

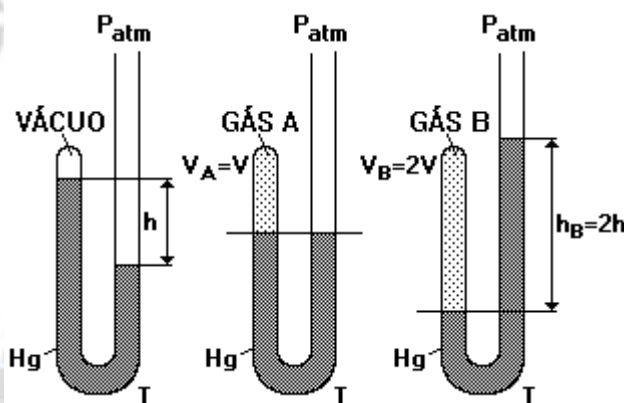
**EXERCÍCIOS SOBRE EQUAÇÃO DE ESTADO DE UM GÁS (CLAPEYRON) E CONSEQUÊNCIAS**

**01.** (FAAP) Numa embalagem plástica de volume 2 litros, que pode suportar uma pressão interna de até 5 atm, foi embalado a vácuo um sólido que ocupa o espaço de 1 litro. Devido a um erro de processamento, o produto sólido sofreu fermentação que liberou 11 g de CO<sub>2</sub> na temperatura de 27 °C. Observa-se que:

Dados: C = 12; O = 16; R = 0,082 atm.L/mol.K.

- a) não haverá ruptura da embalagem.
- b) haverá ruptura da embalagem.
- c) o CO<sub>2</sub> liberado não irá alterar a pressão interna na embalagem.
- d) o rompimento só ocorreria se a temperatura fosse elevada acima de 127 °C.
- e) o rompimento não ocorreria, mesmo que a temperatura fosse elevada acima de 127 °C.

**02.** (FEI) Assinale a alternativa correta que relacione o número de mol do gás (n<sub>A</sub>) com o número de mol do gás (n<sub>B</sub>), utilizando o esquema a seguir, onde se encontram representadas as condições de volume, pressão e temperatura:



P<sub>atm</sub> - pressão atmosférica (mmHg)

h - altura (desnível) (mm)

T - temperatura (K)

V - volume (L)

- a) n<sub>B</sub> = n<sub>A</sub>
- b) n<sub>B</sub> = 2 n<sub>A</sub>
- c) n<sub>B</sub> = 4 n<sub>A</sub>
- d) n<sub>B</sub> = 5 n<sub>A</sub>
- e) n<sub>B</sub> = 6 n<sub>A</sub>

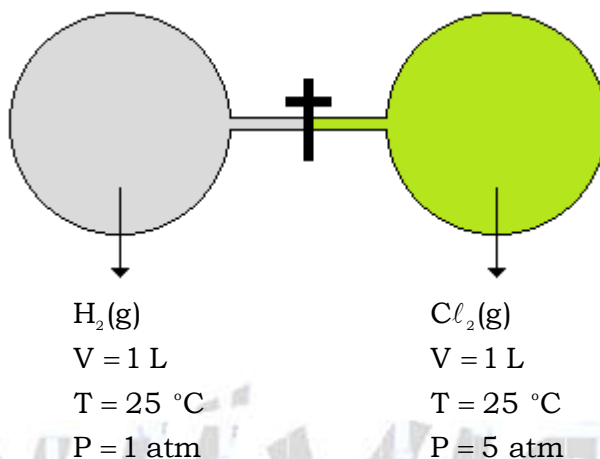
**03.** (FUVEST) Na respiração humana o ar inspirado e o ar expirado têm composições diferentes. A tabela a seguir apresenta as pressões parciais, em mmHg, dos gases da respiração em determinado local.

Gás	Ar inspirado	Ar expirado
oxigênio	157,9	115,0
dióxido de carbono	0,2	X
nitrogênio	590,2	560,1
argônio	7,0	6,6
vapor d'água	4,7	46,6

Qual é o valor de x, em mmHg?

- a) 12,4.
- b) 31,7.
- c) 48,2.
- d) 56,5.
- e) 71,3.

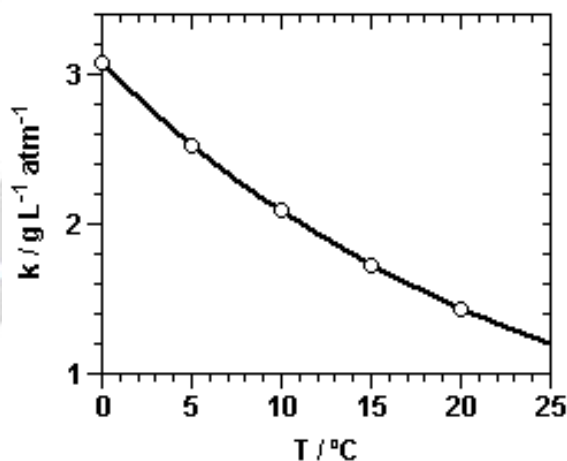
04. (FUVEST)  $H_2(g)$  e  $Cl_2(g)$  estão contidos em balões interligados por meio de um tubo com torneira, nas condições indicadas no desenho. Ao se abrir a torneira, os gases se misturam e a reação entre eles é iniciada por exposição à luz difusa. Forma-se então  $HCl(g)$ , em uma reação completa até desaparecer totalmente, pelo menos um dos reagentes.



Quanto vale a razão entre as quantidades, em mols, de  $Cl_2(g)$  e de  $HCl(g)$ , após o término da reação?

- a) 1      b) 2      c) 3      d) 4      e) 6

05. (FUVEST) A efervescência observada, ao se abrir uma garrafa de champanhe, deve-se à rápida liberação, na forma de bolhas, do gás carbônico dissolvido no líquido. Nesse líquido, a concentração de gás carbônico é proporcional à pressão parcial desse gás, aprisionado entre o líquido e a rolha. Para um champanhe de determinada marca, a constante de proporcionalidade ( $k$ ) varia com a temperatura, conforme mostrado no gráfico.



Uma garrafa desse champanhe, resfriada a  $12 \text{ }^\circ\text{C}$ , foi aberta à pressão ambiente e  $0,10 \text{ L}$  de seu conteúdo foram despejados em um copo. Nessa temperatura,  $20 \%$  do gás dissolvido escapou sob a forma de bolhas. O número de bolhas liberadas, no copo, será da ordem de:

- a)  $10^2$ .      b)  $10^4$ .      c)  $10^5$ .      d)  $10^6$ .      e)  $10^8$ .

Dados:

Gás carbônico:

Pressão parcial na garrafa de champanhe fechada, a  $12 \text{ }^\circ\text{C}$ :  $6 \text{ atm}$ .

Massa molar:  $44 \text{ g/mol}$ .

Volume molar a  $12 \text{ }^\circ\text{C}$  e pressão ambiente:  $24 \text{ L/mol}$ .

Volume da bolha a  $12 \text{ }^\circ\text{C}$  e pressão ambiente:  $6,0 \times 10^{-8} \text{ L}$ .

**06.** (ITA) Três recipientes iguais de 4 litros de capacidade, chamados de 1, 2 e 3, mantidos na mesma temperatura, contêm 180 mL de água. A cada um destes recipientes se junta, respectivamente, 0,10 mol e cada uma das seguintes substâncias: óxido de cálcio, cálcio metálico e hidreto de cálcio. Após a introdução do respectivo sólido, cada frasco é bem fechado. Atingindo o equilíbrio e descartada a hipótese de ocorrência de explosão, a pressão final dentro de cada recipiente pode ser colocada na seguinte ordem:

- a)  $p_1 = p_2 = p_3$ .
- b)  $p_1 < p_2 < p_3$ .
- c)  $p_1 < p_2 \quad p_3$ .
- d)  $p_1 \approx p_2 < p_3$ .
- e)  $p_1 > p_2 \approx p_3$ .

**07.** (ITA) Considere um recipiente de paredes reforçadas (volume fixo) provido de torneira, manômetro e de um dispositivo para a produção de faíscas análogo à "vela de ignição" em motores de automóveis. No fundo do recipiente também é colocado um dessecante granulado (p. ex. sílica gel). Neste recipiente, previamente evacuado, se introduz uma mistura de hidrogênio e nitrogênio gasosos até que a pressão dentro dele atinja o valor de 0,70 atm, a temperatura sendo mantida em 20 °C.

O problema é descobrir a proporção de  $H_2$  e  $N_2$  nesta mistura inicial. Para isso se junta excesso de  $O_2$  à mistura, já no recipiente, até que a pressão passe ao valor de 1,00 atm. Em seguida se faz saltar uma faísca através da mistura. Assim, a temperatura e a pressão sobem transitariamente. Deixando a mistura voltar à temperatura de 20 °C, notando que o manômetro acusa uma pressão de 0,85 atm. (Lembrar que a água formada é absorvida pelo dessecante, não exercendo pressão parcial significativa).

Das informações anteriores podemos concluir que a fração molar do hidrogênio na mistura inicial de  $H_2$  e  $N_2$  era igual a:

- a) 0,07.      b) 0,11.      c) 0,14.      d) 0,70.      e) 1,00.

**08.** (ITA) A 25°C, uma mistura de metano e propano ocupa um volume (V), sob uma pressão total de 0,080 atm. Quando é realizada a combustão completa desta mistura e apenas dióxido de carbono é coletado, verifica-se que a pressão desse gás é de 0,12 atm, quando este ocupa o mesmo volume (V) e está sob a mesma temperatura da mistura original. Admitindo que os gases têm comportamento ideal, assinale a opção que contém o valor CORRETO da concentração, em fração em mols, do gás metano na mistura original.

- a) 0,01      b) 0,25      c) 0,50      d) 0,75      e) 1,00

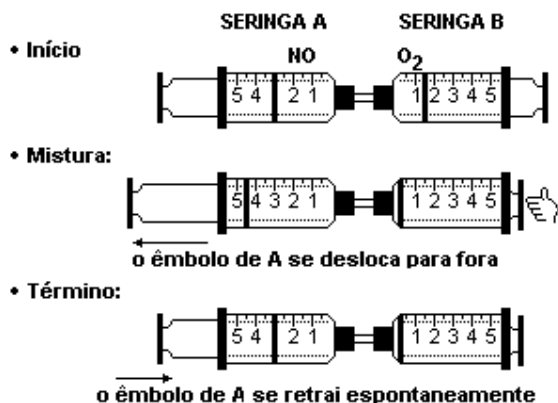
**09.** (ITA) Um recipiente fechado, mantido a volume e temperatura constantes, contém a espécie química X no estado gasoso a pressão inicial  $P_0$ . Esta espécie decompõe-se em Y e Z de acordo com a seguinte equação química:  $X(g) \rightarrow 2Y(g) + \frac{1}{2}Z(g)$ .

Admita que X, Y e Z tenham comportamento de gases ideais. Assinale a opção que apresenta a expressão CORRETA da pressão (P) no interior do recipiente em função do andamento da reação, em termos da fração  $\alpha$  de moléculas de X que reagiram.

- a)  $P = [1 + (1/2) \alpha] P_0$
- b)  $P = [1 + (2/2) \alpha] P_0$
- c)  $P = [1 + (3/2) \alpha] P_0$
- d)  $P = [1 + (4/2) \alpha] P_0$
- e)  $P = [1 + (5/2) \alpha] P_0$

**10.** (FUVEST) A figura a seguir representa três etapas de uma experiência em que ocorre reação química entre dois gases incolores ( $NO$  e  $O_2$ ), à mesma temperatura e pressão e contidos em seringas separadas. Após a mistura, houve consumo total dos reagentes com formação de um produto gasoso marrom, nas mesmas condições de pressão e temperatura dos reagentes.

Se a reação química que ocorreu for representada por:  $m\text{NO} + n\text{O}_2 \longrightarrow p\text{N}_x\text{O}_y$ ; os coeficientes estequiométricos, m, n e p deverão ser, respectivamente,

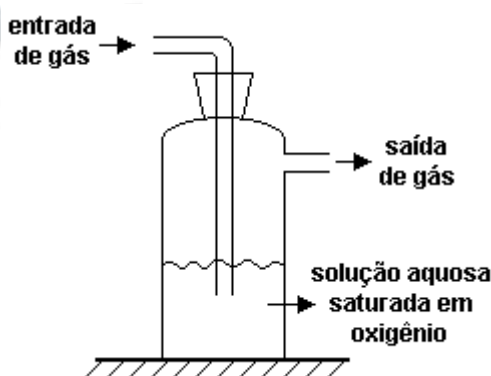


- a) 2, 1, 1
- b) 4, 1, 2
- c) 1, 2, 1
- d) 4, 3, 2
- e) 2, 1, 2

11. (FUVEST) Uma equipe tenta resgatar um barco naufragado que está a 90 m de profundidade. O porão do barco tem tamanho suficiente para que um balão seja inflado dentro dele, expulse parte da água e permita que o barco seja içado até uma profundidade de 10 m. O balão dispõe de uma válvula que libera o ar, à medida que o barco sobe, para manter seu volume inalterado. No início da operação, a 90 m de profundidade, são injetados 20.000 mols de ar no balão. Ao alcançar a profundidade de 10 m, a porcentagem do ar injetado que ainda permanece no balão é: (Pressão na superfície do mar = 1 atm; No mar, a pressão da água aumenta de 1 atm a cada 10 m de profundidade. A pressão do ar no balão é sempre igual à pressão externa da água.)

- a) 20 %      b) 30 %      c) 50 %      d) 80 %      e) 90 %

12. (ITA) O frasco mostrado na figura a seguir contém uma solução aquosa saturada em oxigênio, em contato com ar atmosférico, sob pressão de 1 atm e temperatura de 25 °C.



Quando gás é borbulhado através desta solução, sendo a pressão de entrada do gás maior do que a pressão de saída, de tal forma que a pressão do gás em contato com a solução possa ser considerada constante e igual a 1 atm, é ERRADO afirmar que a concentração de oxigênio dissolvido na solução

- a) permanece inalterada, quando o gás borbulhado, sob temperatura de 25 °C, é ar atmosférico.
- b) permanece inalterada, quando o gás borbulhado, sob temperatura de 25 °C é nitrogênio gasoso.
- c) aumenta, quando o gás borbulhado, sob temperatura de 15 °C, é ar atmosférico.
- d) aumenta, quando o gás borbulhado, sob temperatura de 25 °C, é oxigênio praticamente puro.
- e) permanece inalterada, quando o gás borbulhado, sob temperatura de 25 °C, é uma mistura de argônio e oxigênio, sendo a concentração de oxigênio nesta mistura igual à existente no ar atmosférico.

13. (ITA) Uma mistura de 300 mL de metano e 700 mL de cloro foi aquecida no interior de um cilindro provido de um pistão móvel sem atrito, resultando na formação de tetracloreto de carbono e cloreto de hidrogênio. Considere todas as substâncias no estado gasoso e temperatura constante durante a reação. Assinale a opção que apresenta os volumes CORRETOS, medidos nas mesmas condições de temperatura e pressão, das substâncias presentes no cilindro após reação completa.

	Volume metano (mL)	Volume cloro (mL)	Volume tetracloreto de carbono (mL)	Volume cloreto de hidrogênio (mL)
a)	0	0	300	700
b)	0	100	300	600
c)	0	400	300	300
d)	125	0	175	700
e)	175	0	125	700

14. (UFG) A tabela a seguir contém as temperaturas críticas para algumas substâncias.

Substância	Temperatura crítica (K)
Nitrogênio	126
Argônio	150
Oxigênio	155
Metano	190
Kriptônio	209

Dessas substâncias, a que pode mudar de estado físico, por compressão, na temperatura de  $-75^{\circ}\text{C}$ , é o:

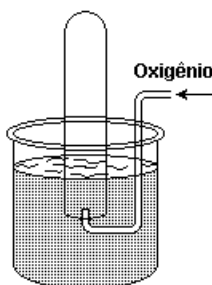
- a)  $\text{N}_2$     b)  $\text{O}_2$     c) Ar    d) Kr    e)  $\text{CH}_4$

15. (UNIFESP) Um recipiente de 10 L, contendo 2,0 mol de  $\text{H}_2$  e 1,0 mol de  $\text{Cl}_2$ , é aquecido e mantido a  $105^{\circ}\text{C}$ . A pressão no interior do recipiente, antes da reação, nestas condições, é 9,3 atm. Após alguns dias, o  $\text{H}_2$  (g) e o  $\text{Cl}_2$  (g), reagem completamente formando  $\text{HCl}$ (g).

Após reação total, a quantidade total de gases no recipiente a pressão parcial do  $\text{HCl}$  no interior do recipiente, à temperatura de  $105^{\circ}\text{C}$ , devem ser, respectivamente,

- a) 1,0 mol e 3,1 atm.  
 b) 2,0 mol e 6,2 atm.  
 c) 3,0 mol e 6,2 atm.  
 d) 3,0 mol e 9,3 atm.  
 e) 5,0 mol e 6,2 atm.

16. (UNIFESP) A figura representa um experimento de coleta de 0,16 g de gás oxigênio em um tubo de ensaio inicialmente preenchido com água destilada a  $27^{\circ}\text{C}$ .

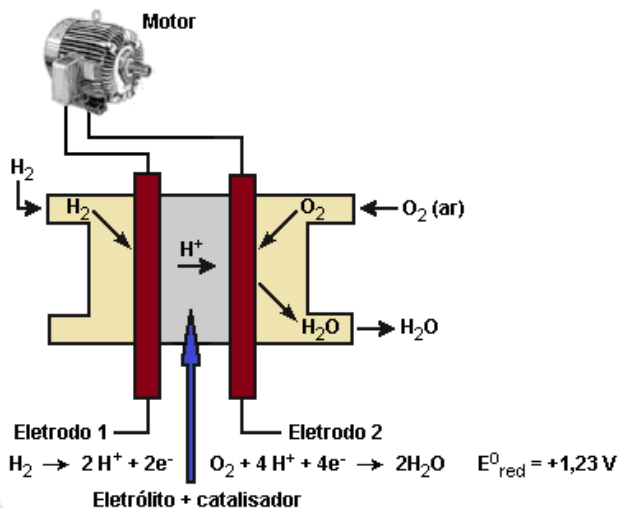


Quando o nível da água dentro do tubo de ensaio é o mesmo que o nível de fora, a pressão no interior do tubo é de 0,86 atm. Dadas a pressão de vapor ( $\text{H}_2\text{O}$ ) a  $27^{\circ}\text{C} = 0,040$  atm e  $R = 0,082$  atm.L.K<sup>-1</sup>.mol<sup>-1</sup>, o volume de gás, em mL, dentro do tubo de ensaio é igual a

- a) 30.    b) 140.    c) 150.    d) 280.    e) 300.



17. (UFRJ) Na busca por combustíveis mais "limpos", o hidrogênio tem-se mostrado uma alternativa muito promissora, pois sua utilização não gera emissões poluentes. O esquema a seguir mostra a utilização do hidrogênio em uma pilha eletroquímica, fornecendo energia elétrica a um motor.



Um protótipo de carro movido a hidrogênio foi submetido a um teste em uma pista de provas. Sabe-se que o protótipo tem um tanque de combustível ( $\text{H}_2$ ) com capacidade igual a 164 litros e percorre 22 metros para cada mol de H, consumido. No início do teste, a pressão no tanque era de 600 atm e a temperatura, igual a 300 K.

Sabendo que, no final do teste, a pressão no tanque era de 150 atm e a temperatura, igual a 300 K, calcule a distância, em km, percorrida pelo protótipo.

18. (PUCRIO)

a) Um reator foi projetado para operar em temperatura de 127 °C e suportar altas pressões gasosas. Por questões de segurança, foi instalada uma válvula de alívio, que abre quando a pressão ultrapassa 10 atm. Calcule o volume deste reator sabendo que o mesmo tem capacidade para conter 5mols de nitrogênio nestas condições.

b) Uma amostra de gás, a 327 °C e 120 atm de pressão, ocupa um recipiente de 10 L. Qual a variação de temperatura que se deve efetuar para que a pressão seja de 20 atm quando se transferir este gás para um recipiente de 40 L?

19. (ITA) Uma garrafa de refrigerante, com capacidade de 2,0 litros, contém 1,0 litro de uma solução aquosa 0,30 molar (0,30 mol de  $\text{HCl}$  em cada litro de solução) de  $\text{HCl}$  e é mantida na temperatura de 25°C. Introduzindo um pedaço de zinco metálico nesta garrafa e fechando a tampa, a pressão no interior da garrafa irá aumentar gradualmente. A questão é calcular a massa (em gramas) de zinco a ser introduzida para que a pressão aumente de 1,0 para 2,0 atm, a temperatura sendo mantida em 25°C. Escreva a equação química balanceada da reação envolvida e indique os cálculos realizados. Para os cálculos, despreze tanto a pressão do vapor da solução quando a solubilidade do gás formado.

Massas atômicas: Zn = 65,37; H = 1,01; Cl = 35,45.

20. (UNICAMP) Em um recipiente aberto à atmosfera com capacidade volumétrica igual a 2,24 litros, nas condições normais de temperatura e, pressão, colocou-se uma massa de 0,36 g de grafite. Fechou-se o recipiente e, com o auxílio de uma lente, focalizando a luz solar sobre o grafite, iniciou-se sua reação com o oxigênio presente produzindo apenas gás carbônico. Assuma que todo o oxigênio presente tenha sido consumido na reação.

a) Escreva a equação química da reação.

b) Qual é a quantidade de gás carbônico formado, em mol?

c) Qual será a pressão dentro do recipiente quando o sistema for resfriado até a temperatura inicial? Justifique.

**21.** (UNESP) Uma mistura de 4,00 g de H<sub>2</sub> gasoso com uma quantidade desconhecida de He gasoso é mantida nas condições normais de pressão e temperatura.

Se uma massa de 10,0 g de H<sub>2</sub> gasoso for adicionada à mistura, mantendo-se as condições de pressão e temperatura constantes, o volume dobra.

Calcule a massa de He gasoso presente na mistura.

Massas atômicas: H = 1; He = 4.

Constante universal dos gases = 0,0821 L.atm/mol.K.

Volume ocupado por um mol de gás nas condições normais de pressão e temperatura = 22,41 litros.

**22.** (FUVEST) Uma balança de dois pratos, tendo em cada prato um frasco aberto ao ar, foi equilibrada nas condições ambientes de pressão e temperatura. Em seguida, o ar atmosférico de um dos frascos foi substituído, totalmente, por outro gás. Com isso, a balança se desequilibrou, pendendo para o lado em que foi feita a substituição.

a) Dê a equação da densidade de um gás (ou mistura gasosa), em função de sua massa molar (ou massa molar média).

b) Dentre os gases da tabela, quais os que, não sendo tóxicos nem irritantes, podem substituir o ar atmosférico para que ocorra o que foi descrito? Justifique.

Gás	H <sub>2</sub>	He	NH <sub>3</sub>	CO	ar	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
M / g.mol <sup>-1</sup>	2	4	17	28	29	32	44	46	64

Equação dos gases ideais: PV = nRT.

P = pressão.

V = volume.

n = quantidade de gás.

R = constante dos gases.

T = temperatura.

M = massa molar (ou massa molar média).

## **RESPOSTAS**

**01. B    02. E**

**03. B    04. B**

**05. D    06. B**

**07. C    08. D**

**09. C    10. E**

**11. A    12. B**

**13. D    14. D**

**15. C    16. C**

**17.** Distância = 66 km.

**18.** a) 16,4 L.

b) A variação de temperatura deve ser de 200 K (ou 200 °C).

**19.** Equação química da reação:  $\text{Zn(s)} + 2\text{HCl(aq)} \longrightarrow \text{ZnCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$ .

Massa de Zinco = 2,68 g

**20.** a)  $\text{C}(\text{grafite}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g})$ .

b) 0,02 mol de  $\text{CO}_2$ .

c) No final do processo, temos 0,1 mol de gases (0,08 mol de  $\text{N}_2$  e 0,02 mol de  $\text{CO}_2$ ), portanto, a quantidade de mol permanece a mesma e a pressão é igual a 1 atm (CNTP).

**21.**  $m = 12 \text{ g}$ .

**22.** a) Sabemos que:

$$P \times V = n \times R \times T$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$P \times V = \frac{m}{M} \times R \times T$$

$$\frac{P \times M}{R \times T} = \frac{m}{M}$$

$$d = \frac{m}{M}$$

$$d = \frac{P \times M}{R \times T}$$

b) O ar pode ser substituído pelos gases  $\text{O}_2$  e  $\text{CO}_2$  que são mais densos e não são tóxicos. Assim a balança desequilibra pendendo para o lado em que foi feita a substituição.