

## PROPRIEDADES COLIGATIVAS – DIAGRAMA DE FASES

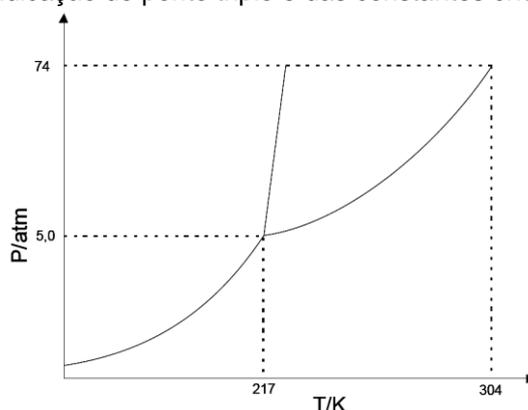
### 01 - (Ufg GO/2008/2ªFase)

Quando a água solidifica, a uma pressão constante e igual a 1,0 atm, sua densidade diminui. Já com o dióxido de carbono verifica-se que, a 73 atm, a solidificação resulta num sólido de densidade maior que o líquido original. Considerando essas informações,

- esboce o diagrama de fases do dióxido de carbono, indicando o ponto triplo ( 217 K e 5 atm ) e as constantes críticas ( 304 K e 74 atm );
- explique as diferenças entre as densidades desses materiais durante o processo de solidificação.

#### Gab:

- Esboço do diagrama, com indicação do ponto triplo e das constantes críticas:



- As moléculas do dióxido de carbono são lineares, enquanto as da água têm geometria angular. Além disso, na água, há formação de ligações de hidrogênio. Assim, no processo de solidificação, as moléculas de dióxido de carbono estruturam-se num arranjo cujo volume final do sólido é menor que o do líquido. Por outro lado, as moléculas de água estruturam-se num arranjo cujo volume final do sólido é maior que no líquido.

### 02 - (Ufg GO/2007/1ªFase)

A tabela a seguir contém as temperaturas críticas para algumas substâncias.

| Substância | Temp. crítica(K) |
|------------|------------------|
| Nitrogênio | 126              |
| Argônio    | 150              |
| Oxigênio   | 155              |
| Metano     | 190              |
| Kriptônio  | 209              |

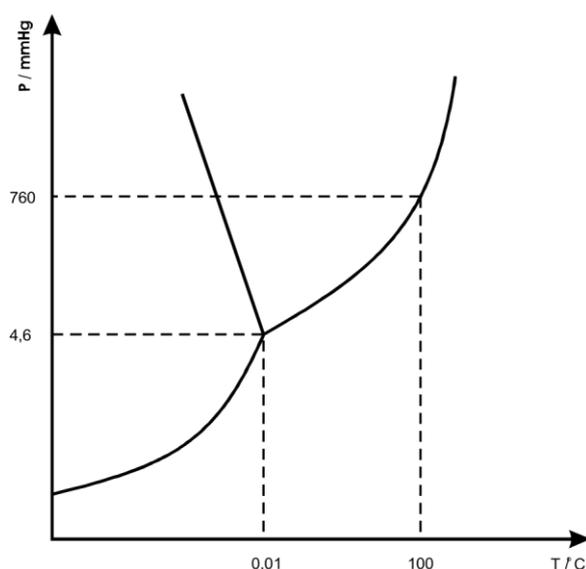
Dessas substâncias, a que pode mudar de estado físico, por compressão, na temperatura de  $-75\text{ }^{\circ}\text{C}$ , é o

- $\text{N}_2$
- $\text{O}_2$
- Ar
- Kr
- $\text{CH}_4$

#### Gab:D

### 03 - (Ufg GO/2007/2ªFase)

O diagrama de fases da água é representado abaixo.



As diferentes condições ambientais de temperatura e pressão de duas cidades, A e B, influenciam nas propriedades físicas da água. Essas cidades estão situadas ao nível do mar e a 2400 m de altitude, respectivamente. Sabe-se, também, que a cada aumento de 12 m na altitude há uma mudança média de 1 mmHg na pressão atmosférica. Sendo a temperatura em A de  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  e em B de  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ , responda:

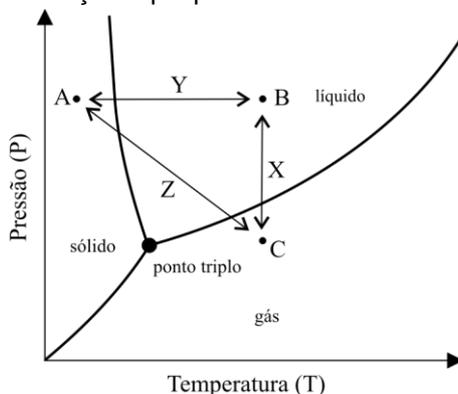
- Em qual das duas cidades é mais fácil liquefazer a água por compressão? Justifique.
- Quais são as mudanças esperadas nos pontos de fusão e ebulição da água na cidade B com relação a A.

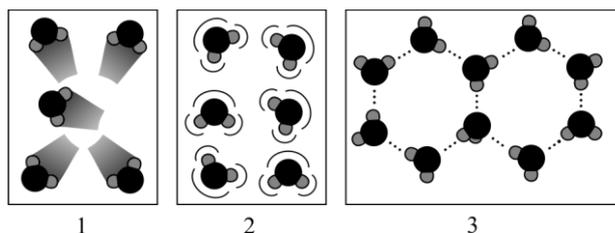
**Gab:**

- Na cidade A. De acordo com o diagrama de fases, a pressão a ser exercida na água para que ocorra a liquefação é menor.
- Como B está a aproximadamente 2400 m de altitude, a pressão atmosférica é menor. Conseqüentemente a temperatura de fusão da água será maior que em A, e a temperatura de ebulição será menor que em A.

**04 - (Unesp SP/2007/Conh. Gerais)**

No ciclo da água, mudanças de estado físico são bastante comuns. No diagrama de fases, os pontos A, B e C representam os possíveis estados físicos em que se pode encontrar água em todo o planeta. Neste diagrama, X, Y e Z representam possíveis processos de mudança de estado físico da água, em ambiente natural ou em experimento controlado. As figuras 1, 2 e 3 são representações que podem ser associadas aos pontos A, B e C.





Tomando por base os pontos A, B e C, os processos X, Y e Z e as figuras 1, 2 e 3, pode-se afirmar que

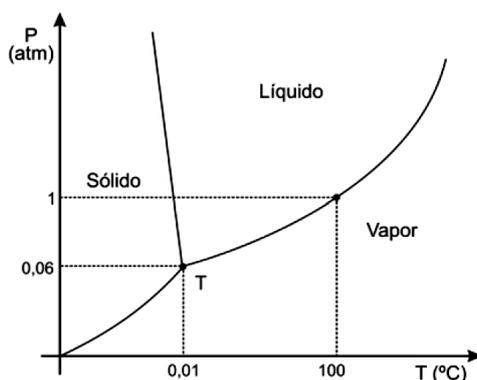
- a) Z representa mudança de pressão e temperatura, e a figura 3 corresponde ao ponto A.
- b) X representa mudança de pressão e temperatura, e a figura 3 corresponde ao ponto A.
- c) Y representa apenas mudança de temperatura, e a figura 2 corresponde ao ponto C.
- d) X representa apenas mudança de temperatura, e a figura 2 corresponde ao ponto B.
- e) Z representa mudança de pressão e temperatura, e a figura 1 corresponde ao ponto B.

**Gab:** A

**05 - (Ucs RS/2006/Julho)**

Inundações em bibliotecas podem levar ao encharcamento de livros antigos e raros. Um livro encharcado pode ser recuperado se for imediatamente colocado em um freezer à temperatura aproximada de  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  e, após congelado, for submetido a vácuo.

Considere o seguinte diagrama de fases da água.



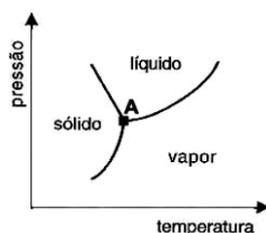
Com base no texto e no diagrama, é correto afirmar que a recuperação de livros encharcados é possível, porque a água, nessas condições,

- a) passa por uma transformação química, produzindo  $\text{H}_2$  e  $\text{O}_2$  gasosos.
- b) passa por uma transformação física denominada *sublimação*.
- c) passa por uma transformação química denominada  *fusão*.
- d) passa por uma transformação física denominada *evaporação*.
- e) apresenta as três fases em equilíbrio.

**Gab:** B

**06 - (Ueg GO/2006/Julho)**

Analise o gráfico abaixo, o qual representa o diagrama de fases da água, e julgue as afirmações posteriores.



- I. No ponto A, coexistem as fases sólida, líquida e gasosa da água.
- II. A posição do ponto triplo da água não sofrerá influência pela adição de um soluto não-volátil.
- III. Espera-se que com o aquecimento, no vácuo, as partículas de gelo passem diretamente para a fase gasosa.

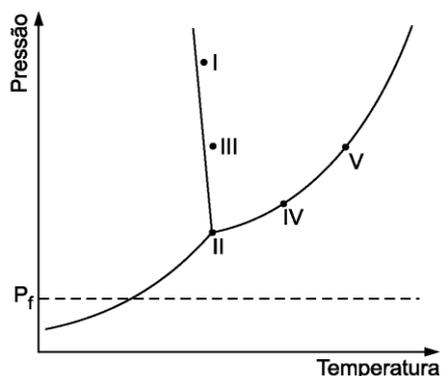
Assinale a alternativa CORRETA:

- a) Apenas as afirmações I e II são verdadeiras.
- b) Apenas as afirmações I e III são verdadeiras.
- c) Apenas as afirmações II e III são verdadeiras.
- d) Todas as afirmações são verdadeiras.

**Gab: B**

**07 - (ITA SP/2006)**

O diagrama de fases da água está representado na figura. Os pontos indicados (I, II, III, IV e V) referem-se a sistemas contendo uma mesma massa de água líquida pura em equilíbrio com a(s) eventual(ais) fase(s) termodinamicamente estável(eis) em cada situação.



Considere, quando for o caso, que os volumes iniciais da fase vapor são iguais. A seguir, mantendo-se as temperaturas de cada sistema constantes, a pressão é reduzida até  $P_f$ . Com base nestas informações, assinale a opção que apresenta a relação ERRADA entre os números de mol de vapor de água ( $n$ ) presentes nos sistemas, quando a pressão é igual a  $P_f$ .

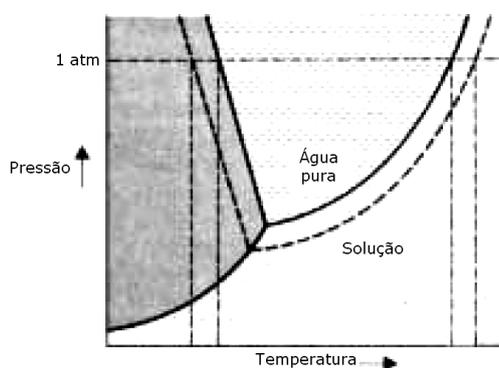
- a)  $n_I < n_{III}$
- b)  $n_I < n_{IV}$
- c)  $n_{III} < n_{II}$
- d)  $n_{III} < n_V$
- e)  $n_{IV} < n_V$

**Gab:A**

Consultando o diagrama, concluímos que em I e III temos apenas água líquida pura. Como as massas de líquido são iguais, na situação final teremos massas iguais de vapor de água. Portanto,  $n_I = n_{III}$ .

**08 - (Unimontes MG/2006)**

A figura a seguir relaciona o efeito de um soluto não volátil sobre o diagrama de fase da água.



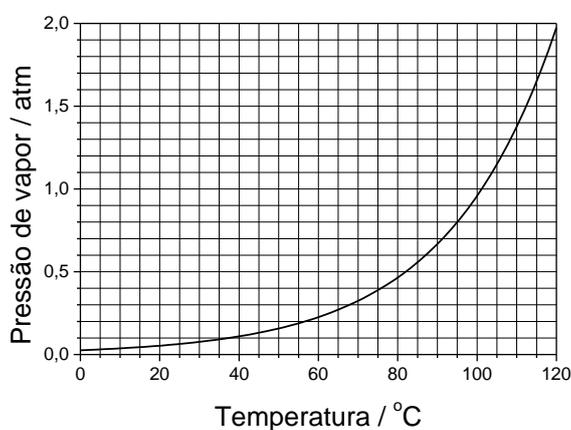
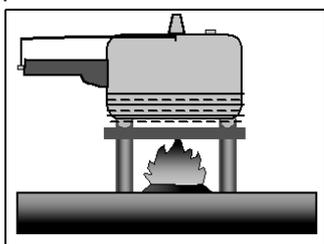
A adição de um soluto não volátil à água pura provoca os seguintes efeitos, **EXCETO**

- a) aumento do seu ponto de ebulição.
- b) elevação do seu ponto de congelamento.
- c) abaixamento da pressão de vapor.
- d) aumento da faixa líquida da solução.

**Gab: B**

**09 - (Ufsc SC/2006)**

A panela de pressão permite que alimentos sejam cozidos em água muito mais rapidamente do que em panelas convencionais. Sua tampa possui uma borracha de vedação que não deixa o vapor escapar a não ser através de um orifício sobre o qual assenta um peso (válvula) que controla a pressão. O esquema da panela de pressão e um diagrama de fases da água são apresentados abaixo. A pressão exercida pelo peso da válvula é de 0,4 atm e a pressão atmosférica local é de 1,0 atm.



Adaptado de: COVRE, G.J. Química: o homem e a natureza. São Paulo: FTD, 2000, p. 370.

De acordo com as informações do enunciado e do gráfico acima, assinale a(s) proposição(ões) CORRETA(S).

- 01. A água, dentro da panela de pressão, entrará em ebulição a 110°C.
- 02. Reduzindo o peso da válvula pela metade, a água entrará em ebulição a 100°C.
- 04. Aumentando a intensidade da chama sob a panela, a pressão interna do sistema aumenta.
- 08. Se, após iniciar a saída de vapor pela válvula, a temperatura for reduzida para 60°C, haverá condensação de vapor d'água até que a pressão caia para 0,5 atm.
- 16. Na vaporização da água o principal tipo de interação que está sendo rompida entre as moléculas são ligações de hidrogênio.

**Gab:** 17

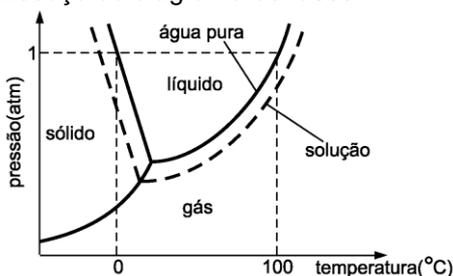
**10 - (ITA SP/2006)**

Esboce graficamente o diagrama de fases (pressão versus temperatura) da água pura (linhas cheias). Neste mesmo gráfico, esboce o diagrama de fases de uma solução aquosa 1 mol kg<sup>-1</sup> em etilenoglicol (linhas tracejadas).

Esboce graficamente o diagrama de fases (pressão versus temperatura) da água pura (linhas cheias). Neste mesmo gráfico, esboce o diagrama de fases de uma solução aquosa 1 mol kg<sup>-1</sup> em etilenoglicol (linhas tracejadas).

**Gab:**

Esboço do diagrama de fases:

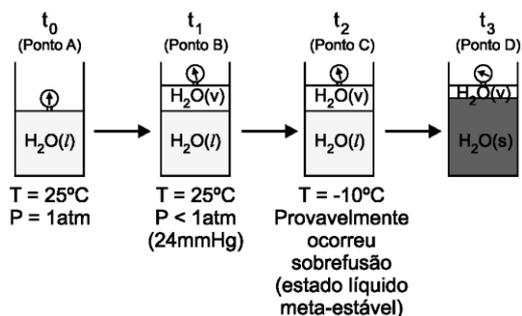


**11 - (ITA SP/2005)**

Sob pressão de 1 atm, adiciona-se água pura em um cilindro provido de termômetro, de manômetro e de pistão móvel que se desloca sem atrito. No instante inicial ( $t_0$ ), à temperatura de 25°C, todo o espaço interno do cilindro é ocupado por água pura. A partir do instante ( $t_1$ ), mantendo a temperatura constante (25°C), o pistão é deslocado e o manômetro indica uma nova pressão.

A partir do instante ( $t_2$ ), todo o conjunto é resfriado muito lentamente a -10°C, mantendo-se-o em repouso por 3 horas. No instante ( $t_3$ ), o cilindro é agitado, observando-se uma queda brusca da pressão. Faça um esboço do diagrama de fases da água e assinale, neste esboço, a(s) fase(s) (co)existente(s) no cilindro nos instantes  $t_0$ ,  $t_1$ ,  $t_2$  e  $t_3$ .

**Gab:**



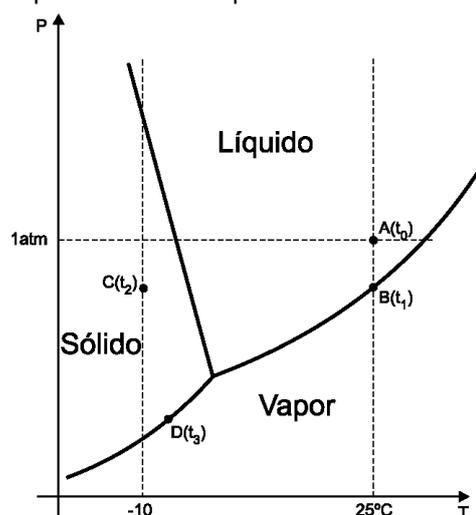
No instante  $t_0$ , a pressão de 1 atm (760 mmHg) é a pressão exercida pelo êmbolo na superfície da água líquida, a 25°C (ponto A).

No instante  $t_1$ , deslocando-se o pistão, mantendo a temperatura constante, passaremos a ter um equilíbrio  $H_2O(l) \rightleftharpoons H_2O(v)$  e a pressão exercida no manômetro é a pressão de vapor da água a 25°C (aproximadamente 24 mmHg) (ponto B).

Resfriando lentamente o sistema a  $-10^\circ\text{C}$ , passaremos provavelmente a ter um estado líquido metaestável, no qual ocorre a sobrefusão da água. É impossível marcar no gráfico essa situação, mas podemos considerar o ponto (C), estando a água no estado líquido e não sólido.

Teremos um equilíbrio instável:  $H_2O(l) \rightleftharpoons H_2O(v)$

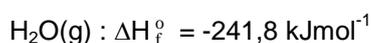
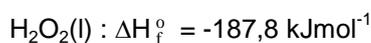
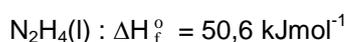
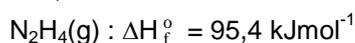
Ao agitarmos o cilindro (instante  $t_3$ ), o líquido passará para o estado sólido com diminuição repentina de pressão; esse processo libera calor e a temperatura final do sistema poderá ser superior a  $-10^\circ\text{C}$  e igual à temperatura do equilíbrio sólido-vapor.



## 12 - (ITA SP/2004)

Um dos sistemas propelentes usados em foguetes consiste de uma mistura de hidrazina ( $N_2H_4$ ) e peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ). Sabendo que o ponto triplo da hidrazina corresponde à temperatura de  $2,0^\circ\text{C}$  e à pressão de 3,4 mm Hg, que o ponto crítico corresponde à temperatura de  $380^\circ\text{C}$  e à pressão de 145 atm e que na pressão de 1 atm as temperaturas de fusão e de ebulição são iguais a  $1,0$  e  $113,5^\circ\text{C}$ , respectivamente, pedem-se:

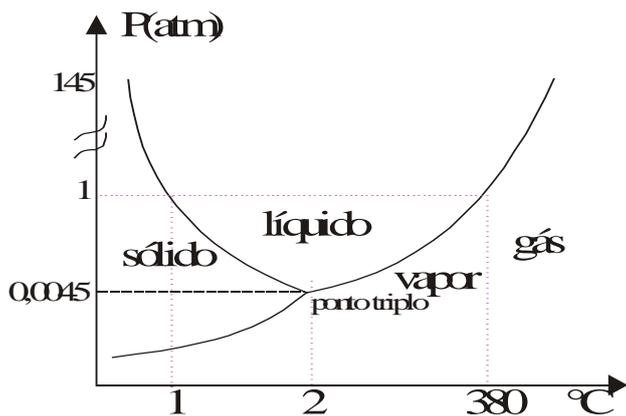
Dados eventualmente necessários: variação de entalpia de formação ( $\Delta H_f^\circ$ ), na temperatura de  $25^\circ\text{C}$  e pressão de 1 atm, referente a:



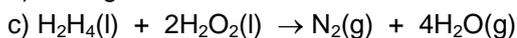
- Um esboço do diagrama de fases da hidrazina para o intervalo de pressão e temperatura considerados neste enunciado.
- A indicação, no diagrama esboçado no item a), de todos os pontos indicados no enunciado e das fases presentes em cada região do diagrama.
- A equação química completa e balanceada que descreve a reação de combustão entre hidrazina e peróxido de hidrogênio, quando estes são misturados numa temperatura de  $25^\circ\text{C}$  e pressão de 1 atm. Nesta equação, indique os estados físicos de cada substância.
- O cálculo da variação de entalpia da reação mencionada em c).

**Gab:**

-



b) vide gráfico

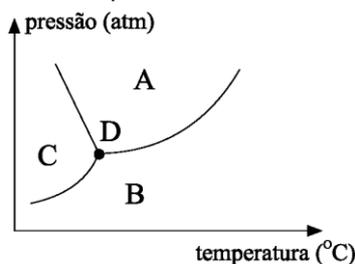


d) - 642,2kJ

**13 - (Uftm MG/2003/1ªFase)**

Na patinação no gelo, o deslizar do patinador é fácil porque a pressão exercida pelo patim derrete aos poucos o gelo, que volta a se solidificar logo após a passagem do patinador.

No gráfico, essas transformações correspondem, respectivamente, ao trecho:

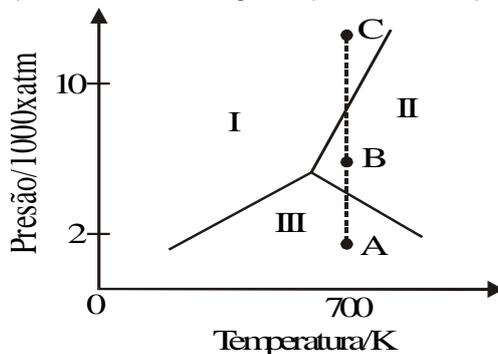


- a) AB.
- b) AC.
- c) CB.
- d) DA.
- e) DC.

**Gab: B**

**14 - (Ufg GO/2003/2ªFase)**

A Chapada dos Veadeiros também é famosa por suas inúmeras cachoeiras e enormes paredões de cristais de quartzo, que são silicatos. No diagrama de fases, a seguir, estão representadas três fases sólidas de um silicato de alumínio com fórmula molecular  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$ , onde cada fase sólida representa um tipo de mineral diferente: cianita (densidade =  $3,63 \text{ g.cm}^{-3}$ ), andalusita (densidade =  $3,16 \text{ g.cm}^{-3}$ ) e silimanita (densidade =  $3,24 \text{ g.cm}^{-3}$ ).



Nesse diagrama, a linha vertical reflete a mudança das fases, com a pressão, na temperatura fixa de 700 K.

Explique quais as fases predominantes na transformação isotérmica do ponto A ao ponto C, identificando cada uma delas.

**Gab:**

Ponto A: a fase sólida predominante é a Andalusita, uma vez que apresenta a menor densidade;

Ponto B: a fase sólida predominante é a Silimanita, que apresenta densidade intermediária;

Ponto C: a fase sólida predominante é a Cianita, uma vez que apresenta a maior densidade;

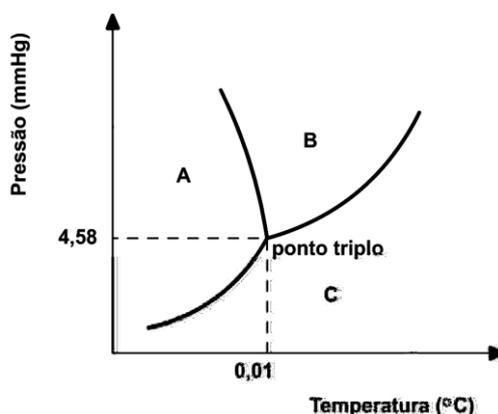
Obs: um aumento exagerado de pressão, implica em um aumento de densidade.

**15 - (Uel PR/2002)**

Alguns produtos sensíveis ao calor, presentes em bebidas como o café, sucos e algumas vitaminas, podem ser desidratados por liofilização. Ou seja: diminui-se a temperatura dessas bebidas até muito abaixo de 0°C, e se aplicam sobre elas pressões reduzidas e próximas às do ponto tripla. Por aquecimento, a água sublima-se, deixando um produto desidratado que pode ser reconstituído mais tarde pela adição de água.

As condições do processo de secagem descrito podem ser obtidas através do uso do diagrama de equilíbrio ao lado (sem escala) no qual se apresentam as fases sólida, líquida e de vapor da água.

Com base no diagrama apresentado, o estado físico da água nas regiões **A**, **B** e **C** é, respectivamente:

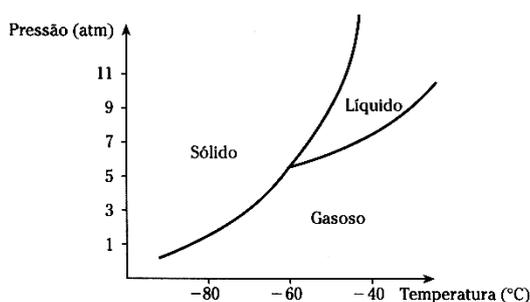


- a) Sólido, vapor, líquido.
- b) Líquido, sólido, vapor.
- c) Sólido, líquido, vapor.
- d) Líquido, vapor, sólido.
- e) Vapor, líquido, sólido.

**Gab: C**

**16 - (Unicamp SP)**

Observe o diagrama de fases do dióxido de carbono:



Considere uma amostra de dióxido de carbono a 1 atm. de pressão e temperatura de  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  e descreva o que se observa quando, mantendo a temperatura constante, a pressão é aumentada lentamente até 10 atm.

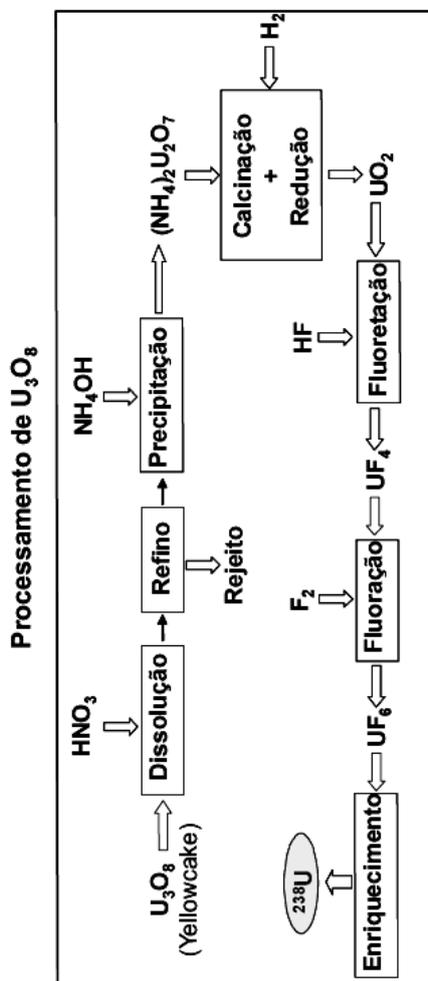
**Gab:**

Mantendo a temperatura de  $-50^{\circ}\text{C}$  constante e aumentando a pressão de 1 a 10 atm, podemos observar no gráfico que o  $\text{CO}_2$  permanece gasoso até a pressão de 6 atm, quando, nessa pressão, o  $\text{CO}_2$  torna-se líquido, permanecendo nesse estado até a pressão de 9 atm, ponto em que ocorre a solidificação do  $\text{CO}_2$ .

**TEXTO: 1 - Comum à questão: 17**

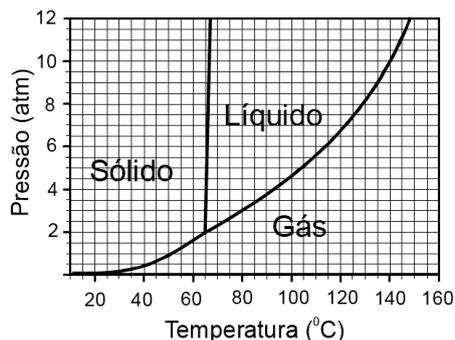
A produção de energia nas usinas de Angra 1 e Angra 2 é baseada na fissão nuclear de átomos de urânio radioativo  $^{238}\text{U}$ . O urânio é obtido a partir de jazidas minerais, na região de Caetité, localizada na Bahia, onde é beneficiado até a obtenção de um concentrado bruto de  $\text{U}_3\text{O}_8$ , também chamado de *yellowcake*.

O concentrado bruto de urânio é processado através de uma série de etapas até chegar ao hexafluoreto de urânio, composto que será submetido ao processo final de enriquecimento no isótopo radioativo  $^{238}\text{U}$ , conforme o esquema a seguir.



**17 - (Ufrj RJ/2007)**

O  $\text{UF}_6$  gasoso produzido na etapa de fluoração é condensado para armazenamento e posterior enriquecimento. O diagrama esquemático de equilíbrio de fases do  $\text{UF}_6$  é apresentado a seguir:



- a) Apresente a temperatura de ebulição do  $\text{UF}_6$  a 10 atm.
- b) Indique a temperatura e a pressão em que as três fases (líquida, sólida e gasosa) estejam simultaneamente em equilíbrio.

**Gab:**

- a) A temperatura de ebulição do  $\text{UF}_6$  a 10 atm é igual a 140 °C.
- b) A temperatura é igual a 65 °C e a pressão é igual a 2 atm.

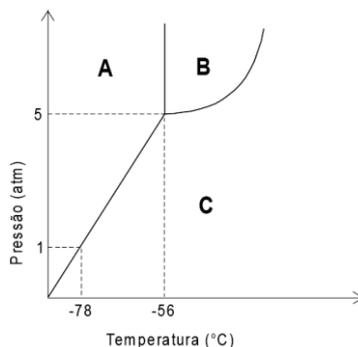
**TEXTO: 2 - Comum à questão: 18**

O Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente) resolveu definir os limites máximos para a emissão de poluentes atmosféricos, como óxidos de nitrogênio, óxidos de enxofre, monóxido de carbono e material particulado. Aprovada a resolução, serão limitadas também as emissões geradas nos processos de combustão externa de óleo combustível, de gás natural, de bagaço de cana-de-açúcar e de derivados da madeira, a partir da fabricação da celulose, da fusão secundária de chumbo, da indústria de alumínio primário, da produção de fertilizantes, de ácido fosfórico, de ácido sulfúrico e de ácido nítrico, e por usinas de pelletização de minério de ferro.

(Disponível em: <<http://noticias.terra.com.br/ciencia/interna>>. Acesso: 3 de janeiro de 2007.)

**18 - (Uesc BA/2007)**

Diagrama de Fases do  $\text{CO}_2$



A análise do diagrama de fases que representa as mudanças de estado do dióxido de carbono permite considerar que o  $\text{CO}_2$

- 01. se encontra no estado sólido a 5atm e  $-56^\circ \text{C}$ .
- 02. sublima, ao passar das condições de T e P da região B para a região C.
- 03. liquefaz, à temperatura maior que  $-56^\circ \text{C}$  e à pressão constante de 1atm.
- 04. tem moléculas na fase sólida em equilíbrio com moléculas na fase gasosa em toda a região A.
- 05. se encontra liquefeito em faixas de T e P compreendidas na região B.

**Gab:** 01