comum no cotidiano, a solução salina utilizada para o cozimento do macarrão. Adiciona-se uma quantidade de sal em um determinado volume de água. Vamos supor que utilizamos uma massa de 15 g de sal (cloreto de sódio,  $\text{NaCl}$ ) para um volume de 1,5 L de água, e desejamos calcular a concentração do sal em grama de sal por litro de solução. Primeiramente devemos estabelecer que esta

quantidade de sal apresenta volume desprezível, e o volume final da solução será igual ao inicial, 1,5 L. Podemos então fazer isto de duas formas, pela fórmula ou por regra de três. Pela fórmula teremos:

$$C = \frac{15 \text{ g}}{1,5 \text{ L}} = 10 \text{ g/L}$$

Pela regra de três teremos:

15 g NaCl — 1,5 L solução

x g NaCl — 1 L solução

$$x = \frac{15 \cdot 1}{1,5} = 10 \text{ g/L}$$

Conclui-se portanto que a concentração comum equivale a 10 g de sal por litro de solução ou apenas 10 g/L.

**IMPORTANTE:** É comum confundir a concentração comum com a densidade. Isto ocorre pois a densidade também é representada como uma unidade de massa sobre uma unidade de volume. Entretanto note que no caso da concentração a unidade de massa representa apenas o soluto, enquanto a unidade de volume representa apenas a solução. Já no caso da densidade ambas as unidades se referem apenas ao soluto, ou apenas à solução.

Por exemplo: A densidade do cloreto de sódio à determinada temperatura é (NaCl) é 2,165 g/mL. Isto quer dizer que para cada 1 mL de sal haverá 2,165 g do mesmo. A densidade da água à determinada temperatura é 1 g/mL. Isto quer dizer que para cada 1 mL de água haverá 1 g da mesma.

## Concentração molar (M)

A concentração molar ou molaridade é representada na fórmula pela letra "M", e

relaciona a quantidade em mol de soluto com o volume em litros de solução. Neste tipo de concentração não encontramos variação de unidade, sempre será portanto mol/L ou apenas M (molar). Este tipo de concentração tem sua utilização bastante comum em meios industriais e laboratoriais.

$$M = \frac{n_{\text{soluto}}}{V_{\text{solução}}}$$

Em nosso estômago por exemplo temos uma solução de ácido clorídrico (HCl) cuja concentração é aproximadamente 0,01 mol/L ou 0,01M (0,01 molar). Ou seja, para cada 1 litro de solução há 0,01 mol de HCl.

Sabendo que o número de mol (n) do soluto é a razão entre massa (m – gramas) do soluto e massa molar (MM – g/mol) do mesmo, podemos ter a fórmula anterior rearranjada da seguinte maneira também:

$$M = \frac{n_{\text{soluto}}}{V_{\text{solução}}} \quad n_{\text{soluto}} = \frac{m_{\text{soluto}}}{MM_{\text{soluto}}}$$
$$M = \frac{m_{\text{soluto}}}{MM_{\text{soluto}} \cdot V_{\text{solução}}}$$

## Relação entre concentração comum (C) e molaridade (M)

Utilizando o conceito abordado anteriormente, no qual a razão entre massa de soluto e volume da solução é conhecido como concentração comum (C), substitui-se na fórmula, relacionando as duas unidades de concentração:

$$M = \frac{C}{MM_{\text{soluto}}} \quad \therefore M \cdot MM_{\text{soluto}} = C$$

Desta forma podemos não só podemos calcular a concentração comum, mas também a

molaridade. Por fim podemos relacionar as duas unidades convertendo uma na outra. Vamos utilizar os dois exemplos anteriores e converter suas respectivas concentrações.

No primeiro exemplo a concentração de NaCl encontrada foi 10 g/L. Vamos convertê-la para mol/L:

$$C = M \cdot MM_{\text{solute}}$$

$$10 = M \cdot 58,5$$

$$M = 0,17 \text{ mol/L}$$

Já no segundo exemplo a concentração de HCl citada foi de 0,01 M. Vamos convertê-la para g/L:

$$C = M \cdot MM_{\text{solute}}$$

$$C = 0,01 \cdot 36,5$$

$$C = 0,365 \text{ g/L}$$

## NOTAS:



## ATIVIDADES PROPOSTAS

1) A concentração comum, cujo símbolo é \_\_\_\_\_, indica a razão entre a massa do(a) \_\_\_\_\_ e o volume do(a) \_\_\_\_\_.

Assinale a alternativa que preenche, correta e respectivamente, as lacunas do trecho acima.

- a) T – soluto – solução
- b) T – solução – soluto
- c) C – soluto – solução
- d) M – solução – solução
- e) C – solução – soluto

2) As cervejas deveriam conter apenas malte, lúpulo, água e levedo. Essa bebida é bastante versátil e permite muitas possibilidades de variações quanto aos ingredientes utilizados, à proporção entre eles, ao grau da maltagem do cereal, ao tipo de lúpulo, ao tipo de fermentação, à temperatura e à duração das etapas do processo e às formas de armazenamento.

Após um teste em uma cervejaria, foi constatada a presença de 900 g de malte em meia dúzia de garrafas de cerveja com capacidade de 600 mL cada uma delas.

Nesse caso, a concentração de malte, em  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ , utilizada nessa cervejaria,

- a) 250
- b) 350
- c) 900
- d) 300
- e) 600

3) A Portaria 2914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, dispõe sobre procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Em seu artigo 39, parágrafo segundo, diz “[...] Recomenda-se que o teor máximo de cloro residual livre em qualquer ponto do sistema de abastecimento seja de 2 mg/L [...]”

Utilizando-se de técnicas apropriadas, uma amostra de água do sistema de abastecimento

foi analisada e apresentou concentração de cloro residual livre de  $4 \cdot 10^{-5}$  mol/L.

Dados: Considere que o cloro residual livre corresponda à espécie química  $\text{Cl}_2$ .

Massa molar do Cl: 35,5 g/mol

O teor de cloro residual livre na amostra analisada está:

- a) abaixo do valor máximo permitido, apresentando uma concentração de cloro residual livre de 1,42 mg/L.
- b) acima do valor máximo permitido, apresentando uma concentração de cloro residual livre de 2,84 mg/L.
- c) acima do valor máximo permitido, apresentando uma concentração de cloro residual livre de 4 mg/L.
- d) abaixo do valor máximo permitido, apresentando uma concentração de cloro residual livre de 0,284 mg/L.

4) Sabendo que a água para beber deve ser desinfetada com “cloro ativo” ou hipoclorito de sódio a 0,4 mg/L, o volume em mL de solução de água sanitária contendo 4 g/L desse soluto que deve ser adicionada para desinfecção de um litro de água para beber é igual a

- a)  $4,0 \times 10^{-4}$
- b)  $4,0 \times 10^{-1}$
- c)  $1,0 \times 10^{-1}$
- d)  $1,0 \times 10^{-4}$

5) Com o objetivo de diminuir a incidência de cáries na população, em muitas cidades adiciona-se fluoreto de sódio à água distribuída pelas estações de tratamento, de modo a obter uma concentração de  $2,0 \times 10^{-5}$  mol.L<sup>-1</sup>.

Com base neste valor e dadas as massas molares em g.mol<sup>-1</sup>: F = 19 e Na = 23, podemos dizer que a massa do sal contida em 500 mL desta solução é:

- a)  $4,2 \times 10^{-1}$  g.
- b)  $8,4 \times 10^{-1}$  g.
- c)  $4,2 \times 10^{-4}$  g.
- d)  $6,1 \times 10^{-4}$  g.
- e)  $8,4 \times 10^{-4}$  g.

6) Em análises metalúrgicas, emprega-se uma solução denominada nital, obtida pela solubilização do ácido nítrico em etanol.

Um laboratório de análises metalúrgicas dispõe de uma solução aquosa de ácido nítrico com concentração de 60% m/m e densidade de 1,4 kg/L. O volume de 2,0 mL dessa solução é solubilizado em quantidade de etanol suficiente para obter 100,0 mL de solução nital.

Com base nas informações, a concentração de ácido nítrico, em g · L<sup>-1</sup>, na solução nital é igual a:

- a) 10,5
- b) 14,0
- c) 16,8
- d) 21,6

7) Um copo de 200 mL de leite semidesnatado possui a composição nutricional abaixo.

Carboidratos	10 g
Gorduras Totais	2,0 g
Proteínas	6,0 g
Cálcio	240 mg
Sódio	100 mg

A concentração em g · L<sup>-1</sup> de cátions de metal alcalino, contido em 1L de leite, é

- a) 0,10
- b) 0,24
- c) 0,50
- d) 1,20
- e) 1,70

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Há mais de um tipo de bafômetro, mas todos são baseados em reações químicas envolvendo o álcool etílico presente a baforada e um reagente – por isso, o nome técnico desses aparelhos é etilômetro. Nos dois mais comuns são utilizados dicromato de potássio (que muda de cor na presença do álcool) e célula de combustível (que gera uma corrente elétrica). Este último é o mais usado entre os policiais no Brasil.

Com a nova legislação, o motorista que for flagrado com nível alcoólico acima do permitido (0,1 mg/L de sangue) terá que pagar uma multa de R\$ 955,00, além de ter o carro apreendido e perder a habilitação. Se estiver embriagado (níveis acima de 0,3 mg/L de sangue), ainda corre o risco de ficar preso por 6 meses a 1 ano.

8) Um adulto de 75 kg possui, em média, 5 litros de sangue. Esse adulto foi flagrado, no teste do bafômetro, com nível alcoólico exatamente igual ao limite máximo permitido.

A massa de álcool contida no sangue desse adulto, em mg, é igual a

- a) 0,1
- b) 0,2
- c) 0,3
- d) 0,4
- e) 0,5

9) Em um laboratório de química foi encontrado um frasco de 250 mL com a seguinte informação: contém 1,5 g de Sulfato Ferroso. Assinale a alternativa que apresenta a concentração em g/L de Sulfato Ferroso nesse frasco.

- a) 0,3 g/L
- b) 0,6 g/L
- c) 3 g/L
- d) 4,75 g/L
- e) 6 g/L

10) Um dos motivos da crescente contaminação das águas por hormônios presentes nos anticoncepcionais é o fato de que, 24 h após a ingestão de um comprimido contendo, em média,  $35 \times 10^{-3}$  mg de etinilestradiol, 90% é excretado pela urina de forma inalterada e somente 10% é metabolizado.

Considerando-se que uma mulher ingere um comprimido de anticoncepcional por dia e que o volume diário de urina é de 1,5 L, a concentração média de etinilestradiol na urina dessa mulher, em g/L, é igual a

- a)  $35,0 \times 10^{-6}$
- b)  $31,5 \times 10^{-6}$
- c)  $30,0 \times 10^{-6}$

- d)  $23,0 \times 10^{-6}$
- e)  $21,0 \times 10^{-6}$

11) O uso de ácido cítrico no preparo de palmito em conserva é uma das ações necessárias para evitar a sobrevivência da bactéria causadora do botulismo.

Em uma das etapas da produção artesanal do palmito, recomenda-se que, antes do envase em potes e do cozimento, os toletes e rodela sejam imersos em uma "salmoura de espera", constituída por:

- 5 kg de sal de cozinha,
- 1 kg de ácido cítrico mono-hidratado,
- 100 L de água.

Considerando que o volume da salmoura é igual ao volume de água e que a massa molar do ácido cítrico mono-hidratado é igual a  $2 \times 10^2$  g/mol, pode-se afirmar que a concentração, em quantidade de matéria de ácido cítrico, nessa salmoura é de, aproximadamente,

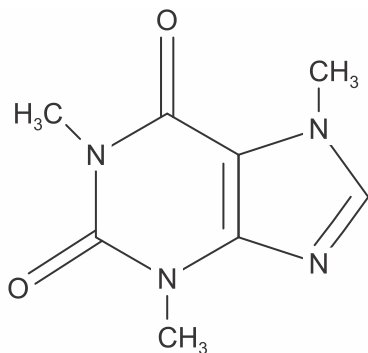
- a) 5 mol/L
- b) 2 mol/L
- c) 0,01 mol/L
- d) 0,02 mol/L
- e) 0,05 mol/L

12) Para a realização de um experimento, preparou-se uma solução contendo 35 g de sulfato de alumínio dissolvidos em 10 litros de água. Qual a concentração molar dessa solução?

(Dados: Al = 27; S = 32; O = 16)

- a) 0,001 M
- b) 0,05 M
- c) 0,005 M
- d) 0,1 M
- e) 0,01 M

13) A cafeína é um alcaloide, identificado como 1,3,7-trimetilxantina (massa molar igual a 194 g/mol), cuja estrutura química contém uma unidade de purina, conforme representado. Esse alcaloide é encontrado em grande quantidade nas sementes de café e nas folhas de chá-verde. Uma xícara de café contém, em média, 80 mg de cafeína.



Considerando que a xícara descrita contém um volume de 200 mL de café, a concentração, em mol/L, de cafeína nessa xícara é mais próxima de:

- a) 0,0004.
- b) 0,002.
- c) 0,4.
- d) 2.
- e) 4.

14) Mediu-se a massa de 0,5 g de um ácido orgânico de massa molar  $100 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , colocou-se em um balão volumétrico de capacidade 500 mL e completou-se com água. Qual a concentração em  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  dessa solução?

- a)  $0,0001 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- b)  $0,025 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- c)  $0,001 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- d)  $0,01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- e)  $0,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

15) O rótulo de uma garrafa indica que a concentração de íons cálcio ( $\text{Ca}^{2+}_{(\text{aq})}$ ) da água mineral nela contida é de  $40,08 \text{ mg L}^{-1}$ . Considerando que uma pessoa ingere 1 litro dessa água, assinale a alternativa que indica **corretamente** a quantidade de íons  $\text{Ca}^{2+}_{(\text{aq})}$  consumida por ela.

Dado:  $\text{Ca} = 40,08$

- a)  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$
- b)  $1 \text{ mol L}^{-1}$
- c)  $0,001 \text{ mol L}^{-1}$
- d)  $0,01 \text{ mol L}^{-1}$
- e)  $10 \text{ mol L}^{-1}$

16) Um aluno precisa preparar 0,5 L de uma solução 2M de Nitrato de Prata. Assinale a alternativa que apresenta a massa de  $\text{AgNO}_3$

necessária para preparar essa solução.

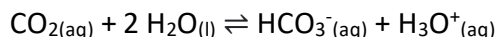
- a) 17g de  $\text{AgNO}_3$
- b) 34g de  $\text{AgNO}_3$
- c) 154g de  $\text{AgNO}_3$
- d) 170g de  $\text{AgNO}_3$
- e) 340g de  $\text{AgNO}_3$

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

As informações destacadas abaixo foram retiradas do rótulo de um refrigerante “zero açúcar”:

*Ingredientes: Água gaseificada, extrato de nós e cola, cafeína, aroma natural, corante, caramelo IV, acidulante ácido fosfórico, edulcorantes artificiais: ciclamato de sódio (24 mg), acesulfame de potássio 5 mg, e aspartame 12mg, por 100 mL, conservador, benzoato de sódio, regulador de acidez, citrato de sódio. Prazo de validade/lote: vide marcação. Aut. CCI/RJ Ind. Brasileira*

A água gaseificada apresenta o seguinte equilíbrio químico:



E ainda estão presentes acidulantes utilizados para realçar o sabor e para inibir o desenvolvimento de microrganismos. Os acidulantes, comumente usados pela indústria alimentícia, são os ácidos cítrico ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ) e fosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ). Para regular a acidez do meio usa-se o citrato de sódio ( $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_7\text{Na}$ ) e para substituir o açúcar usa-se o aspartame ( $\text{C}_{14}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_5$ ) e o ciclamato de sódio ( $\text{NaC}_6\text{H}_{12}\text{SNO}_3$ ).

17) Em 100 mL do refrigerante, exposto no texto, a concentração em mol/L de ciclamato de sódio ( $\text{NaC}_6\text{H}_{12}\text{SNO}_3$ ), conforme o rótulo, é:

Dados: considere a massa molar do ciclamato de sódio = 201 g/mol

- a)  $5,0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$
- b)  $1,2 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$
- c)  $3,5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$
- d)  $4,7 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$
- e)  $5,5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

18) A utilização de processos de biorremediação de resíduos gerados pela combustão incompleta de compostos orgânicos tem se tornado crescente, visando minimizar a poluição ambiental. Para a ocorrência de resíduos de naftaleno, algumas legislações limitam sua concentração em até 30 mg/kg para solo agrícola e 0,14 mg/L para água subterrânea. A quantificação desse resíduo foi realizada em diferentes ambientes, utilizando-se amostras de 500 g de solo e 100 mL de água, conforme apresentado no quadro.

Ambiente	Resíduo de naftaleno (g)
Solo I	$1,0 \times 10^{-2}$
Solo II	$2,0 \times 10^{-2}$
Água I	$7,0 \times 10^{-6}$
Água II	$8,0 \times 10^{-6}$
Água III	$9,0 \times 10^{-6}$

O ambiente que necessita de biorremediação é o(a)

- a) solo I.
- b) solo II.
- c) água I.
- d) água II.
- e) água III.

19) A água de uso doméstico deve apresentar uma concentração molar de íons fluoreto ( $F^-$ ) igual a  $5,0 \times 10^{-5}$  mol/L. Se, ao fim de um dia, uma pessoa toma 6,0 litros dessa água, qual a massa de fluoreto, em miligramas, que essa pessoa ingeriu?

- a) 1,8
- b) 2,6
- c) 5,7
- d) 11,4

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

A salinidade da água é um fator fundamental para a sobrevivência dos peixes. A maioria deles vive em condições restritas de salinidade, embora existam espécies como o salmão, que consegue viver em ambientes que vão da água doce à água do mar. Há peixes que sobrevivem em concentrações salinas adversas, desde que estas não se afastem muito das originais.

Considere um rio que tenha passado por um processo de salinização. Observe na tabela suas faixas de concentração de cloreto de sódio.

Trecho do rio	Concentração de NaCl (mol . L <sup>-1</sup> )
W	< 0,01
X	0,1 – 0,2
Y	0,4 – 0,5
Z	≥ 0,6*

\*isotônica à água do mar

20) Um aquário com 100 L de solução aquosa de NaCl com concentração igual a  $2,1 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ , será utilizado para criar peixes que vivem no trecho Z do rio. A fim de atingir a concentração mínima para a sobrevivência dos peixes, deverá ser acrescentado NaCl à solução, sem alteração de seu volume.

A massa de cloreto de sódio a ser adicionada, em quilogramas, é igual a:

- a) 2,40
- b) 3,30
- c) 3,51
- d) 3,72

21) O ácido bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) ou seus sais, como borato de sódio e borato de cálcio, são bastante usados como antissépticos, inseticidas e como retardantes de chamas. Na medicina oftalmológica, é usado como água boricada, que consiste em uma solução de ácido bórico em água destilada.

Sabendo-se que a concentração em quantidade de matéria (mol/L) do ácido bórico, nessa solução, é 0,5 mol/L, assinale a alternativa correta para massa de ácido bórico, em gramas, que deve ser pesada para preparar 200 litros desse medicamento.

Dados: Massas molares, em g/mol: H = 1; B = 11; O = 16.

- a) 9500
- b) 1200
- c) 6200
- d) 4500
- e) 3900

22) Para cada litro de etanol produzido em uma indústria de cana-de-açúcar são gerados cerca de 18 L de vinhaça que é utilizada na irrigação das plantações de cana-de-açúcar, já que contém teores médios de nutrientes N, P e K iguais a 357 mg/L, 60 mg/L, e 2034 mg/L, respectivamente.

Na produção de 27000 L de etanol, a quantidade total de fósforo, em kg, disponível na vinhaça será mais próxima de

- a) 1
- b) 29
- c) 60
- d) 170
- e) 1000

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Com as chuvas intensas que caíram na cidade do Rio de Janeiro em março de 2013, grande quantidade de matéria orgânica se depositou na lagoa Rodrigo de Freitas. O consumo biológico desse material contribuiu para a redução a zero do nível de gás oxigênio dissolvido na água, provocando a mortandade dos peixes.

23) O volume médio de água na lagoa é igual a  $6,2 \times 10^6$  L. Imediatamente antes de ocorrer a mortandade dos peixes, a concentração molar de gás oxigênio dissolvido na água correspondia a  $2,5 \times 10^{-4}$  mol  $\cdot$  L<sup>-1</sup>.

Ao final da mortandade, a quantidade consumida, em quilogramas, de gás oxigênio dissolvido foi igual a:

Dado: O = 16.

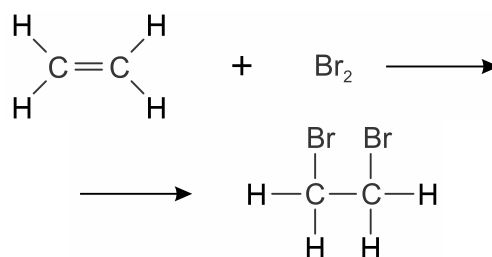
- a) 24,8
- b) 49,6
- c) 74,4
- d) 99,2

24) Problemas e suspeitas vêm abalando o mercado do leite longa vida há alguns anos. Adulterações com formol, álcool etílico, água oxigenada e até soda cáustica no passado não saem da cabeça do consumidor precavido. Supondo que a concentração do contaminante

formol (CH<sub>2</sub>O) no leite “longa-vida integral” é cerca de 3,0 g por 100 mL do leite. Qual será a concentração em mol de formol por litro de leite?

- a) 100,0 mol/L
- b) 10,0 mol/L
- c) 5,0 mol/L
- d) 3,0 mol/L
- e) 1,0 mol/L

25) Para diferenciar os hidrocarbonetos etano e eteno em uma mistura gasosa, utiliza-se uma reação com bromo molecular: o etano não reage com esse composto, enquanto o eteno reage de acordo com a seguinte equação química:



Considere um cilindro de capacidade igual a 10 L, contendo apenas esses hidrocarbonetos em uma mistura com massa igual a 200 g. Ao se adicionar bromo em excesso à mistura, todo o eteno reagiu, formando 940 g de 1,2-dibromoetano.

A concentração inicial de etano, em mol  $\cdot$  L<sup>-1</sup>, no interior do cilindro, corresponde a:

- a) 0,1
- b) 0,2
- c) 0,3
- d) 0,4





## GABARITOS

1) C

2) A

3) B

4) C

5) C

6) C

7) C

8) E

9) E

10) E

11) E

12) E

13) B

14) D

15) C

16) D

17) B

18) B

19) C

20) B

21) C

22) B

23) B

24) E

25) B