

OBJETIVO

ITA Química

11



- Actinídeos
- Sólidos
- Outros met.
- Não-Metal
- Gases nob.

25 Mn Manganês 54.938045	26 Fe Ferro 55.845	27 Co Cobalto 58.933200	28 Ni Níquel 58.6934	45 Rh Ródio 102.90550	46 Pd Paládio 106.3676	47 Ag Prata 107.8682	48 Cd Cádmio 112.411	49 In Índio 114.818	50 Sn Estanho 118.710	51 Sb Antimônio 121.757	52 Te Telúrio 127.603	53 I Iodo 126.905	54 Xe Xenônio 131.294	55 Ba Bário 137.327	56 La Lantânio 138.905	57 Ce Célio 140.12	58 Pr Praseodímio 140.908	59 Nd Néodímio 144.242	60 Pm Promécio 144.913	61 Sm Samaritânio 150.36	62 Eu Europário 151.964	63 Gd Gadolínio 157.25	64 Tb Terbório 158.925	65 Dy Díscio 162.50	66 Ho Hólio 164.930	67 Er Érbio 167.259	68 Tm Tulmório 168.930	69 Yb Ítrio 173.054	70 Lu Lutécio 174.967	71 Hf Háfnio 178.49	72 Ta Tântalo 180.948	73 W Wolfrâmio 183.84	74 Re Rênio 186.207	75 Os Ósmio 190.23	76 Ir Írídio 192.222	77 Pt Platina 195.084	78 Au Ouro 196.967	79 Hg Mercúrio 200.59	80 Tl Tlâmio 204.387	81 Pb Chumbo 207.2	82 Bi Bismuto 208.980	83 Po Pólio 209	84 At Astato 210	85 Fr Frâncio 223	86 Ra Rádio 226	87 Ac Actínio 227	88 Th Tório 232.0377	89 Pa Protáctio 231.036	90 U Urânio 238.02891	91 Np Neptúncio 237.04817	92 Pu Plutónio 239.05216	93 Am Americório 243.06138	94 Cm Curvório 247.07035	95 Bk Berkelívio 247.07035	96 Cf Califórnio 251.0765	97 Es Einsteinívio 252.08322	98 Fm Fermívio 257.10375	99 Md Mendelevívio 258.10386	100 No Nobelívio 259.10386	101 Lr Lawrénçio 260.10386	102 Rf Rutherfordívio 261.10386	103 Db Dubnívio 262.10386	104 Sg Seabórgio 263.10386	105 Bh Bohrívio 264.10386	106 Hs Hassium 265.10386	107 Mt Meitnerívio 266.10386	108 Ds Darmstádio 267.10386	109 Rg Roentgenívio 268.10386	110 Cn Copernício 269.10386	111 Nh Nihonívio 270.10386	112 Fl Fleróvio 271.10386	113 Mc Moscóvio 272.10386	114 Lv Livermório 273.10386	115 Ts Tenessóvio 274.10386	116 Og Oganessóvio 275.10386
-----------------------------------	-----------------------------	----------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	--------------------------------	----------------------------	--------------------------------	------------------------------	---------------------------------	-----------------------------	------------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	---------------------------------	------------------------------	--------------------------------	------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	------------------------------	-----------------------------	-------------------------------	--------------------------------	-----------------------------	--------------------------------	-------------------------------	-----------------------------	--------------------------------	--------------------------	---------------------------	----------------------------	--------------------------	----------------------------	-------------------------------	----------------------------------	--------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	--	------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------	--	--------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------

MÓDULO 41

Termodinâmica V

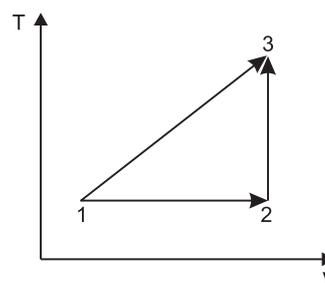
1. (ITA-SP) – Uma reação química hipotética é representada pela seguinte equação: $X(g) + Y(g) \rightarrow 3Z(g)$. Considere que esta reação seja realizada em um cilindro provido de um pistão, de massa desprezível, que se desloca sem atrito, mantendo-se constantes a pressão em 1 atm e a temperatura em 25°C. Em relação a este sistema, são feitas as seguintes afirmações:

- I. O calor trocado na reação é igual à variação de entalpia.
- II. O trabalho realizado pelo sistema é igual a zero.
- III. A variação da energia interna é menor do que a variação da entalpia.
- IV. A variação da energia interna é igual a zero.
- V. A variação da energia livre de Gibbs é igual à variação de entalpia.

Então, das afirmações acima, estão corretas

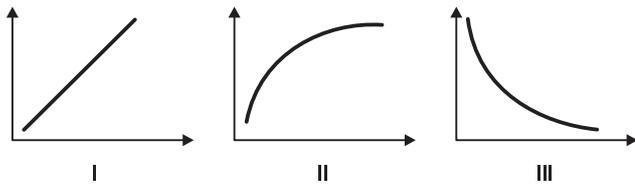
- a) apenas I, II e IV.
- b) apenas I e III.
- c) apenas II e V.
- d) apenas III e IV.
- e) apenas III, IV e V.

2. (ITA-SP) – O diagrama temperatura (T) versus volume (V) representa hipoteticamente as transformações pelas quais um gás ideal no estado 1 pode atingir o estado 3. Sendo ΔU a variação de energia interna e q a quantidade de calor trocado com a vizinhança, assinale a opção com a afirmação ERRADA em relação às transformações termodinâmicas representadas no diagrama.



- a) $|\Delta U_{12}| = |q_{12}|$
- b) $|\Delta U_{13}| = |\Delta U_{23}|$
- c) $|\Delta U_{23}| = |q_{23}|$
- d) $|\Delta U_{23}| > |\Delta U_{12}|$
- e) $q_{23} > 0$

3. (ITA-SP) – Nos gráficos abaixo, cada eixo representa uma propriedade termodinâmica de um gás que se comporta idealmente.



- Com relação a estes gráficos, é CORRETO afirmar que
- I pode representar a curva de pressão versus volume.
 - II pode representar a curva de pressão versus inverso do volume.
 - II pode representar a curva de capacidade calorífica versus temperatura.
 - III pode representar a curva de energia interna versus temperatura.
 - III pode representar a curva de entalpia versus o produto da pressão pelo volume.

4. (ITA-SP) – Considere que os quatro processos químicos, descritos a seguir nos itens I a IV, são realizados isobárica e isotermicamente:

- $\text{KNO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{K}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$
- $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- $\text{C}(\text{grafita}) \rightarrow \text{C}(\text{diamante})$
- $2\text{Na}(\text{s}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Na}_2\text{O}(\text{s})$

Qual das opções abaixo contém os processos químicos cuja variação de energia interna é nula?

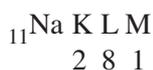
- Apenas I e II
- Apenas I, II e III
- Apenas II e III
- Apenas III e IV
- Nenhum processo

MÓDULO 42

Teoria de Bandas dos Sólidos

1. Formação das bandas em um metal

Examinemos um metal como o sódio

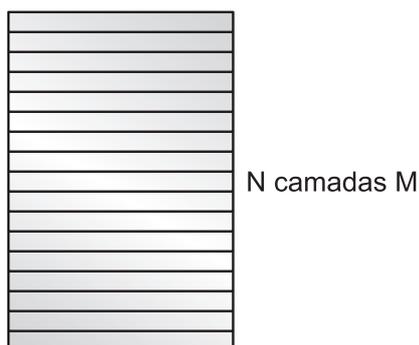


M: camada de valência

Cada átomo de sódio contribui com um elétron da camada M. Como existem N átomos numa amostra de sódio, então N camadas M se fundem para formar:

- uma banda com $\frac{N}{2}$ camadas preenchidas com o nome de banda de valência;
- uma banda com $\frac{N}{2}$ camadas não preenchidas com

o nome de banda de condução.



Conclusão:

Nos metais temos duas bandas com energias próximas:

banda de valência: totalmente preenchida

banda de condução: vazia ou incompleta



Os elétrons que estão na **banda de condução** podem mover-se livremente pelo sólido produzindo uma corrente elétrica.

A resistência dos metais aumenta com a temperatura porque, ao serem aquecidos, os átomos vibram mais vigorosamente. Os elétrons em movimento colidem com os átomos em vibração e isso dificulta sua movimentação pelo sólido.

Conclusão:

Condutor metálico é um condutor eletrônico no qual a condutividade elétrica diminui com o aumento da temperatura.

2. Semicondutor

Existem elementos químicos semicondutores (Si, Ge) que apresentam **banda de condução** vazia com energia próxima à **banda de valência** completa.



Quando o semicondutor é aquecido, elétrons podem ser excitados da banda de valência para a de condução. Assim, a resistência de um semicondutor diminui com o aumento da temperatura.

Conclusão:

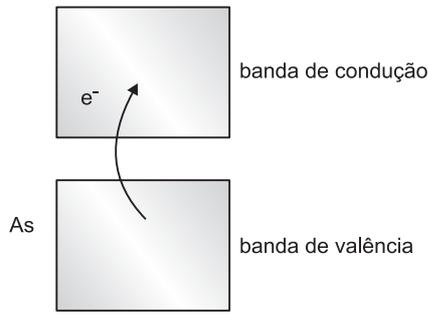
Semicondutor é condutor eletrônico no qual a condutividade elétrica aumenta com o aumento da temperatura.

3. Dopagem

A capacidade de um semicondutor de transportar corrente elétrica pode ser ampliada com a **adição de elétrons na banda de condução** ou com a **remoção de elétrons da banda de valência**. Esses processos são feitos espalhando pequenas quantidades de impurezas nos sólidos. Este procedimento é chamado de **dopagem**.

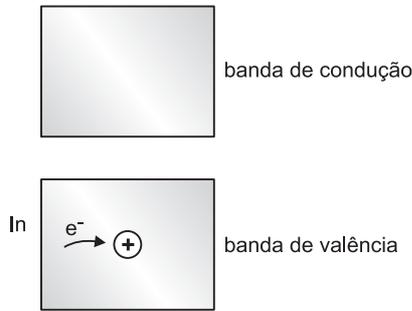
❑ Semicondutor do tipo n.

Quando o silício (4 elétrons de valência) é dopado com um elemento do grupo 15 (5 elétrons de valência), como arsênio, os elétrons adicionais entram na banda de condução do silício e permitem que ele conduza a corrente elétrica mais facilmente. Este é um exemplo de **semicondutor do tipo n**, porque tem excesso de elétrons.



❑ **Semicondutor do tipo p.**

Quando o silício (4 elétrons de valência) é dopado com um elemento do grupo 13 (3 elétrons de valência), como índio, a banda de valência não estará completamente preenchida. Neste caso, tem-se um **semicondutor do tipo p**, que apresenta “buracos positivos”. A migração de elétrons dentro da banda de valência é responsável pela condutividade num semicondutor do tipo p.

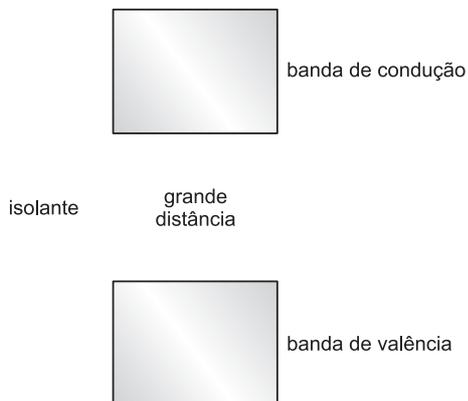


4. Supercondutor

Supercondutor é um sólido com resistência zero à corrente elétrica. Alguns metais tornam-se supercondutores em temperaturas muito baixas, aproximadamente 20K ou menos, e alguns compostos também apresentam supercondutividade, por exemplo, $YBa_2Cu_3O_7$.

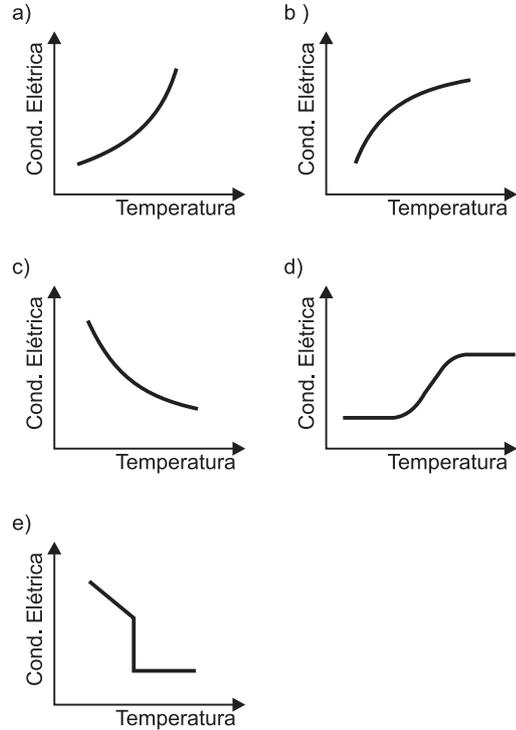
5. Isolante

Em um **isolante**, a **banda de valência** está separada por uma grande distância em energia da **banda de condução**, portanto, os elétrons não conseguem ir até a banda de condução, e o sólido não conduz eletricidade.



Exercícios

1. **(ITA-SP)** – Qual das opções a seguir apresenta o gráfico que mostra, esquematicamente, a variação da condutividade elétrica de um metal sólido com a temperatura?



2. **(ITA-SP)** – Qual das opções abaixo apresenta o elemento químico que é utilizado como dopante para a confecção do semicondutor tipo-p?

- a) Boro b) Fósforo c) Enxofre
- d) Arsênio e) Nitrogênio

Números atômicos: B: 5; P: 15; S: 16; As: 33; N: 7.

MÓDULO 43

Propriedades dos Compostos Inorgânicos.

1. (ITA-SP) – A tabela abaixo apresenta os valores das temperaturas de fusão (T_f) e de ebulição (T_e) de halogênios e haletos de hidrogênio.

	T_f (°C)	T_e (°C)	M(g/mol)
F_2	-220	-188	38,00
Cl_2	-101	-35	70,90
Br_2	-7	59	159,82
I_2	114	184	253,80
HF	-83	20	19,01
HCl	-115	-85	36,46
HBr	-89	-67	80,92
HI	-51	-35	127,91

- Justifique a escala crescente das temperaturas T_f e T_e do F_2 ao I_2 .
- Justifique a escala decrescente das temperaturas T_f e T_e do HF ao HCl.
- Justifique a escala crescente das temperaturas T_f e T_e do HCl ao HI.

2. (ITA-SP) – Utilizando uma placa polida de cobre puro, são realizados os seguintes experimentos:

- A placa é colocada diretamente na chama do bico de Bunsen. Após um certo período, observa-se o escurecimento da superfície dessa placa.
- Em seguida, submete-se a placa ainda quente a um fluxo de hidrogênio puro, verificando-se que a placa volta a apresentar a aparência original.
- A seguir, submete-se a placa a um fluxo de sulfeto de hidrogênio puro, observando-se novamente o escurecimento da placa, devido à formação de Cu_2S .
- Finalmente, a placa é colocada novamente na chama do bico de Bunsen, readquirindo a sua aparência original.

Por meio das equações químicas balanceadas, explique os fenômenos observados nos quatro experimentos descritos.

3. (ITA-SP) – HCl(g) é borbulhado e dissolvido em um solvente X. A solução resultante é não-condutora em relação à corrente elétrica. O solvente X deve ser necessariamente

- polar.
- hidrofílico.
- menos ácido que HCl.
- não-polar.
- mais ácido que HCl.

4. (ITA-SP) – Proponha um método de obtenção de sulfato de cobre anidro a partir de uma reação de neutralização. Expresse as etapas para a sua obtenção por meio de equações químicas, indicando as condições necessárias para que cada etapa seja realizada.

2. (ITA-SP) – Assinale a afirmação CORRETA a respeito do ponto de ebulição normal (PE) de algumas substâncias.

- a) O 1-propanol tem menor PE do que o etanol.
- b) O etanol tem menor PE do que o éter metílico.
- c) O n-heptano tem menor PE do que o n-hexano.
- d) A trimetilamina tem menor PE do que a propilamina.
- e) A dimetilamina tem menor PE do que a trimetilamina.

MÓDULO 44

Propriedades dos Compostos Orgânicos.

1. (ITA-SP) – Considere os seguintes líquidos, todos a 25°C:

- I. $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$
- II. $\text{CS}_2(l)$
- III. $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}(\text{aq})$
- IV. $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{CH}_2\text{OH}(l)$
- V. $\text{HCl}(\text{aq})$
- VI. $\text{C}_6\text{H}_6(l)$

Assinale a opção que indica o(s) líquido(s) solúvel(eis) em tetracloreto de carbono.

- a) Apenas I, III e V
- b) Apenas II, IV e VI
- c) Apenas III
- d) Apenas IV
- e) Apenas V

exercícios-tarefa

❑ Módulo 41 – Termodinâmica V

1. (ITA-SP) – Dois cilindros (I e II) são providos de pistões, cujas massas são desprezíveis e se deslocam sem atrito. Um mol de um gás ideal é confinado em cada um dos cilindros I e II. São realizados, posteriormente, dois tipos de expansão, descritos a seguir:

- No cilindro I, é realizada uma expansão isotérmica à temperatura T , de um volume V até um volume $2V$, contra uma pressão externa constante P .
- No cilindro II, é realizada uma expansão adiabática, de um volume V até um volume $2V$, contra uma pressão externa constante P .

Determine os módulos das seguintes grandezas: variação da energia interna, calor trocado e trabalho realizado para os dois tipos de expansão.

2. (ITA-SP) – No ciclo de Carnot, que trata do rendimento de uma máquina térmica ideal, estão presentes as seguintes transformações:

- duas adiabáticas e duas isobáricas.
- duas adiabáticas e duas isocóricas.
- duas adiabáticas e duas isotérmicas.
- duas isobáricas e duas isocóricas.
- duas isocóricas e duas isotérmicas.

❑ Módulo 42 – Teoria de Bandas dos Sólidos

1. Uma tecnologia promissora para atender parte de nossas necessidades energéticas, sem a poluição gerada pela queima de combustíveis fósseis, envolve a transformação direta de parte de energia luminosa do Sol em energia elétrica. Nesse processo são utilizadas as chamadas células fotogalvânicas, que podem funcionar utilizando semicondutores extrínsecos de silício, construídos por uma

matriz de silício de alta pureza, na qual são introduzidos níveis controlados de impurezas. Essas impurezas são elementos químicos em cujas camadas de valência há um elétron a mais ou menos, em relação à camada de valência do silício. Semicondutores do tipo n são produzidos quando o elemento utilizado como impureza tem cinco elétrons na camada de valência. Considerando os elementos B, P, Ga, As e In como possíveis impurezas para a obtenção de um semicondutor extrínseco de silício, poderão ser do tipo n apenas aqueles produzidos com a utilização de:

- B.
- Ge.
- Ga e Ge.
- P e As.
- B, Ga e In.

❑ Módulo 43 – Propriedades dos Compostos Inorgânicos.

1. (ITA-SP) – Existem três estruturas possíveis para a molécula de $\text{PF}_3(\text{CH}_3)_2$, na qual o átomo de fósforo é o átomo central. Desenhe as três estruturas e explique como valores de momento de dipolo obtidos experimentalmente podem ser utilizados para distingui-las.

2. (ITA-SP) – É descrita uma sequência de várias etapas experimentais com suas respectivas observações:

- Dissolução completa de um fio de cobre em água de bromo em excesso com formação de uma solução azulada A.
- Evaporação completa da solução A e formação de um sólido marrom B.
- Aquecimento do sólido B a 500°C , com formação de um sólido branco de CuBr e um gás marrom C.
- Dissolução de CuBr em uma solução aquosa concentrada de ácido nítrico, formando uma nova solução azulada D e liberação de dois gases: C e E.
- Evaporação da solução azulada D com formação de um sólido preto F e liberação de dois gases: E e G.

VI. Reação a quente do sólido F com hidrogênio gasoso e na ausência de ar, formando um sólido avermelhado H e liberando água.

Baseando-se nesta descrição, apresente as fórmulas moleculares das substâncias B, C, E, F, G e H.

❑ Módulo 44 – Propriedades dos Compostos Orgânicos

1. (ITA-SP) – Escreva a fórmula estrutural quando unimos

- grupo etil e grupo isopropil
- grupo t-butil e grupo isobutil
- grupo fenil e grupo benzil

2. (ITA-SP) –

- Justifique qual das interações é mais forte: gasolina/álcool ou álcool/água.
- Classifique estas interações segundo o tipo de ligação predominante.

3. (ITA-SP) – Algumas propriedades físicas dos compostos I, II, III, IV e V são apresentadas na tabela abaixo. Esses compostos são octano, propan-2-ol, triclorometano, hexano e propanona, não necessariamente nessa ordem

Composto	Temperatura de ebulição/°C	Densidade/g cm ⁻³	Solubilidade em água
I	68,3	0,660	imiscível
II	82,5	0,789	miscível
III	125,7	0,703	imiscível
IV	56,0	0,790	miscível
V	61,0	1,490	imiscível

Considerando as propriedades apresentadas na tabela acima, os compostos I, II, III, IV e V são respectivamente:

- propan-2-ol, hexano, octano, triclorometano e propanona.
- hexano, propan-2-ol, octano, propanona e triclorometano.
- hexano, propan-2-ol, propanona, octano e triclorometano.
- octano, propan-2-ol, hexano, propanona e triclorometano.
- hexano, propan-2-ol, triclorometano, propanona e octano.

resolução dos exercícios-tarefa

❑ Módulo 41

1) Cilindro I ⇒ Expansão Isotérmica
Processo Isotérmico ⇒ $\Delta U = 0$

Trabalho é calculado pela expressão:

$$W = \int p dV \text{ e } p = \frac{nRT}{V} \text{ logo,}$$

$$W = \int_v^{2v} nRT \cdot \frac{dV}{V} \Rightarrow W = nRT \ln \left(\frac{2V}{V} \right)$$

$$W = nRT \ln 2$$

Utilizando a primeira lei da termodinâmica:

$$\Delta U = Q + W \Rightarrow Q = -W \Rightarrow Q = -nRT \ln 2$$

$$|Q| = nRT \ln 2$$

Cilindro II: Expansão Adiabática ⇒ $Q = 0$

Cálculo do ΔU :

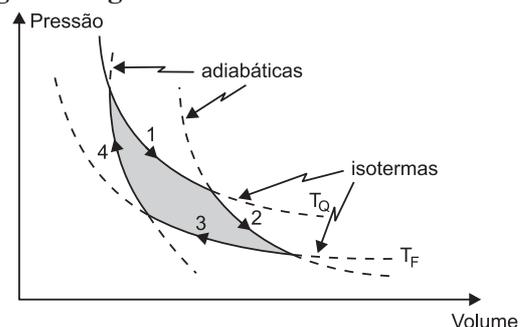
$$\text{Gás ideal} \Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} nR \Delta T \text{ ou } \Delta U = \frac{3}{2} \Delta PV$$

$$\text{Logo: } \Delta U = \frac{3}{2} P \cdot (2V - V) \Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} PV$$

Utilizando a 1ª lei da termodinâmica:

$$\Delta U = Q + W \Rightarrow \Delta U = W \Rightarrow W = \frac{3}{2} PV$$

2) O ciclo de Carnot é constituído por duas transformações isotérmicas reversíveis e duas transformações adiabáticas reversíveis. O ciclo consiste em retirar calor da fonte quente (temperatura T_Q) e transferir para a fonte fria (temperatura T_F). Ver figura a seguir:



Processo 1 \Rightarrow transformação isotérmica a temperatura T_Q .

Processo 2 \Rightarrow transformação adiabática de T_Q a T_F .

Processo 3 \Rightarrow transformação isotérmica a temperatura T_F .

Processo 4 \Rightarrow transformação adiabática de T_F a T_Q .

Resposta: C

❑ Módulo 42

1) Semicondutores do tipo n são produzidos quando o elemento utilizado como impureza tem cinco elétrons na camada de valência. Os elementos citados como possíveis impurezas são:

B, Ga e In: grupo 13 ou 3A (três elétrons na camada de valência)

P e As: grupo de 15 ou 5A (cinco elétrons na camada de valência).

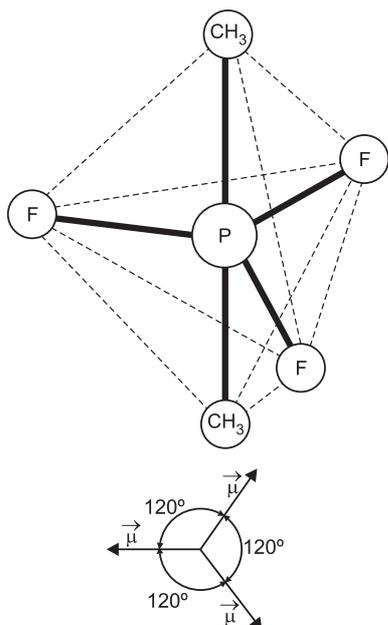
Os elementos utilizados são: P e As.

Resposta: D

❑ Módulo 43

1) A diferença de eletronegatividade entre o flúor e o fósforo é muito maior do que a diferença de eletronegatividade entre o fósforo e o carbono, portanto, para facilitar a explicação, o vetor momento de dipolo da ligação entre o fósforo e o carbono será desprezado. As moléculas têm a forma de uma bipirâmide trigonal.

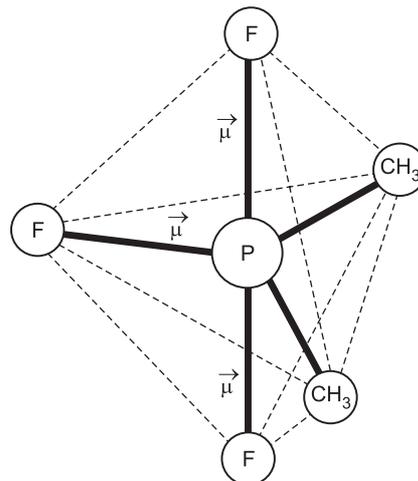
Estrutura I



$\vec{\mu}_R = 0$
molécula apolar

Três vetores iguais, coplanares e entre eles ângulo de 120° .

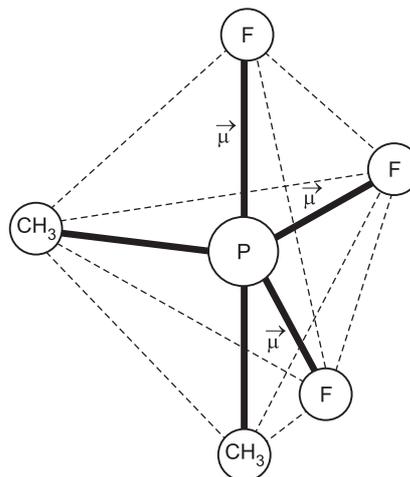
Estrutura II



molécula polar:

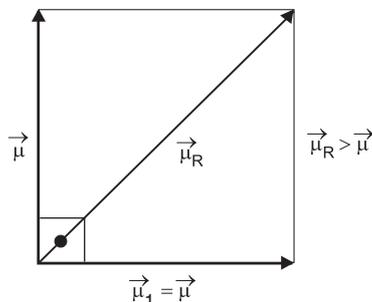
$$\mu_R = \mu$$

Estrutura III



molécula polar:

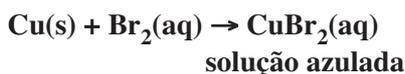
$$\vec{\mu}_R > \vec{\mu}$$



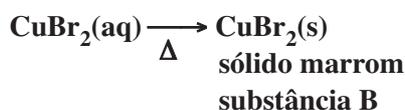
Como o ângulo entre μ e μ_1 é 90° , o ângulo reto, a resultante será a hipotenusa do triângulo retângulo, portanto $\mu_R > \mu$, ou seja, μ_R é maior que o momento da ligação F — P.

Em ordem de polaridade, temos: III > II > I

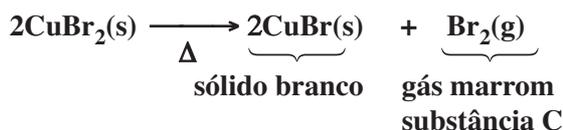
2) Equação química da reação I:



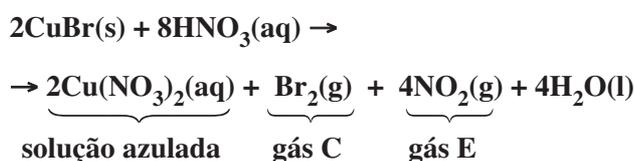
Equação química da reação II:



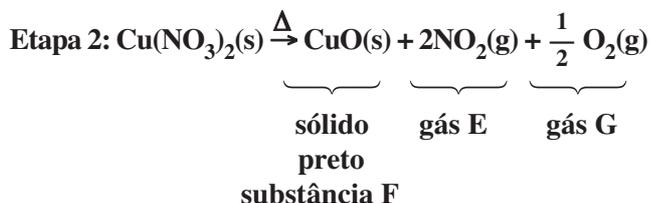
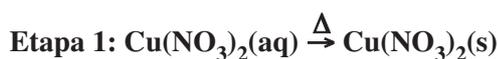
Equação química da reação III:



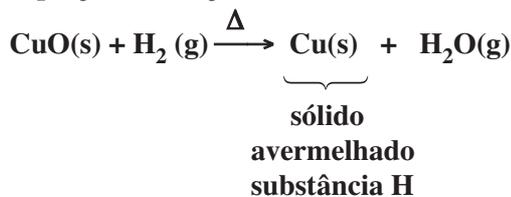
Equação química da reação IV:



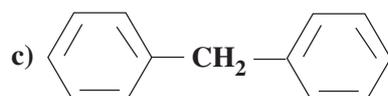
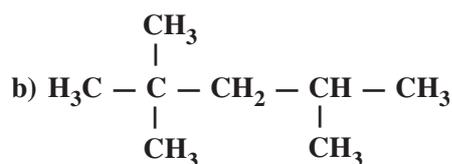
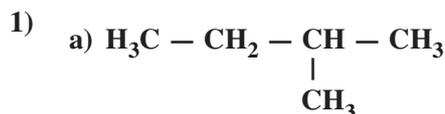
Equação química da reação V:



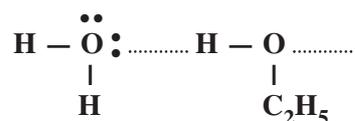
Equação da reação VI:



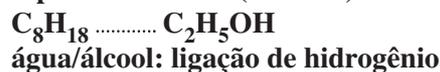
☐ Módulo 44



2) a) A interação água/álcool é mais forte porque ela é constituída por ligações de hidrogênio entre as respectivas moléculas.



b) gasolina/álcool – força de van der Waals entre dipolos induzidos (London)



3) O octano e o hexano são hidrocarbonetos, portanto, são imiscíveis em água e suas densidades são menores que 1g/mL. O octano apresenta maior ponto de ebulição que o hexano, pois tem maior cadeia.

Composto III: octano

Composto I: hexano

O triclorometano, embora seja pouco polar, é imiscível em água e mais denso que a água.

Composto V: triclorometano

O propan-2-ol e a propanona são polares, portanto, miscíveis em água. O propan-2-ol apresenta maior ponto de ebulição que a propanona, pois as interações intermoleculares (ligação de hidrogênio) são mais fortes do que as da propanona.

Composto II: propan-2-ol

Composto IV: propanona

Resposta: B

