

Discente: \_\_\_\_\_

**1. Estudo das soluções**

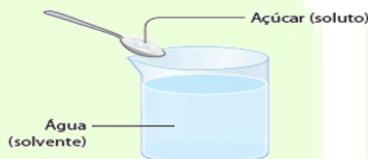
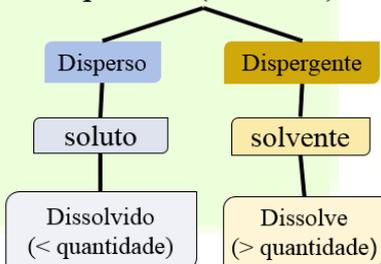
No início de nossa vida estamos mergulhados em uma solução. No corpo de um adulto há cerca de 85% de água com moléculas e íons em solução. (No foto, embrião humano com 7 a 8 semanas de gestação, com cerca de 4 cm.)

Vivemos mergulhados na atmosfera terrestre. O ar que respiramos é uma mistura (solução) de gás nitrogênio, gás oxigênio e outros.

Os oceanos cobrem  $\frac{3}{4}$  da superfície terrestre. A água do mar contém vários sais. Um deles, o cloreto de sódio, é importante em nossa alimentação.

**1.1 Dispersões: suspensão, coloidal e solução**

Vivemos rodeados por dispersões (misturas)...



**Classificação**

**Suspensão**      **Coloidal**      **Solução**

A classificação das dispersões pode ser melhor compreendida com base nas dimensões das partículas dispersas (soluto):



|                                |             |
|--------------------------------|-------------|
| 1 nm                           | $10^{-9}$ m |
| 1 $\mu$ m                      | $10^{-6}$ m |
| 1 mm                           | $10^{-3}$ m |
| 1 m                            | 1 m         |
| $\mu$ (letra grega mi) = micro |             |
| n = nano                       |             |

**Dispersão Suspensão**

- São dispersões em que as partículas têm um diâmetro >100 nanômetro;
- São sistemas heterogêneos, podendo ser formados por aglomerado de átomos, íons ou moléculas;
- São visíveis a olho nu ou em microscópios ópticos;
- São separados por filtração ou centrifugação.



**Dispersão Coloidal**

- São dispersões em que as partículas têm um diâmetro entre 1 e 100 nanômetro;
- São partículas visíveis aos microscópios de elevada resolução;
- Tornam visível um feixe de luz que a atravessa (Efeito Tyndall).



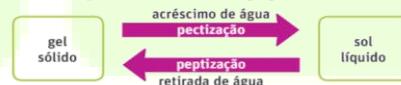
Exemplos do efeito Tyndall. Em (A), é possível observar o espalhamento de um feixe de luz vermelha em tubos de ensaio com dispersões coloidais. Em (B), observa-se o mesmo efeito com os raios solares atravessando as gotículas de água do ar.

Coloide **HIDROFÓBICO** ou **HIDRÓFOTO** = NÃO tem afinidade com a água

Coloide **HIDROFÍLICO** ou **HIDRÓFILO** = TEM afinidade com a água



A absorção de água por um coloide é um processo chamado **pectização**, enquanto a perda de água é denominada **peptização**.



**Solução**

- São dispersões em que as partículas têm até 1 nanômetro de diâmetro;
- Suas partículas não são visíveis;
- O soluto não pode ser separado por filtração ou centrifugação.

É mistura homogênea de duas ou mais substâncias.

**SOLUTE**  
Substance dissolving

**SOLVENT**  
Liquid the solute dissolves in

**SOLUTION**  
Solute dissolved in solvent



## 1.2 Tipos de Soluções

Existem soluções nos estados SÓLIDO, LÍQUIDO E GASOSO:



As ligas metálicas são soluções sólidas. O latão (Cu + Zn), por exemplo, é utilizado na fabricação de instrumentos musicais.



A água dos oceanos é uma solução líquida na qual encontramos vários sais dissolvidos, como o NaCl, MgCl<sub>2</sub> e MgSO<sub>4</sub>, além de vários gases, como, por exemplo, o oxigênio (O<sub>2</sub>).



O ar que envolve a Terra é uma solução gasosa formada, principalmente, pelos gases N<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>.

## 1.3 Solubilidade

É a propriedade que possui uma substância de poder dissolver-se noutra.

Uma substância polar tende a se dissolver num solvente polar. Uma substância apolar tende a se dissolver num solvente apolar.

O ponto de saturação é definido pelo coeficiente (ou grau) de solubilidade.

O coeficiente de solubilidade (CS) é uma medida da capacidade que um soluto possui de se dissolver numa quantidade-padrão de solvente, em determinadas condições de temperatura e pressão.

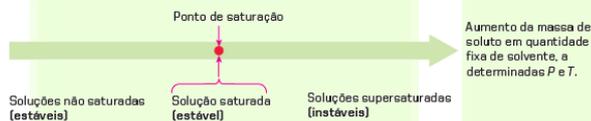
Por exemplo, o coeficiente de solubilidade em água, a 0 °C:

- para o NaCl é igual a 357 g/L;
- para o AgNO<sub>3</sub> vale 1.220 g/L;
- para o CaSO<sub>4</sub> é igual a 2 g/L.

Em função do ponto de saturação, classificamos as soluções em:

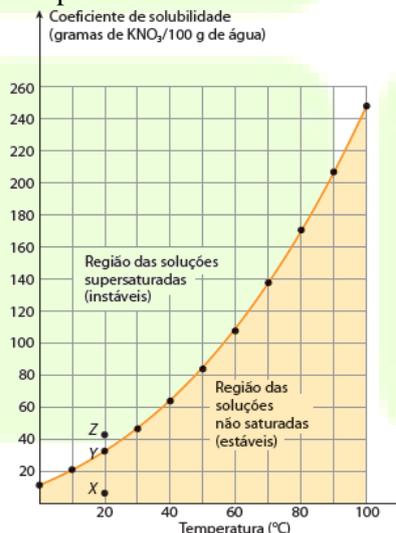
- não saturadas (ou insaturadas): contêm menos soluto que o estabelecido pelo coeficiente de solubilidade;
- saturadas: atingiram o coeficiente de solubilidade;
- supersaturadas: ultrapassaram o coeficiente de solubilidade.

Essa classificação pode ser representada esquematicamente do seguinte modo:



## Curvas de solubilidade

Curvas de solubilidade: São os gráficos que apresentam a variação dos coeficientes de solubilidade das substâncias em função da temperatura.



## 1.4 Unidades de concentração das soluções

### Concentração

É a relação da quantidade de soluto existente em uma quantidade-padrão de solução.

Essas quantidades podem ser dadas em massa (g, kg etc.), em volume (L, mL etc.) ou em mols.

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

$$\zeta_m = \frac{m_{\text{soluto}}}{m_{\text{solução}}}$$

$$\zeta_v = \frac{V_{\text{soluto}}}{V_{\text{solução}}}$$

$$\text{ppm} = \frac{1 \text{ parte de soluto}}{10^6 \text{ partes de solução}}$$

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

$$W = \frac{n_{\text{soluto}} (\text{mol})}{m_{\text{solvente}} (\text{kg})}$$

$$x_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2}$$

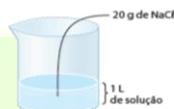
- índice 1, para as quantidades relativas ao soluto;
- índice 2, para as quantidades relativas ao solvente;
- sem índice, para as quantidades relativas à própria solução.

### 1ª Concentração em Massa ou Comum

Concentração é a quantidade, em gramas, de soluto existente em 1 litro de solução.

$$C = \frac{\text{Massa do soluto (gramas)}}{\text{Volume da solução (litros)}} \Rightarrow C = \frac{m_1}{V} \quad \text{OU} \quad C = \frac{m_{\text{soluto}}}{V_{\text{solução}}} \quad \text{Unidade: gramas por litro (g/L)}$$

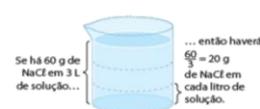
Havendo 20 g de NaCl em 1 litro de solução:



Neste caso, diremos que a concentração será:

$$C = \frac{20}{1} \text{ ou } C = 20 \text{ g/L}$$

Havendo 60 g de NaCl em 3 litros de solução:



A concentração, neste caso, será também:

$$C = \frac{60}{3} \text{ ou } C = 20 \text{ g/L}$$

### 2ª Título ou fração em massa ( $\zeta$ )

Título em massa de uma solução ( $\zeta$ ) é o quociente entre a massa do soluto e a massa total da solução (soluto + solvente).

Essa definição é representada matematicamente pelas fórmulas:

$$\zeta = \frac{m_1}{m}$$

$$\zeta = \frac{m_1}{m_1 + m_2}$$

em que:

$\zeta$  é o título em massa  
 $m_1$  é a massa do soluto  
 $m_2$  é a massa do solvente  
 $m$  é a massa total da solução

Porcentagem

$$\zeta_s = 100 \zeta \quad (0 < \zeta_s < 100\%)$$

- Não tem unidade (é um número puro);
- Varia entre zero e um ( $0 < \zeta < 1$ ).



0,1



### 2ª Título ou fração em volume ( $\zeta$ )

- As definições são idênticas às anteriores, apenas trocando-se as palavras massa por volume.
- Isso acontece, por exemplo, em soluções líquido-líquido e gás-gás.

### 3ª Partes por milhão (ppm)

É usada para soluções extremamente diluídas (quantidade de soluto muito pequena dissolvida em uma quantidade muito grande de solvente ou de solução).

A concentração em ppm indica quantas partes do soluto existem em um milhão de partes da solução (em volume ou em massa).

$$1 \text{ ppm} = \frac{1 \text{ parte de soluto}}{10^6 \text{ partes de solução}}$$

$$(m/m) \quad (V/V) \quad (m/v)$$

13 ppm

13 partes do soluto-----10<sup>6</sup> da solução

É ideal utilizar os dados sempre na mesma unidade de medida



| Relações entre massa (m/m)                     |   |   |
|--|---|---|
| 1 ppm = $\frac{1 \text{ g}}{1 \text{ t}}$      | 1 ppm = $\frac{1 \text{ mg}}{1 \text{ kg}}$   | 1 ppm = $\frac{1 \text{ } \mu\text{g}}{1 \text{ g}}$  |
| Relações entre massa e volume (m/V)            |   |   |
| 1 ppm = $\frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ L}}$   | 1 ppm = $\frac{1 \text{ mg}}{1 \text{ L}}$    | 1 ppm = $\frac{1 \text{ } \mu\text{g}}{1 \text{ mL}}$ |
| Relações entre volumes (V/V)                   |   |   |
| 1 ppm = $\frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ m}^3}$ | 1 ppm = $\frac{1 \text{ mL}}{1000 \text{ L}}$ | 1 ppm = $\frac{1 \text{ } \mu\text{L}}{1 \text{ L}}$  |

Exemplo: Quanto equivale, em ppm, 30g de soluto em 1500mg?

#### 4ª Molaridade ( $M$ )

Concentração em mols por litro ou molaridade ( $M$ ) da solução é a quantidade, em mols, do soluto existente em 1 litro de solução.

$$M = \frac{\text{Quantidade de soluto (mols)}}{\text{Volume da solução (litros)}} \Rightarrow M = \frac{n_1}{V} \quad \text{Unidade: mol por litro (mol/L)}$$

|  |  |
|--|--|
| <p>Havendo 0,5 mol de açúcar em 1 litro de solução:</p> <p>Neste caso, a molaridade será:<br/><math>M = \frac{0,5}{1}</math> ou <math>M = 0,5 \text{ mol/L}</math></p> | <p>Havendo 1,5 mol de açúcar em 3 litros de solução:</p> <p>Se há 1,5 mol em 3 L... então haverá <math>\frac{1,5}{3} = 0,5 \text{ mol}</math> em cada litro de solução.</p> <p>A molaridade, neste caso, será também:<br/><math>M = \frac{1,5}{3}</math> ou <math>M = 0,5 \text{ mol/L}</math></p> |
|--|--|

Como o número de mols do soluto ( $n_1$ ) é o quociente entre sua massa ( $m_1$ ) e sua massa molar ( $M_1$ ),

$$\text{temos: } n_1 = \frac{m_1}{M_1}$$

Substituindo esta última expressão na fórmula acima, temos:

$$M = \frac{m_1}{M_1 V} \quad \text{em que: } \begin{cases} M \text{ é a molaridade da solução (mol/L)} \\ m_1 \text{ é a massa do soluto (g)} \\ M_1 \text{ é a massa molar do soluto (g/mol)} \\ V \text{ é o volume da solução (L)} \end{cases}$$

Já vimos que:

• concentração:  $C = \frac{\text{Massa do soluto}}{\text{Volume da solução}}$  ou  $C = \frac{m_1}{V}$

• molaridade:  $M = \frac{\text{Quantidade de soluto (mols)}}{\text{Volume da solução (litros)}}$  ou  $M = \frac{n_1}{V} \Rightarrow M = \frac{m_1}{M_1 V}$

Dividindo C por M, temos:

$$\frac{C}{M} = \frac{\frac{m_1}{V}}{\frac{m_1}{M_1 V}} \Rightarrow \frac{C}{M} = M_1 \quad \text{ou} \quad C = M M_1$$

#### 5ª Molalidade (W)

$$W = \frac{n_{\text{soluto}} (\text{mol})}{m_{\text{solvente}} (\text{kg})}$$

A unidade de W é mol/kg, também conhecida como molal.

Exemplo:

Uma solução foi preparada misturando-se 2,0 mol (80 g) de NaOH e 1,0 kg (1.000 g ou 1,0 L) de água. Determine sua molalidade.

$$W = \frac{n_{\text{soluto}} (\text{mol})}{m_{\text{solvente}} (\text{kg})} = \frac{2,0 \text{ mol}}{1,0 \text{ kg}} = 2,0 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} = 2,0 \text{ molal}$$

#### 6ª Fração em mols ou fração molar (x)

Fração em mols ou fração molar do soluto, em uma solução, é o quociente entre a quantidade de mols do soluto e a quantidade total de mols na solução (soluto + solvente).

Matematicamente, essa definição é representada pela fórmula:

$$x_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2} \quad \text{em que: } \begin{cases} x_1 \text{ é a fração em mols do soluto} \\ n_1 \text{ é a quantidade em mols do soluto} \\ n_2 \text{ é a quantidade em mols do solvente} \end{cases}$$

Para o solvente, temos definição e fórmula análogas:

$$x_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2}$$

• A fração molar não tem unidade (é um número puro) e varia entre zero e um ( $0 < x < 1$ ).

• A soma das frações molares do soluto e do solvente é sempre igual a 1.

#### 1.5 Diluição de soluções



Diluição é o processo de acrescentar mais solvente a uma solução.

Num laboratório de Química não existem soluções de todas as concentrações possíveis e imagináveis. Geralmente são preparadas e armazenadas soluções de concentração elevada e, a partir delas, podem-se obter outras mais diluídas (isto é, menos concentradas) por meio da diluição.

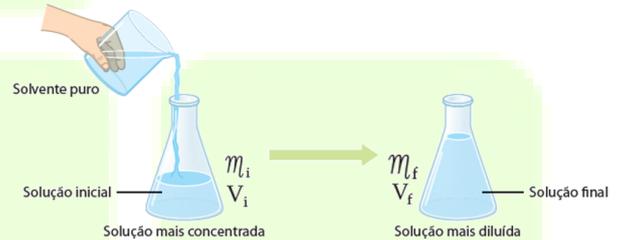


Os termos diluída e concentrada são usados em comparação entre soluções:

- ✓ a expressão **solução diluída** significa solução com concentração relativamente pequena de soluto;
- ✓ a expressão **solução concentrada** significa solução com concentração relativamente elevada de soluto.

$$M_i \cdot V_i = M_f \cdot V_f$$

$$C_i \cdot V_i = C_f \cdot V_f$$



Discente: \_\_\_\_\_

**QUESTÕES**

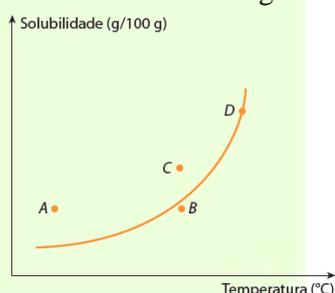
1- Quais as principais diferenças entre as dispersões: solução, coloide e suspensão?

2-No rótulo de um frasco de laboratório lê-se:



- Qual é o solvente e qual é o soluto?
- Qual é a massa de soluto em 500 cm<sup>3</sup> dessa solução?
- Que volume de solução, em mL, contém 15 g de soluto?

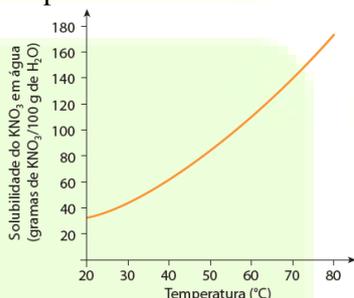
3- (UFRRJ) A curva do gráfico abaixo mostra a solubilidade de um certo soluto em água.



Responda às perguntas abaixo, justificando sua resposta.

- Qual ou quais dos pontos do gráfico representa(m) uma solução saturada homogênea?
- Indique em que pontos do gráfico existem soluções saturadas heterogêneas (com corpo de fundo).
- Através do conceito de solução insaturada, aponte no gráfico o(s) ponto(s) onde esta situação ocorre.

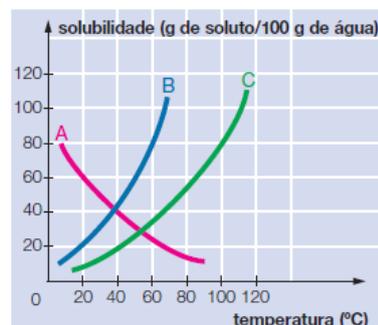
4 - (Unicamp-SP) Uma solução saturada de nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>) constituída, além do sal, por 100 g de água, está à temperatura de 70 °C. Essa solução é resfriada a 40 °C, ocorrendo precipitação de parte do sal dissolvido. Abaixo, o gráfico da solubilidade do nitrato de potássio em função da temperatura.



Calcule:

- a massa do sal que precipitou;
- a massa do sal que permaneceu em solução.

5- O gráfico representa as curvas de solubilidade das substâncias A, B e C:



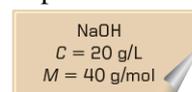
Com base no diagrama, responda:

- Qual das substâncias tem sua solubilidade diminuída com a elevação da temperatura?
- Qual a máxima quantidade de A que conseguimos dissolver em 100 g de H<sub>2</sub>O a 20 °C?
- Considerando apenas as substâncias B e C, qual delas é a mais solúvel em água?
- Considerando apenas as substâncias A e B, qual delas é a mais solúvel em água?
- Qual é a massa de C que satura 500 g de água a 100 °C? Indique a massa da solução obtida (massa do soluto + massa do solvente).
- Uma solução saturada de B com 100 g de água, preparada a 60 °C, é resfriada até 20 °C. Determine a massa de B que irá precipitar, formando o corpo de fundo a 20 °C.

6- Sabendo que o grau de solubilidade do dicromato de potássio em água é de 12, 5g K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>/100mLH<sub>2</sub>O a 20°C, classifique em relação a saturação cada uma das soluções formadas por 20mL de H<sub>2</sub>O com:

- 1,0g de K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>.
- 2,5g de K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>.
- 5,0g de K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>.
- 15,5g de K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> com corpo de fundo

7- Um frasco de 1,0 L apresenta o seguinte rótulo:



Se a massa do hidróxido de sódio dissolvida for 8,0 g, o volume dessa solução será:

- 8,0 L.
- 4,0 L.
- 200 mL.
- 400 mL.
- 800 mL.

8- Um certo remédio contém 30 g de um componente ativo X dissolvido num determinado volume de solvente, constituindo 150 mL de solução. Ao analisar o resultado do exame de laboratório de um paciente, o médico concluiu que o doente precisa de 3 g do componente ativo X por dia, divididos em três doses, ou



seja, de 8 em 8 horas. Que volume do medicamento deve ser ingerido pelo paciente a cada 8 horas para cumprir a determinação do médico?

- a) 50 mL   b) 100 mL   c) 5 mL   d) 10 mL   e) 12 mL

9- Após o preparo de um suco de fruta, verificou-se que 200 mL da solução obtida continham 58 mg de aspartame. Qual é a concentração de aspartame no suco preparado?

- a) 0,29 g/L   b) 2,9 g/L   c) 0,029 g/L  
d) 290 g/L   e) 0,58 g/L

10- (Fafeod-MG) Quantos gramas de  $H_2O$  são necessários, a fim de se preparar uma solução, a 20% em "peso", usando 80 g do soluto?

- a) 400   b) 500   c) 180   d) 320   e) 480

11- Calcule a massa, em gramas, do solvente contido em uma bisnaga de xilocaína a 2% e massa total 250 g.

12- Qual o título de uma solução com 0,2 gramas de soluto em 1,8 gramas de solvente?

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

13- O etanol possui concentração em volume por volume de 93,3%. Calcule o volume em mililitros de água existente em 10 L desse álcool.

14- (UNIFESP) A contaminação de águas e solos por metais pesados tem recebido grande atenção dos ambientalistas, devido à toxicidade desses metais ao meio aquático, às plantas, aos animais e à vida humana. Dentre os metais pesados há o chumbo, que é um elemento relativamente abundante na crosta terrestre, tendo uma concentração ao redor de 20 ppm (partes por milhão). Uma amostra de 100 g da crosta terrestre contém um valor médio, em mg de chumbo, igual a

- a) 20.   b) 10.   c) 5.   d) 2.   e) 1.

15- (Fatec-SP) No rótulo de uma garrafa de água mineral lê-se, entre outras informações:

**Conteúdo: 1,5 litro;  
Nitrato de sódio: 6,0 ppm.**

Considere que 1 ppm equivale a 1 mg de soluto por litro de solução aquosa. A massa de nitrato de sódio ingerida por uma pessoa que bebe um copo 300 mL dessa água é?

- a) 0,003g   b) 0,0018g   c) 9,0g  
d) 6,0mg   e) 1,2mg

16- Considere que o ar contém 1,0% em volume do gás nobre argônio. Transforme essa porcentagem em ppm em volume.

17- (UFSCar-SP) Soro fisiológico contém 0,900 g de NaCl (massa molar = 58,5 g/mol), em 100 mL de solução aquosa. Qual é a concentração do soro fisiológico, expressa em mol/L?

- a) 0,009   b) 0,015   c) 0,100   d) 0,154   e) 0,900

18- Qual é a molaridade de uma solução de ácido clorídrico que apresenta concentração igual a 146 g/L? (Massas atômicas: H = 1; CL = 35,5.).

19- Uma solução de brometo de cálcio ( $CaBr_2$ ) a 10 g/L apresenta uma concentração, em mol/L, igual a:

- a) 0,08.   b) 0,02.   c) 0,05.   d) 0,2.   e) 0,5.

**Dados: massas molares Ca= 40 e Br=80)**

20- Calcule a massa de hidróxido de sódio necessária para preparar meio litro de solução 0,2 molar (massas atômicas: H = 1; O = 16; Na = 23).

21- Considere o texto:

**"Uma solução 2,0 mol/L, ou 2,0 M, de NaOH apresenta \_\_\_\_\_ mol de soluto para cada litro de solução. Assim, em 10 L dessa solução encontramos \_\_\_\_\_ mol de soluto."**

Identifique as quantidades que preenchem corretamente as lacunas.

22- Qual é a molalidade de uma solução que contém 34,2g de sacarose,  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , dissolvidos em 200g de água?

(Dados: C = 12; H = 1; O = 16)

- a) 0,1 molal.   b) 0,005 molal.   c) 0,5 molal.  
d) 1,2 molal.   e) 0,0005 molal.

23- Uma solução foi preparada misturando-se 2,0 mol de NaOH e 123 g de água. Determine sua molalidade.

24- (UFF-RJ) Uma solução contém 18,0 g de glicose ( $C_6H_{12}O_6$  - massa molar = 180g/mol), 24,0 g de ácido acético ( $C_2H_4O_2$  - massa molar = 60g/mol) e 81,0 g de água ( $H_2O$ - massa molar = 18g/mol). Qual a fração molar de ácido acético na solução?

- a) 0,04   b) 0,08   c) 0,40   d) 0,80   e) 1,00

25- (FUERN) Uma solução preparada tomando-se 1 mol de glicose ( $C_6H_{12}O_6$ ) e 99 mol de água ( $H_2O$ ) apresenta frações molares de soluto e solvente, respectivamente, iguais a:

- a) 0,18 e 0,82.   b) 0,82 e 0,18.   c) 0,90 e 0,10.  
d) 0,10 e 0,90.   e) 0,01 e 0,99.

26- Uma solução preparada com 0,3 mol de cloreto de sódio (NaCl) e 1,7 mol de água ( $H_2O$ ) apresenta quais frações molares de soluto e solvente

27- Diluindo-se 100 mL de solução de cloreto de sódio de concentração igual a 15 g/L ao volume final de 150 mL, qual será a nova concentração?

28- Diluindo-se 200 mL de solução 5 molar de ácido sulfúrico a 250 mL, qual será a molaridade final?

29- Que volume de água se deve adicionar a 250 mL de solução com 2 mol/L de hidróxido de sódio, a fim de obter uma solução final com molaridade igual a 0,5 mol/L?

#### Gabarito das Questões objetivas

- 7- D; 8-C; 9-A; 10-D; 12-A;14-D; 15-B;17-D; 19-C; 22-C; 24-B; 25-E.

**Bons estudos!**

