

SOLUCIÓN EXERCICIOS 25-30 e 34-38. TIPOS DE SUSTANCIAS E PROPIEDADES. (Ver antes puntoS 4.8 e 6 libro de texto, p. 106-113)

25. Describe os tipos de forzas atractivas que se deben vencer para que teñan lugar os seguintes cambios: a) Ebulición da gasolina; b) Disolución do azucre en auga; c) Fusión do diamante; d) Fusión do xeo; e) Vaporización do fluoruro de sodio. (Selectividade COU. Xuñ-91)

a) Cando a gasolina se leva a ebulición, as moléculas sepáranse para pasar a estado gasoso, entón as forzas atractivas que hai que vencer neste cambio son as que unen as súas moléculas. Como a gasolina é unha mestura de hidrocarburos e os hidrocarburos están formados por moléculas apolares, as forzas que unen estas moléculas e que hai que vencer serán forzas de London (dipolo instantáneo-dipolo inducido). b) As moléculas de azucre teñen grupos OH. Dado que o osíxeno é un átomo pequeno e electronegativo, establécense enlaces de hidróxeno entre as moléculas de azucre, que son as forzas que hai que vencer, cando se dissolve na auga. c) O diamante é un cristal atómico ou covalente, formado por unha rede cristalina de átomos unidos entre si por enlaces covalentes como se fosen moléculas xigantes. Se se quere fundir un diamante, haberá que separar os átomos de carbono vencendo as forzas que os unen: enlaces covalentes. d) O xeo é auga en estado sólido. Para fundir o xeo haberá que debilitar algunhas das unións entre as moléculas de auga, pasando así a estado líquido. As moléculas de H₂O teñen átomos de hidróxeno enlazados covalentemente a un átomo moi electronegativo e pequeno, o osíxeno, que atrae cara a si os pares de electróns de enlace, adquirindo unha carga parcial negativa e deixando os hidróxenos con carga parcial positiva. As atraccións entre estas cargas parciais é a responsábel da unión entre as moléculas de auga. Este tipo de enlaces chámanse enlaces de hidróxeno e haberá que romper algúns para fundir o xeo. e) O fluoruro de sodio é un composto iónico. Para que este se converta en vapor hai que romper os enlaces entre os ións que forman a rede. As forzas atractivas que haberá que vencer neste cambio serán as forzas de atracción electrostática entre ións.

26. Dadas as seguintes especies: HF, Cl₂, CH₄, I₂, KBr, identifica: a) gas covalente formado por moléculas tetraédricas; b) substancia con enlaces de hidróxeno; c) sólido solúbel en auga, que fundido conduce a corrente eléctrica. Xustifícao. (Selectividade COU. Xuñ-91)

a) O gas covalente formado por moléculas tetraédricas é o CH₄, xa que o metano está formado por moléculas nas que o carbono, con hibridación sp³, forma catro enlaces con catro hidróxenos, dando unha xeometría tetraédrica. As moléculas apolares de metano únense mediante forzas dipolo instantáneo-dipolo inducido (London), forza débiles que fan que o metano sexa gas a temperatura ambiente. b) A substancia con enlaces hidróxeno é o HF, xa que nas súas moléculas hai un átomo de hidróxeno enlazado covalentemente a un átomo moi electronegativo e pequeno, o flúor. c) O sólido solúbel en auga, que fundido conduce a corrente eléctrica, é o KBr, xa que ten enlace iónico e a solubilidade en auga e a condutividade da electricidade cando están fundidos son propiedades dos compostos iónicos (explicar un pouco estas propiedades desta substancia iónica á luz do modelo de enlace iónico).

27. Escolle de cada un dos seguintes pares de substancias a que teña maior punto de ebulición, explicando en cada caso a razón da elección, baseándote nos tipos de forzas intermoleculares:

a) HF ou HCl. b) Br₂ ou ICl. c) CH₄ ou C₂H₆. d) C₂H₆ ou CH₃OH. (Selectividade COU. Xuñ-92)

Todos os compostos citados son compostos moleculares, polo que as diferenzas nos seus puntos de ebulición debemos buscalas nas diferenzas das forzas que unen as súas moléculas: forzas intermoleculares. a) HF e HCl están formados por moléculas polares. As moléculas polares do HCl mantéñense unidas mediante forzas dipolo-dipolo. As moléculas de HF establecen enlaces de hidróxeno entre as súas moléculas, xa que teñen un átomo de hidróxeno enlazado covalentemente a un átomo moi electronegativo e pequeno, o flúor. Como o enlace de hidróxeno é máis forte que as forzas dipolo-dipolo, as moléculas de HF están unidas con máis forza que as de HCl, resultando máis difícil separar as moléculas de HF (maior enerxía hai que comunicar para separalas). Polo tanto, ten maior punto de ebulición o HF. b) Br₂ e ICl están formados por moléculas de masas moleculares similares. O Br₂ está formado por moléculas apolares que se unen mediante forzas intermoleculares tipo dipolo instantáneo-dipolo inducido (London). O ICl está formado por moléculas polares que se unen mediante forzas dipolo-dipolo. As forzas dipolo-dipolo son máis intensas que as dipolo instantáneo-dipolo inducido, polo que será máis difícil separar as moléculas de ICl e este terá maior punto de ebulición (máis enerxía hai que comunicar para separalas). c) CH₄ e C₂H₆ están formados por moléculas apolares que se unen mediante forzas de London do tipo dipolo instantáneo-dipolo inducido. Estas forzas aumentan a medida que aumenta a masa molecular, xa que aumenta a posibilidade de que a nube electrónica se deforme para crear os dipolos instantáneos; entón son maiores no caso do C₂H₆, que, mantendo máis unidas as súas moléculas, ten maior punto de ebulición. d) C₂H₆ e CH₃OH teñen forzas intermoleculares diferentes. As moléculas apolares de C₂H₆ únense mediante forzas intermoleculares de London, tipo dipolo instantáneo-dipolo inducido. No caso do CH₃OH, entre as súas moléculas establécense enlaces de hidróxeno, xa que hai un átomo de hidróxeno enlazado covalentemente a un átomo moi electronegativo e pequeno, o osíxeno. Como os enlaces de hidróxeno son máis fortes que o resto das forzas intermoleculares, as moléculas de CH₃OH estarán unidas con máis forza que as de C₂H₆, sendo máis difícil separalas e maior o punto de ebulición do CH₃OH.

28. Contesta razoadamente: a) Por que a auga é un líquido en condicións normais e o sulfuro de hidróxeno é un gas? b) Cal dos seguintes compostos terá maior punto de fusión: fluoruro de sodio ou bromuro de potasio? c) Cal dos seguintes compostos será máis solúbel en auga: ioduro de cesio ou óxido de calcio? (Selectividade COU. Xuñ-94)

Cuestión que se repite en varios exames de Selectividade
--

a) A auga, H₂O, e o sulfuro de hidróxeno, H₂S, son compostos formados por moléculas polares, no entanto as forzas intermoleculares que unen as súas moléculas son distintas. (Tódolos hidruros de elementos do grupo 16, incluíndo estes dous, teñen a mesma estrutura molecular e todos eles son gases, agás a auga, que constitúe unha excepción dentro do grupo)

As moléculas do H_2S teñen extremos con cargas opostas (dipolos), que establecen unións electrostáticas cos extremos de polaridade oposta das moléculas veciñas. Estas atraccións entre moléculas son as forzas dipolo-dipolo. As moléculas de H_2O , tamén dipolos, teñen ademais un tipo especial de enlace dipolo-dipolo: o enlace de hidróxeno. Dáse este enlace, porque teñen átomos de hidróxeno enlazados covalentemente a un átomo moi electronegativo e pequeno, o osíxeno, que atrae cara a si os pares de electróns de enlace, adquirindo unha carga parcial negativa e deixando os hidróxenos con carga parcial positiva. As atraccións entre estas cargas parciais é a responsábel da unión entre moléculas. Como o enlace de hidróxeno é máis forte que as forzas dipolo-dipolo, as moléculas de auga están unidas con máis forza que as de sulfuro de hidróxeno e, en condicións normais, a auga é un líquido e o sulfuro de hidróxeno é un gas.

b) O fluoruro de sodio e o bromuro de potasio son compostos iónicos. O NaF está formado por anións F^- e catións Na^+ , e o bromuro de potasio está formado por anións Br^- e catións K^+ . Consultando a táboa periódica, podemos comparar estes ións: Os anións Br^- e o F^- , do mesmo grupo da táboa periódica, diferéncianse no número de capas de electróns. Ten maior número de capas o Br^- , por estar nun período superior que o F^- , entón o raio do Br^- é maior que o do F^- . O catión Na^+ e o K^+ , do mesmo grupo da táboa periódica, diferéncianse no número de capas de electróns. Ten maior número de capas de electróns o K^+ , por estar nun período superior que o Na^+ , entón o raio do K^+ é maior que o do Na^+ . **A enerxía de rede, de acordo coa ecuación de Born-Landé, aumenta ao aumentar a carga e ao diminuír o raio dos ións, asumindo que a constante de Madelung (que depende da xeometría da rede) é a mesma ou moi similar.** Dado que ambos compostos teñen ións da mesma carga (1:1) a diferenza da enerxía de rede residirá na diferenza de tamaño dos ións en ambos compostos. O NaF ten ións de menor raio, entón terá maior enerxía de rede. Canto maior sexa a enerxía de rede do composto maior é a unión entre ións e máis alto será o seu punto de fusión (xa que maior enerxía haberá que comunicar para vencer a U de rede e separar os ións). Polo tanto, o NaF terá maior punto de fusión. c) O ioduro de cesio e o óxido de calcio son dous compostos iónicos. O CsI está formado por anións I^- e catións Cs^+ , e o CaO está formado por anións O^{2-} e catións Ca^{2+} . Consultando a táboa periódica, podemos comparar estes ións: O anión O^{2-} é máis pequeno (menor número de capas de electróns) e ten máis carga que o I^- . O catión Ca^{2+} é máis pequeno (menor número de capas de electróns) e ten máis carga que o Cs^+ . **A enerxía de rede aumenta ao aumentar a carga e ao diminuír o raio dos ións (de acordo coa ecuación de Born Landé).** Como o CsI ten ións máis grandes e menos cargados terá menor enerxía de rede. Cando estes compostos iónicos se disolven en disolventes polares como a auga, os seus ións atraen as moléculas do disolvente polo extremo que ten carga oposta á súa e establecen enlaces débiles con elas. A enerxía liberada na formación destes enlaces acostuma ser maior que a enerxía de rede do composto, e este remata por esboroarse. Segundo isto, canto menor sexa a enerxía de rede do composto máis solúbel será (porque menor enerxía será necesario suministrar para vencer a U de rede do composto). Polo tanto, o CsI será o máis solúbel na auga.

29. Explica razoadamente, desde o punto de vista da estrutura, por que: a) O NaCl ten punto de fusión maior que o ICl. b) O SiO_2 ten maior punto de fusión que o CO_2 . c) O H_2O ten maior punto de ebulición que o H_2S . (Selectividade COU. Xuñ-97)

a) O NaCl é un composto iónico e o ICl é un composto molecular. Para fundir o NaCl habería que vencer as intensas atraccións electrostáticas entre ións de carga oposta. Só a temperaturas

elevadas os ións adquiren a enerxía necesaria para vencer estas forzas e que se funda o cristal. Para fundir o ICl hai que separar as súas moléculas, unidas por forzas intermoleculares tipo dipolo-dipolo, fáciles de romper por ser pouco intensas. Isto explica que punto de fusión do NaCl sexa moito maior que o do ICl. b) O SiO₂ é un cristal atómico ou covalente e o CO₂ é un composto molecular. Para fundir o SiO₂ habería que romper enlaces covalentes entre átomos. Para fundir CO₂ só hai que vencer forzas intermoleculares de London tipo dipolo instantáneo-dipolo inducido, xa que o CO₂ está formado por moléculas apolares. Como os enlaces covalentes son forzas moi intensas e máis difíciles de vencer que as débiles forzas dipolo instantáneo-dipolo inducido, o SiO₂ ten un punto de fusión moito maior que o do CO₂. c) H₂O e H₂S son compostos formados por moléculas polares, no entanto as forzas intermoleculares que unen as súas moléculas son distintas. As moléculas polares do H₂S mantéñense unidas mediante forzas dipolo-dipolo. As moléculas de H₂O establecen enlaces de hidróxeno entre elas, xa que teñen átomos de hidróxeno enlazados covalentemente a un átomo moi electronegativo e pequeno, o osíxeno. Como o enlace de hidróxeno é máis forte que as forzas dipolo-dipolo, as moléculas de auga están unidas con máis forza que as de sulfuro de hidróxeno. Resulta máis difícil separar as moléculas de auga (menor cantidade de enerxía hai que suministrar), feito que explica que o punto de ebulición da auga sexa maior que o do sulfuro de hidróxeno.

30. Un recipiente contén 24 cm³ de metanol. Indica: a) Número de moléculas que contén. b) Número de átomos de osíxeno e de carbono que contén. c) Xeometría da molécula e tipos de enlace no metanol líquido. d) O punto de ebulición do etanol, será maior ou menor que o do metanol? Razona as respostas. Datos: densidade do metanol = 0,8 g/cm³. (Selectividade COU. Xuñ-99)

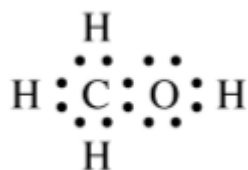
a) $M_r(\text{CH}_3\text{OH}) = 12 + 1 \cdot 4 + 16 = 32$

$$24 \text{ cm}^3 \text{ CH}_3\text{OH} \cdot \frac{0,8 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{32 \text{ g}} \cdot \frac{6,022 \cdot 10^{23} \text{ moléculas}}{1 \text{ mol}} = 3,6 \cdot 10^{23} \text{ moléculas de CH}_3\text{OH}$$

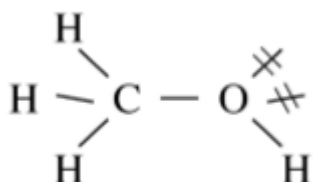
b)

$$\begin{aligned} \text{b)} \quad & 3,6 \cdot 10^{23} \text{ moléculas CH}_3\text{OH} \cdot \frac{1 \text{ átomo de O}}{1 \text{ molécula}} = \mathbf{3,6 \cdot 10^{23} \text{ átomos de O}} \\ & 3,6 \cdot 10^{23} \text{ moléculas CH}_3\text{OH} \cdot \frac{1 \text{ átomo de C}}{1 \text{ molécula}} = \mathbf{3,6 \cdot 10^{23} \text{ átomos de C}} \end{aligned}$$

c) A molécula está formada por enlaces covalentes. Mediante a estrutura de Lewis podemos ver a distribución dos electróns para formar os enlaces da molécula:



Segundo a **TRPECV**, os electróns da capa de valencia do átomo central, agrupados por pares, sitúanse na forma xeométrica na que se atopan o máis lonxe posíbel para que a repulsión entre eles sexa mínima. O carbono ten catro pares de electróns na capa de valencia, que se distribúen tetraédricamente para que a repulsión entre eles sexa mínima. Como os catro pares son enlazantes, a xeometría da molécula en torno ao carbono será **tetraédrica**. O osíxeno ten catro pares de electróns na capa de valencia, que se distribúen tetraédricamente para que a repulsión entre eles sexa mínima. Como dous dos pares non son enlazantes, a xeometría en torno ao osíxeno será angular.



Nesta molécula hai un átomo de hidróxeno enlazado covalentemente a un átomo moi electronegativo e pequeno, o osíxeno, que atrae cara a si os pares de electróns de enlace, adquirindo unha carga parcial negativa e deixando o hidróxeno con carga parcial positiva. As atraccións entre estas cargas parciais é a responsábel da unión entre moléculas. Este tipo de enlaces chámanse **enlaces de hidróxeno** e serán os que unen ás moléculas no metanol líquido.

d) Canto maiores son as forzas intermoleculares, maior é o punto de ebulición. O etanol ademais de presentar enlaces de hidróxeno tamén presenta interaccións dipolo-dipolo e forzas tipo London. O etanol ten maior masa molecular co metanol, polo que as unións entre moléculas por enlaces de hidróxeno se ven incrementadas pola formación de dipolos instantáneos que engaden atraccións tipo dipolo instantáneo-dipolo inducido. Entón o etanol terá maior punto de ebulición.

34. Que propiedades nos permiten diferenciar un cristal covalente dun molecular?

Os cristais covalentes están formados por redes cristalinas de átomos unidos entre si por enlaces covalentes, como se fosen moléculas xigantes. Os cristais moleculares están formados por moléculas discretas, cos seus átomos unidos por enlaces covalentes e que se unen a outras moléculas mediante forzas intermoleculares (moito máis débiles que os enlaces covalentes). As propiedades que os distinguen son:

- Os puntos de fusión e ebulición: os dos cristais moleculares son baixos e os dos cristais covalentes son moi altos.
- A dureza: os cristais moleculares son brandos e os cristais covalentes son moi duros.
- A solubilidade: os cristais moleculares disólvense en disolventes de polaridade semellante e os cristais covalentes son insolúbeis, tanto en disolventes polares como apolares.

(Conveniente argumentar brevemente cada propiedade e a súa relación co enlace)

35. En que se parecen e en que se diferencian as dúas formas alotrópicas do carbono?

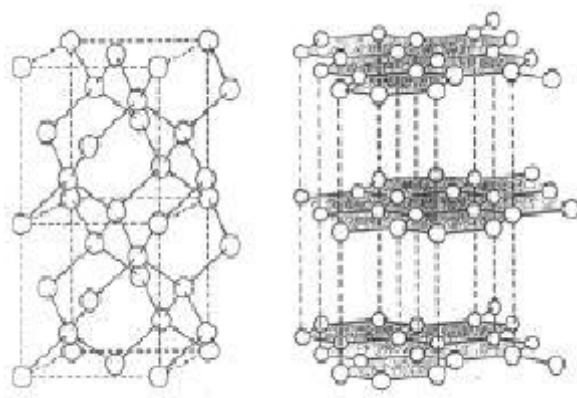
As dúas formas alotrópicas do carbono son o carbono diamante e o carbono grafito.

Parécense en que:

- Están formados por átomos de carbono unidos entre si por enlaces covalentes en cristais atómicos ou covalentes.
- Son sólidos a temperatura ambiente.
- Son duros.
- Son insolúbeis.
- Teñen puntos de fusión e ebulición altos.

Diferéncianse en que:

- O carbono no grafito ten hibridación sp^2 e no diamante sp^3 .
- O grafito conduce a corrente eléctrica (xa que téñen electróns libres en orbitais p) e o diamante non é condutor (tódolos electróns están implicados nos enlaces covalentes da rede).
- O grafito exfolia facilmente en láminas (debido á súa estrutura) e o diamante non.



36. Tendo en conta as propiedades que se indican, explica, de forma razoada, o tipo de enlace que presentan as redes cristalinas das seguintes substancias: Substancia A: é condutora da electricidade en estado sólido e fundida. Substancia B: sólido de punto de fusión elevado. Fundida ou disolta conduce a corrente eléctrica pero non o fai en estado sólido. Substancia C: sólido de punto de fusión moi elevado. Non conduce a corrente eléctrica nin en estado sólido nin fundida. Substancia D: o seu punto de fusión é moi baixo.

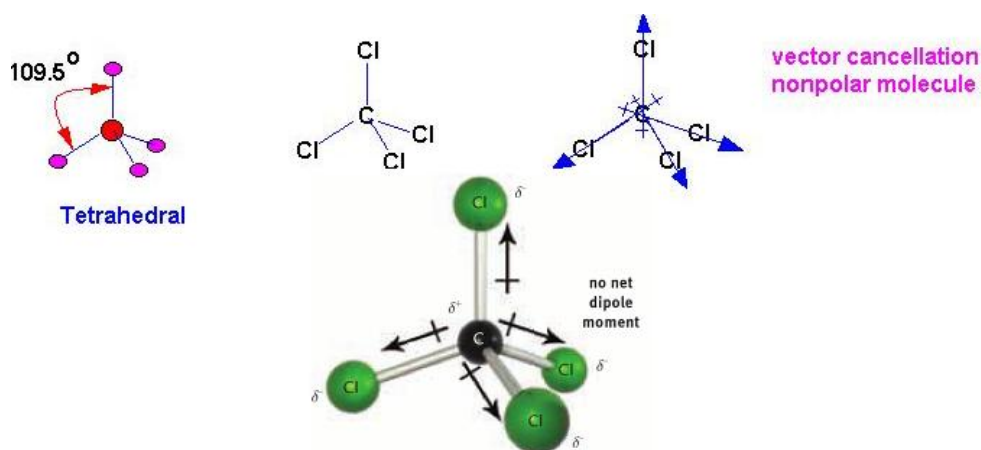
Substancia A: Só os metais conducen a electricidade en estado sólido e fundidos (xa que teñen electróns-partículas cargadas-libres e susceptibles de moverse por todo o cristal baixo a aplicación dun campo eléctrico), polo que terá enlace metálico. Substancia B: Os compostos que conducen a electricidade fundidos ou disoltos, pero non o fan en estado sólido (xa que os seus ións-partículas con carga están fixas nas súas posicións de rede), son os que teñen enlace iónico. Ademais, os compostos iónicos teñen puntos de fusión elevados.

Substancia C: Se é un sólido de punto de fusión moi elevado e non conduce a corrente eléctrica en ningún estado, será un cristal atómico ou covalente. Substancia D: O punto de fusión baixo correspóndese con compostos formados por moléculas, onde a atracción entre moléculas é débil. O enlace que dá lugar a estas moléculas é o covalente e entre as moléculas establécense forzas intermoleculares.

37. Contesta razoadamente ás seguintes preguntas: a) Por que o H_2O ten un punto de ebulición máis alto que o H_2S ? b) O carbono e o cloro teñen electronegatividades moi distintas, é polar o tetracloruro de carbono? c) Dispónse de dous recipientes individuais, cada un deles contén 800 ml de auga destilada e engádeselle a un deles 10 g de cloruro de sodio e ao outro 10 g de sacarosa. Indica, xustificando a resposta; c1) se se formará unha mestura homoxénea en ambos casos e c2) se algunha das dúas disolucións conduce a corrente eléctrica. (Selectividade COU. Xuñ-02)

a) A auga, H_2O , e o sulfuro de hidróxeno, H_2S , son compostos formados por **moléculas polares** (breve explicación: en ámbolos casos hibridación sp^3 do átomo central deixando dous pares non enlazantes polo que a xeometría é angular; os momentos dipolares de enlace non se anulan polo que a molécula ten un momento dipolar neto. Isto sucede para tódolos hidruros do grupo 16); sen embargo, as forzas intermoleculares que unen as súas moléculas son distintas. As moléculas do H_2S teñen extremos con cargas opostas (dipolos) que establecen unións electrostáticas cos extremos de polaridade oposta das moléculas veciñas. Estas atraccións entre moléculas son as forzas dipolo-dipolo. As moléculas de H_2O , tamén dipolos, teñen un tipo especial de enlace dipolo-dipolo: o enlace de hidróxeno. Dáse este enlace, porque teñen átomos de hidróxeno enlazados covalentemente a un átomo moi electronegativo e pequeno, o osíxeno, que atrae cara a si os pares de electróns do enlace, adquirindo unha carga parcial negativa e deixando os hidróxenos con carga parcial positiva. A atracción entre estas cargas parciais é a responsábel da unión entre moléculas. Como o enlace de hidróxeno é máis forte que as forzas dipolo-dipolo, as moléculas de auga están unidas con máis forza que as de sulfuro de hidróxeno e, polo tanto, a auga ten un punto de ebulición máis alto que o sulfuro de hidróxeno.

b) O carbono e o cloro teñen electronegatividades moi distintas, polo que os enlaces C-Cl do tetracloruro de carbono son polares. Porén, a molécula de tetracloruro de carbono é apolar, xa que os momentos dipolares dos seus enlaces se anulan, ao estar dirixidos cara aos vértices dun tetraedro regular.



c) O cloruro de sodio é un composto iónico e, polo tanto, solúbel en auga. A sacarosa é un composto molecular formado por moléculas que teñen grupos OH. Dado que o osíxeno é un átomo pequeno e electronegativo, establécense enlaces de hidróxeno entre as moléculas de sacarosa, enlaces similares aos que unen as moléculas de auga, polo que a sacarosa será solúbel en auga. Segundo isto, nos dous casos fórmase unha **mestura homoxénea**. Só conduce a corrente eléctrica a disolución de cloruro de sodio, xa que os ións en disolución teñen carga e mobilidade que permite o transporte da corrente eléctrica (Na disolución de sacarosa non hai cargas eléctricas libres susceptibles de se moveren baixo a aplicación dun campo eléctrico).

38. Describe o tipo de forzas atractivas que se deben vencer para que teñan lugar os seguintes cambios: a) Disolución de cloruro de potasio en auga. b) Vaporización do fluoruro de sodio. c) Vaporización do bromo líquido. d) Disolución do iodo en tetracloruro de carbono.

a) O cloruro de potasio é un composto iónico. Para que este se disolva, as interaccións entre as moléculas de auga e os ións que forman o composto teñen que ser superiores ás atraccións entre ións, de xeito que a rede remate por esboroarse. As forzas atractivas que haberá que vencer neste cambio serán forzas de atracción electrostática entre ións, é dicir, hai que vencer a U de rede.

b) O fluoruro de sodio é un composto iónico. Para fundilo hai que romper os enlaces entre os ións que forman a rede. As forzas atractivas que hai que vencer neste cambio son forzas de atracción electrostática entre ións.

c) O bromo líquido está formado por moléculas apolares de Br_2 que se unen entre si por forzas intermoleculares tipo dipolo instantáneo-dipolo inducido (London), forzas que hai que romper para separar as súas moléculas, cando se vaporiza.

d) O iodo está formado por moléculas apolares de I_2 que se unen entre si por forzas intermoleculares tipo dipolo instantáneo-dipolo inducido, forzas que hai que romper para separar as súas moléculas, cando se dissolve en tetracloruro de carbono, composto que tamén ten o mesmo tipo de unións por ser apolares as súas moléculas.