

- ⁸⁹G. Stöcklin, F. Schmidt-Bleek e W. Herr em "Chemical Effects of Nuclear Transformations", vol. 1, International Atomic Energy Agency, Vienna, 1961, p. 245.
- ⁹⁰J.A. Merrigan, "Reactions of Bromine Activated by (n,γ) and (I.T.) Processes in Carbon Tetrachloride and the C₆-Alkanes", tese de doutoramento, University of Nebraska - Lincoln, (E.U.A.), 1966, p. 148.
- ⁹¹J.E. Willard em "Annual Reviews, Inc., Stanford, 1953, p. 193.
- ⁹²A.J. Cole, M.D. Mia, G.E. Miller e P.F.D. Shaw em "Chemical Effects of Nuclear Transformations", vol. 1, International Atomic Energy Agency, Vienna, 1965, p. 351.
- ⁹³M. Saeki e E. Tachikawa, *Radiochim. Acta* **20**, 27 (1973).
- ⁹⁴K.E. Collins, C.H. Collins, G.D. Robinson, Jr., R. Kukoh, P. Amin Singgih e P.A. Kapauan em "Abstracts, Seventh International Hot Atom Chemistry Symposium" Jülich (F.R.A.), September, 1973, p. 79.
- ⁹⁵W.M. Grauer, E.P. Rack e R.M. Lambrecht, *Radiochem. Radioanal. Lett.* **16**, 289 (1974).
- ⁹⁶J.A. Merrigan, W.K. Ellgren e E.P. Rack, *J. Chem. Phys.* **44**, 174 (1966).
- ⁹⁷J.A. Merrigan, J.B. Nicholas e E.P. Rack, *Radiochim. Acta* **6**, 94 (1966).
- ⁹⁸S. Goldhaber, R.S.H. Chiang, e J.E. Willard, *J. Am. Chem. Soc.* **73**, 2271 (1951).
- ⁹⁹A.J.R. da Fonseca, D. Shaw e P.F.D. Shaw, *Radiochim. Acta* **17**, 81 (1972).
- ¹⁰⁰P.R. Geissler e J.E. Willard, *J. Phys. Chem.* **67**, 1675 (1963).
- ¹⁰¹G. Stöcklin em "Hot Atom Chemistry Status Report", International Atomic Energy Agency, Vienna, 1975, p. 161.
- ¹⁰²M. Milman, *Radiochim. Acta* **1**, 15 (1966).
- ¹⁰³A.R. Kazanijan e W.F. Libby, *J. Chem. Phys.* **42**, 2778 (1965).
- ¹⁰⁴A.J.R. da Fonseca, K. Fuller, A. Latham e P.F.D. Shaw, *Radiochim. Radioanal. Lett.* **2**, 69 (1969).
- ¹⁰⁵A.J. Cole, M.D. Mia, G.E. Miller e P.F.D. Shaw, *Radiochim. Acta* **6**, 150 (1966).
- ¹⁰⁶P.C. Capron e Y. Oshima, *J. Chem. Phys.* **20**, 1403 (1952).
- ¹⁰⁷J.M. Miller, J.W. Gryder e R.W. Dodson, *J. Chem. Phys.* **18**, 579 (1950).
- ¹⁰⁸L. Friedman e W.F. Libby, *J. Chem. Phys.* **17**, 647 (1949).
- ¹⁰⁹P.F.D. Shaw, *Radiochim. Acta* **1**, 177 (1963).
- ¹¹⁰S.S. Kontis e D.S. Urch, *Radiochim. Acta* **15**, 21 (1971).
- ¹¹¹M.I. Stamouli e N.A. Katsanos, *Radiochim. Acta* **9**, 13 (1968).
- ¹¹²H.-J. Machulla e G. Stöcklin, *J. Phys. Chem.* **78**, 658 (1974).
- ¹¹³K.-C. To, M.E. Berg, W.M. Grauer e E.P. Rack, *J. Phys. Chem.* **80**, 1411 (1976).
- ¹¹⁴T.R. Acciani, Y.-Y. Su, H.J. Ache e E.P. Rack, *J. Phys. Chem.* **82**, 975 (1978).
- ¹¹⁵J.E. Willard em "Chemical Effects of Nuclear Transformations", vol. 1, International Atomic Energy Agency, Vienna, 1965, p. 221.

NOTA TÉCNICA

FLUIDOS: MODELO E ESTRUTURA Um experimento de físico-química

Léo Degrevre e Willie A. Bueno

Fac. Fil. Ciên. Let. de Ribeirão Preto - U.S.P. - 14100

Ribeirão Preto - SP - Brasil

(Recebido em 07/08/78; 12/10/78)

As solidificações dos líquidos (transições de fase líquido-sólido) são caracterizadas pela discontinuidade de várias propriedades termodinâmicas e podem ser estudadas por vários caminhos¹. Entretanto, a interpretação destas propriedades é difícil, especialmente porque a estrutura espacial dos líquidos é complexa e não muito conhecida^{2,3}. Assim, nestes estudos, se usa teorias dos fluidos baseadas ou em modelos estruturais ou em teorias estatísticas, tais como, os métodos de simulação, os modelos cristalinos, as teorias baseadas nas funções de distribuição radial, as teorias de perturbação³ e os modelos geométricos, principalmente o desenvolvido por Bernal⁴. Este pesquisador demonstrou que várias propriedades dos líquidos podem ser obtidas considerando somente as repulsões geométricas. Macroscopicamente, este tipo de estrutura pode ser repre-

sentada empilhando-se N esferas rígidas e esféricas de modo que parte do sistema possua uma estrutura cristalina⁵. O coeficiente de ocupação destas N esferas de raio R empilhadas num volume V é dado por:

$$\varphi = \frac{4\pi NR^3}{3V}$$

Para os gases nobres este coeficiente é de 0,64, no ponto tríplice do diagrama de fases.

Neste trabalho, nós descrevemos um experimento simples para a determinação de φ , obtendo-se resultados consistentes com a teoria de Bernal e col.⁴.

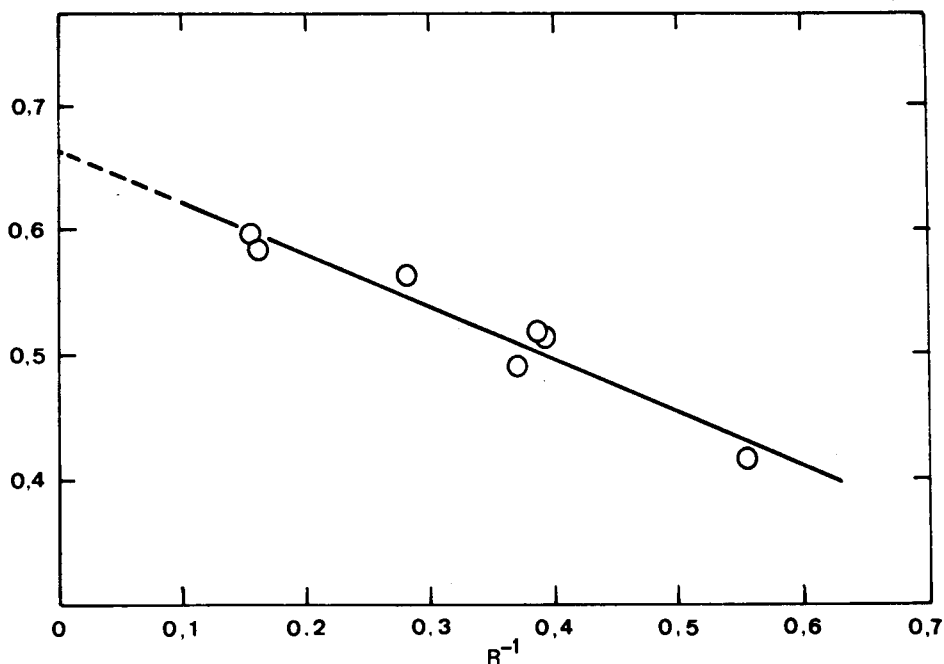
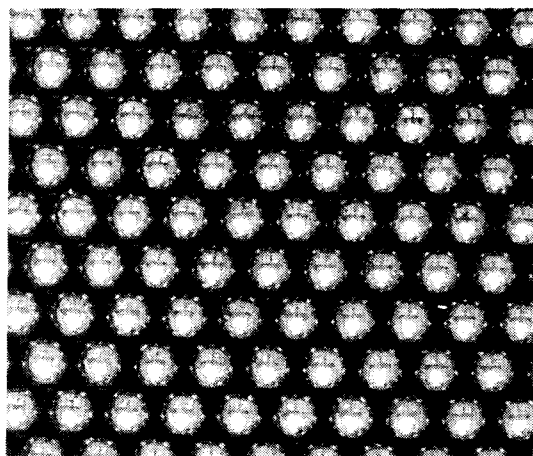


Fig. 1 - Coeficiente de ocupação de esferas rígidas em função do inverso do raio dos tubos, extrapolado a volume infinito superiores.

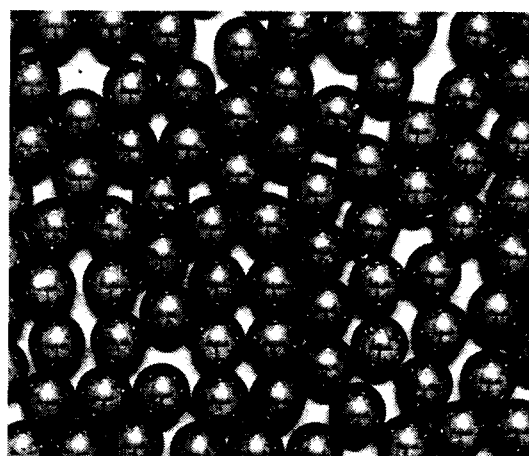
A determinação do valor de ϕ é facilmente realizada por um grupo de dois estudantes em três horas de trabalho. Esta determinação é efetuada da seguinte maneira: alguns tubos de vidro de diâmetros variáveis, por exemplo cinco provetas, são preparados de modo que as suas paredes internas sejam o mais irregular possível. Esta irregularidade pode ser obtida torcendo-se levemente o vidro a alta temperatura ou colocando bolinhas de vidro de diâmetros variáveis nas paredes internas dos tubos. Uma vez o tubo preparado preenche-o com esferas de aço, ou chumbo, ou de nylon, ou de vidro, de diâmetros acuradamente conhecido e constantes. O diâmetro destas esferas não deve exceder $1/5$ do diâmetro dos tubos de vidro.

O experimento é executado da seguinte maneira: toma-se

um número conhecido de esferas e as coloca dentro do tubo de vidro de parede interna irregular. O tubo é agitado levemente batendo-se nas paredes, a fim de diminuir o volume ocupado. Não deve-se girar o tubo pois o sistema pode "cristalizar-se". Com uma régua determina-se cuidadosamente a altura h , do volume ocupado pelas esferas (cerca de $1/4$ da altura total do tubo). Adicione mais esferas de modo que $1/2$ da altura do tubo seja preenchido e repita o processo. Adicione uma terceira vez e depois uma quarta vez esferas sempre em número conhecido e determine as alturas, isto é, num mesmo tubo deve-se determinar pelo menos 4 alturas das esferas. Esvazie-se o tubo e o experimento é repetido por mais três vezes. Determina-se a média das alturas obtidas. Determina-se então o volume ocu-



(a)



(b)

Fig. 2 - Modelo de esferas a) no estado cristalizado, b) no estado líquido.