

## Avaliação da Prova de Química - Segunda Fase

*Alexandra  
Epoglou*

A prova inteira aborda o uso da química em aplicações reais e próximas ao candidato. Espera-se que o conhecimento de química não seja desvinculado da realidade, mas útil na vida do ser humano e para o exercício de sua cidadania. Nesse contexto são tratados temas como a chuva ácida, obtenção de materiais, transformação de energia, entre outros.

A prova consegue avaliar temas importantes do conteúdo programático proposto para o ensino médio, uma vez que as questões são abrangentes e bem distribuídas. Não são exigidas do candidato extensas memorizações, mas sim a compreensão dos fenômenos, bem como a aplicação dos conhecimentos adquiridos a situações novas. As questões são, em geral, claras e objetivas, além de fornecerem apenas os dados necessários, não provocando confusões.

- 1) Questão clara e objetiva. Para respondê-la, o candidato precisaria apenas ter conhecimento sobre transformação química. Embora a questão não privilegie a quantidade de conhecimento retido pelo candidato, ela pretende investigar qual o nível de compreensão sobre o assunto tratado. Não se trata de uma questão difícil; é necessário, no entanto, que o candidato saiba manipular as informações recebidas, o que a torna bem apropriada. Segundo a taxionomia de Bloom, exige conhecimento, compreensão e aplicação.
- 2) Esta questão poderia ter sido bem mais clara se o esquema da refinação eletrolítica não apresentasse os “traços” que estão presentes na solução aquosa de sulfato de cobre, uma vez que pode ter induzido alguns candidatos a entenderem esses “traços” como sendo provenientes de cargas negativas. Requer do candidato um conhecimento um pouco mais elaborado sobre transformação química (envolvimento de energia elétrica). Além disso, exige a compreensão do fenômeno, bem como a manipulação eficiente das informações recebidas. Apesar da falta de clareza exposta no início, não se trata de uma questão complicada, do ponto de vista conceitual. A questão exige conhecimento e compreensão.
- 3) Questão clara e objetiva, além de apresentar uma abordagem bem interessante. Exige do candidato a compreensão de conceitos importantes. Requer o conhecimento de transformação química, de estequiometria e de energia envolvida na quebra e formação de ligações. A beleza desta questão se encontra na abordagem diferenciada do conceito de energia de ligação. Não foram exigidos cálculos desnecessários, e sim conhecimento, compreensão e aplicação, uma vez que o candidato precisa “transportar” aquele conhecimento adquirido para a solução de um problema que normalmente não é tratado em livros tradicionais.
- 4) Esta questão exige o conhecimento de nomenclatura de compostos orgânicos, bem como de reações. Para que ela tivesse uma maior clareza, deveriam ter sido fornecidas as informações sobre as reações de alcenos e de éteres relacionadas ao descoloramento da solução de bromo. A questão exige conhecimento, compreensão, aplicação e avaliação.
- 5) Exige conhecimento, compreensão, aplicação e avaliação. O candidato precisa conhecer o conceito de equilíbrio químico. A questão é bastante completa, uma vez que possibilita verificar se o candidato tem, “realmente”, o conceito de equilíbrio químico.
- 6) Esta questão exige conhecimento, compreensão, aplicação e avaliação. O candidato deve ter o conhecimento da relação entre potenciais de redução e ocorrência de transformações. A questão é bastante completa, possibilitando a verificação do nível de compreensão do fenômeno, além de exigir do candidato a habilidade de comparação e de julgamento. Não se trata de uma questão difícil, no entanto é necessário um conhecimento mais específico.

*é bacharel em Química  
pelo Instituto de  
Química da  
Universidade de São  
Paulo (1998).  
Escola Estadual Luiz  
Pereira Sobrinho e  
Escola Estadual Toufic  
Joulian (1999).*

- 7) Esta questão exige a compreensão de vários conceitos, que muitas vezes não são tratados conjuntamente. Desta forma, ela apresenta um nível de dificuldade superior ao constante nos livros didáticos. Diferentemente das questões anteriores, ela exige uma maior memorização, no entanto, não vem comprometer a qualidade, uma vez que o candidato pode manipular as informações eficientemente. É uma questão completa para a verificação de conceitos relacionados à radioatividade. Exige conhecimento, compreensão, aplicação.
- 8 e 9) Exigem vários conceitos importantes. Devem servir para verificar, de maneira interligada, várias idéias relativas a soluções. Estas duas questões não são mais difíceis que as presentes em livros didáticos, mas é necessário que o candidato saiba fazer as relações pertinentes entre diferentes temas, pois, geralmente, esses conceitos são tratados independentemente nos livros didáticos. As questões exigem conhecimento, compreensão, aplicação e avaliação.
- 10) Exige conhecimentos de reações e de estequiometria. Possibilita a verificação do conhecimento, da compreensão e da aplicação. O candidato deve conhecer os conceitos gerais de reações de hidrogenação e polimerização por condensação.

Conforme podemos notar, em quase todas as questões acima há um maior grau de dificuldade, se as compararmos às questões encontradas nos livros didáticos tradicionais. Isso se deve ao fato de que a abordagem da maioria desses livros está centralizada na quantidade e, sobretudo, na memorização de informações, ao invés da interligação e fundamentação dos conceitos.

Considerando esta prova, o candidato que não tiver a “maturidade” dos conceitos sentirá dificuldade em sua resolução, pois as questões solicitam a manipulação de informações, privilegiando o raciocínio em detrimento da memorização.

Dessa forma, os professores do ensino médio precisam direcionar o aprendizado dos alunos no sentido da compreensão dos fenômenos e **não** da memorização, como acontece freqüentemente. Além disso, é necessário desenvolver habilidades (construir gráficos, analisar tabelas etc.) e competências (selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas para enfrentar situações-problema).

Portanto, as estratégias pedagógico-didáticas que proporcionam aos alunos subsídios para este tipo de exame são aquelas que desenvolvem o raciocínio e fundamentam conceitos (construção), além de viabilizar visões mais abrangentes (e interligadas) do conhecimento químico (compreensão da natureza desse conhecimento, do seu processo de elaboração e de sua aplicação na sociedade).

Magnésio e seus compostos podem ser produzidos a partir da água do mar, como mostra o esquema a seguir:



Questão 01

- Identifique X, Y e Z, dando suas respectivas fórmulas.
- Escreva a equação que representa a formação do composto X a partir do  $Mg(OH)_2(s)$ . Esta equação é de uma reação de oxirredução? Justifique.

RESPOSTA

- $X = MgCO_3$  [ ou  $Mg(HCO_3)_2$  ]  
 $Y = MgO$   
 $Z = Cl_2$
- $Mg(OH)_2 + CO_2 \rightarrow MgCO_3 + H_2O$   
 ou  
 $[Mg(OH)_2 + 2CO_2 \rightarrow Mg(HCO_3)_2]$

Não é reação de oxirredução pois não há variação dos números de oxidação dos elementos.

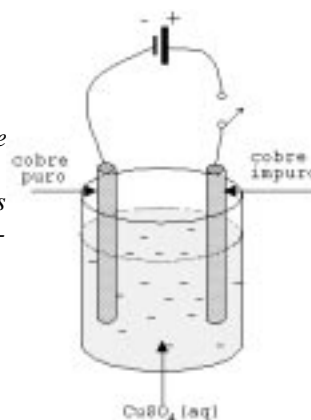
		IA (x 100)	
		C	M
H	-	-	-
B	43	54	
E	41	59	
TODOS	42	56	

		ID	
		C	M
H	-	-	-
B	0,70	0,69	
E	0,61	0,50	
TODOS	0,68	0,62	

As etapas finais de obtenção do cobre a partir da calcosita,  $Cu_2S$ , são, seqüencialmente:

- ustulação (aquecimento ao ar).
- refinação eletrolítica (esquema abaixo).

- Escreva a equação da ustulação da calcosita.
- Descreva o processo da refinação eletrolítica, mostrando o que ocorre em cada um dos pólos ao se fechar o circuito.
- Indique, no esquema dado, o sentido do movimento dos elétrons no circuito e o sentido do movimento dos íons na solução, durante o processo de eletrólise.

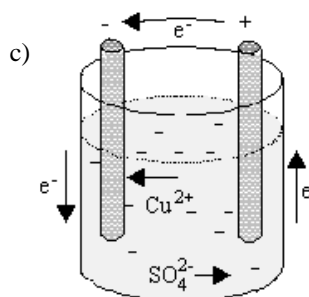


Questão 02

RESPOSTA

- $Cu_2S + O_2 \rightarrow 2Cu + SO_2$
- Catodo (pólo negativo) :  $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu^0(puro)$   
 Anodo (pólo positivo) :  $Cu^0(impuro) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^-$   
 $Cu^0(impuro) \rightarrow Cu^0(puro)$

No processo de refinação eletrolítica, o cobre, inicialmente impuro, passa para a solução e o  $Cu^{2+}$  da solução se deposita no pólo negativo na forma de Cu puro. Há uma transferência líquida de massa do pólo positivo para o negativo.



		IA (x 100)	
		C	M
H	-	-	-
B	17	22	
E	16	23	
TODOS	16	23	

		ID	
		C	M
H	-	-	-
B	0,28	0,32	
E	0,23	0,24	
TODOS	0,27	0,29	



Para distinguir o 1-butanol do 2-butanol foram propostos dois procedimentos:

Questão  
04

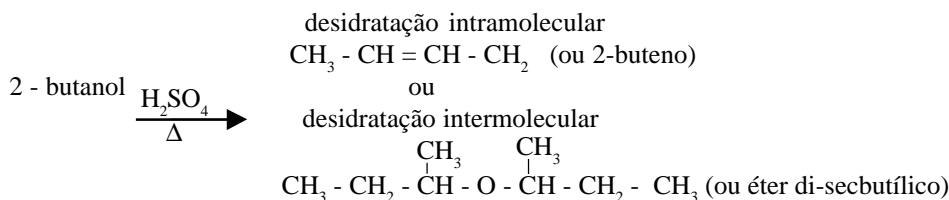
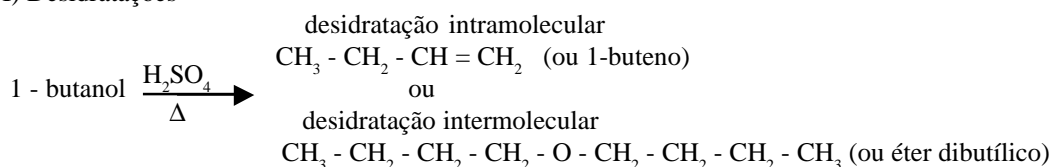
- I. Desidratação por aquecimento de cada um desses compostos com ácido sulfúrico concentrado e isolamento dos produtos formados. Adição de algumas gotas de solução de bromo em tetracloreto de carbono (solução vermelha) aos produtos isolados e verificação da ocorrência ou não de descoloramento.
- II. Oxidação parcial de cada um desses compostos com dicromato de potássio e isolamento dos produtos formados. Adição de reagente de Tollens aos produtos isolados e verificação da ocorrência ou não de reação (positiva para aldeído e negativa para cetona).

Mostre a utilidade ou não de cada um desses procedimentos para distinguir esses dois álcoois, indicando os produtos formados na desidratação e na oxidação.

IA (x 100)		
	C	M
H	-	--
B	44	56
E	39	56
TODOS	42	56

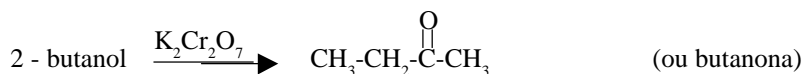
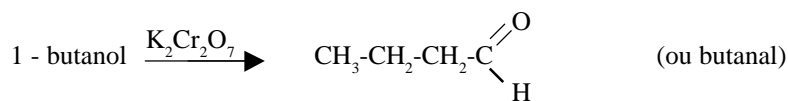
## RESPOSTA

I) Desidratações



Esse procedimento não é útil, pois os dois alkenos formados provocam descoloramento da solução de bromo e os dois éteres formados não provocam descoloramento da solução de bromo, não permitindo assim a distinção.

II) Oxidações:

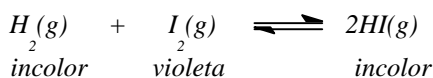


Esse procedimento é útil, pois o 1-butanol, na oxidação, dá um aldeído (butanal), que reage com o reagente de Tollens, enquanto o 2-butanol, na oxidação, dá uma cetona (butanona), que não reage com o reagente de Tollens, tornando possível a distinção.

ID		
	C	M
H	-	--
B	0,68	0,60
E	0,59	0,45
TODOS	0,66	0,54

O equilíbrio

Questão  
05



tem, a 370°C, constante Kc igual a 64.

Para estudar esse equilíbrio, foram feitas 2 experiências independentes A e B:

- A) 0,10 mol de cada gás, H<sub>2</sub> e I<sub>2</sub>, foram colocados em um recipiente adequado de 1 L, mantido a 370°C até atingir o equilíbrio (a intensidade da cor não muda mais).  
B) 0,20 mol do gás HI foi colocado em um recipiente de 1 L, idêntico ao utilizado em A, mantido a 370°C até atingir o equilíbrio (a intensidade da cor não muda mais).

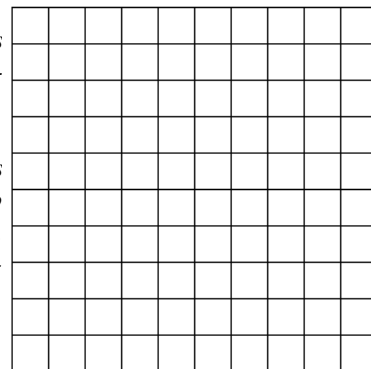
	IA(x100)	
	C	M
H	-	-
B	20	30
E	22	38
TODOS	21	33

	ID	
	C	M
H	-	-
B	0,51	0,64
E	0,50	0,58
TODOS	0,52	0,63

a) Atingido o equilíbrio em A e em B, é possível distinguir os recipientes pela intensidade da coloração violeta? Justifique.

b) Para a experiência A, calcule a concentração de cada gás no equilíbrio. Mostre, em um gráfico de concentração (no quadriculado ao lado), como variam, em função do tempo, as concentrações desses gases até que o equilíbrio seja atingido.

Identifique as curvas no gráfico.

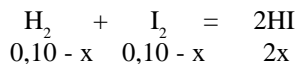


RESPOSTA

a) Não é possível distinguir os recipientes, pois, se em A a reação se completasse, formar-se-ia 0,20 mol de HI, que é exatamente a quantidade de partida na experiência B. Como o equilíbrio pode ser atingido de ambos os lados, as quantidades finais de cada gás no equilíbrio serão as mesmas.

ou

Experimento A

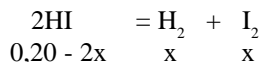


$$64 = \frac{(2x)^2}{(0,10-x)^2} \quad \text{Tirando a raiz quadrada de ambos os membros:}$$

$$2x = 0,80 - 8x \quad x = 0,08$$

$$[H_2] = [I_2] = 0,10 - x = 0,02 \text{ mol/L} \quad [HI] = 2x = 0,16 \text{ mol/L}$$

Experimento B

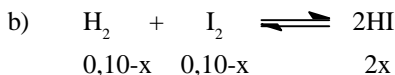


$$\frac{1}{K_c} = \frac{1}{64} = \frac{x^2}{(0,20-2x)^2} \quad \text{Tirando a raiz quadrada: } 8x = 0,20 - 2x \quad x = 0,02$$

$$[H_2] = [I_2] = x = 0,02 \text{ mol/L}$$

$$[HI] = 0,20 - 2x = 0,16 \text{ mol/L}$$

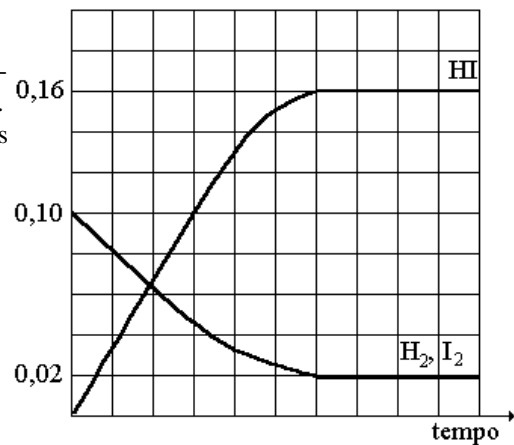
Obtém-se no experimento B as mesmas concentrações de equilíbrio obtidas no experimento A. Logo, não é possível distinguir esses recipientes



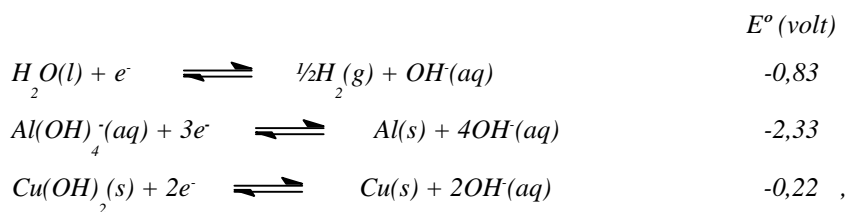
$$64 = \frac{(2x)^2}{(0,10-x)^2} \quad 2x = 0,80 - 8x \quad x = 0,08$$

$$[H_2] = [I_2] = 0,02 \text{ mol/L}$$

$$[HI] = 0,16 \text{ mol/L}$$



Com base nas seguintes equações de semi-reações, dados os respectivos potenciais padrão de redução,



Questão  
06

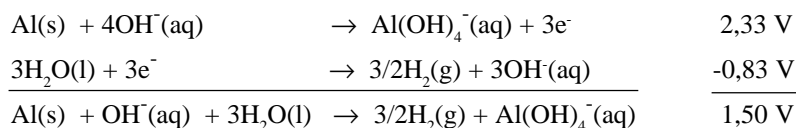
responda:

- a) Objetos de alumínio e objetos de cobre podem ser lavados com solução aquosa alcalina sem que ocorra a corrosão do metal? Justifique, escrevendo as equações químicas adequadas.
- b) Qual dos metais, cobre ou alumínio, é melhor redutor em meio alcalino? Explique.

IA(x100)		
	C	M
H	-	-
B	33	43
E	32	45
TODOS	32	44

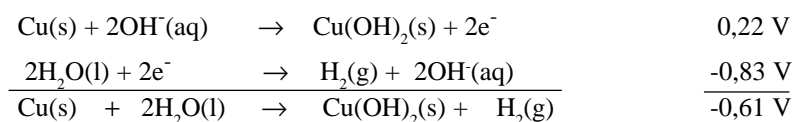
## RESPOSTA

- a) Para o Al



Objetos de alumínio não podem ser lavados com solução aquosa alcalina pois, ocorre corrosão do alumínio, uma vez que o potencial resultante (E) da reação final representada acima é positivo (1,50 V).

Para o Cu:



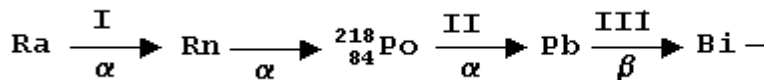
A reação final, representada acima, tem potencial resultante negativo (-0,61 V), ou seja, não ocorre espontaneamente. Portanto, não há corrosão do cobre.

- b) Alumínio é melhor redutor, pois o potencial de oxidação do Al é maior do que o do Cu.

ID		
	C	M
H	-	-
B	0,53	0,51
E	0,50	0,49
TODOS	0,53	0,50

Questão  
07

Rutherford determinou o valor da constante de Avogadro, estudando a série radioativa abaixo, onde está indicado o modo de decaimento de cada nuclídeo.



a) Escreva as equações de desintegração dos nuclídeos nas etapas II e III da série dada. Indique todos os números atômicos e de massa.

b) Calcule a constante de Avogadro, sabendo que:

- 1,0 g de rádio, Ra, produz  $3,0 \times 10^{15}$  partículas  $\alpha$  por dia, na etapa I da desintegração.

- Uma vez formado o radônio, Rn, este e os demais nuclídeos que o sucedem se desintegram rapidamente até dar o último nuclídeo (Pb) da série apresentada.

- As partículas  $\alpha$  transformam-se em átomos de hélio.

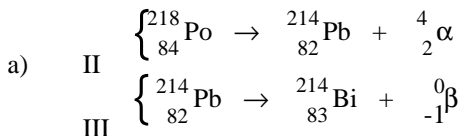
- 1,0 g de rádio, Ra, considerando-se todas as etapas da desintegração, produz, em 80 dias, 0,040 mL de gás hélio, medido a 25°C e 1 atm.

Dado: volume molar dos gases a 25°C e 1 atm = 25 L/mol

	IA(x100)	
	C	M
H	-	-
B	39	49
E	39	56
TODOS	39	52

	ID	
	C	M
H	-	-
B	0,62	0,58
E	0,52	0,40
TODOS	0,59	0,52

**RESPOSTA**



b) Cálculo do número total (4 etapas) de partículas  $\alpha$  emitidas por dia:

$$1\text{g Ra} \rightarrow 3,0 \times 10^{15} \times 4 = 12 \times 10^{15} \text{ partic./dia}$$

$$\text{Em 80 dias: } 80 \times 12 \times 10^{15} = 960 \times 10^{15} \text{ partic.}$$

Número de átomos de He em 1 mol de He:

$$0,040 \text{ mL} \rightarrow 960 \times 10^{15} \text{ partículas } \alpha = 960 \times 10^{15} \text{ átomos de He}$$

$$(1 \text{ mol}) \rightarrow 25 \times 10^3 \text{ L} \rightarrow x = \frac{960 \times 10^{15} \times 25 \times 10^3}{4 \times 10^{-2}} = 6,0 \times 10^{23}$$

Em 1 mol há  $6,0 \times 10^{23}$  partículas  $\alpha$  ou átomos de He.

Logo, constante de Avogadro =  $N = 6,0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$



Questão  
09

Alguns gases presentes em atmosferas poluídas formam, com água da chuva, ácidos tais como o sulfúrico e o nítrico.

- a) Escreva, para cada um desses ácidos, a equação que representa sua formação a partir de um óxido gasoso poluente.
- b) Um reservatório contém  $100\text{m}^3$  ( $1,0 \times 10^5\text{L}$ ) de água de pH igual a 6,0. Calcule o volume, em litros, de chuva de pH igual a 4,0 que esse reservatório deve receber para que o pH final da água atinja o valor de 5,0. Basta o valor aproximado. Neste caso, despreze o aumento de volume da água do reservatório com a chuva.

	IA(x100)	
	C	M
H	-	-
B	43	54
E	46	62
TODOS	44	57

**RESPOSTA**

	ID	
	C	M
H	-	-
B	0,59	0,56
E	0,50	0,35
TODOS	0,56	0,49

- a)  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$  ou  
 $\text{SO}_2 + 1/2 \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$   
 $\text{SO}_2 + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$   
 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NO} + 2\text{HNO}_3$   
 $(\text{N}_2\text{O}_4 \text{ ou } 2\text{NO}_2) + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$   
 $2\text{NO} + 3/2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3$
- b) (chuva)  $\text{pH} = 4,0 \rightarrow [\text{H}^+] = 1,0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$   
 $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$ (reservatório inicial)  $\text{pH} = 6,0 \rightarrow [\text{H}^+] = 1,0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$   
(reservatório final)  $\text{pH} = 5,0 \rightarrow [\text{H}^+] = 1,0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$

Balanco material :  $V_c =$  volume de chuva  
 $V_i =$  volume inicial do reservatório  
 $V_f =$  volume final do reservatório

$$* 1,0 \times 10^{-6} V_i + 1,0 \times 10^{-4} V_c = 1,0 \times 10^{-5} (V_i + V_c) = 1,0 \times 10^{-5} V_f$$

$$1,0 \times 10^{-6} V_i + 1,0 \times 10^{-4} V_c = 1,0 \times 10^{-5} V_i + 1,0 \times 10^{-5} V_c$$

$$(1,0 \times 10^{-5} - 1,0 \times 10^{-6}) V_i = (1,0 \times 10^{-4} - 1,0 \times 10^{-5}) V_c$$

$$0,9 \times 10^{-5} V_i = 0,9 \times 10^{-4} V_c$$

$$V_i = 1,0 \times 10^5$$

$$V_c = \frac{0,9 \times 10^{-5}}{0,9 \times 10^{-4}} \cdot 1,0 \times 10^5 = \frac{1,0}{10^{-4}} = 10 \times 10^3$$

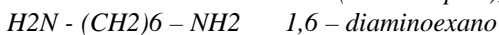
$$V_c = \text{volume de chuva} = 10 \times 10^3 \text{ litros}$$

Considerando a aproximação sugerida:  $V_c \ll V_i$  da equação \*, tem-se:

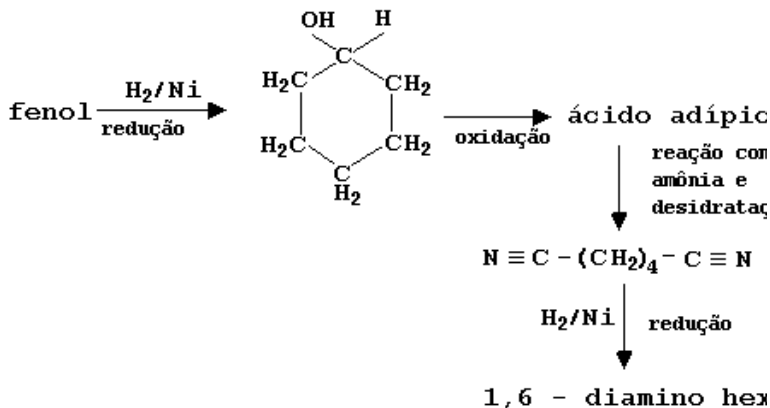
$$1,0 \times 10^{-6} V_i + 1,0 \times 10^{-4} V_c = 1,0 \times 10^{-5} V_i$$

$$V_c = \text{volume de chuva} = 9 \times 10^3 \text{ litros}$$

Náilon 66 é uma poliamida, obtida através da polimerização por condensação dos monômeros 1,6-diaminoexano e ácido hexanodióico (ácido adípico), em mistura equimolar.



O ácido adípico pode ser obtido a partir do fenol e o 1,6-diaminoexano, a partir do ácido adípico, conforme esquema abaixo:



Questão

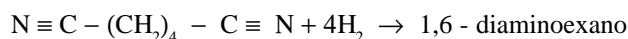
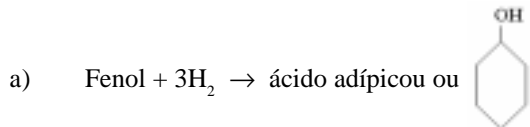
10

	IA(x100)	
	C	M
H	-	-
B	28	39
E	28	43
TODOS	28	41

	ID	
	C	M
H	-	-
B	0,57	0,60
E	0,49	0,46
TODOS	0,55	0,55

- a) Reagindo  $2 \times 10^3$  mol de fenol, quantos mols de  $H_2$  são necessários para produzir  $1 \times 10^3$  mol de cada um desses monômeros? Justifique.  
Admita 100% de rendimento em cada etapa.
- b) Escreva a equação que representa a condensação do 1,6-diaminoexano com o ácido adípico.

## RESPOSTA



Partindo-se de  $2 \times 10^3$  mols de fenol gasta-se :  $6 \times 10^3$  mols de  $H_2$  para formar

$2 \times 10^3$  mols de ácido adípico;

a metade, ou seja,  $1 \times 10^3$  mols de ácido adípico gastam para produzir 1,6-diaminoexano,

$4 \times 10^3$  mols de  $H_2$

Gasto total de  $H_2$ :

$$6 \times 10^3 \text{ mols} + 4 \times 10^3 \text{ mols} = 10 \times 10^3 \text{ mols}$$

