



Un modèle de l'atome : Et si la nature avait vraiment horreur du vide... Combien y a-t-il d'entités élémentaires aériennes dans une bouteille d'un litre ? dans l'ultravide ?

publié le 23/12/2008

Descriptif :

Et si la nature avait vraiment horreur du vide... Combien y a-t-il d'entités élémentaires aériennes dans une bouteille d'un litre ? dans l'ultravide ?

Lorsqu'on dit qu'une bouteille de un litre est vide, elle est vide de liquide, mais pas d'air. Combien y a-t-il d'entités élémentaires aériennes dans cette bouteille ? L'air que nous respirons étant très proche du modèle du gaz parfait, nous avons à pression usuelle de 1 bar et à une température de 20°C :

$$pV = nRT \Rightarrow n = \frac{10^5 \cdot 10^{-3}}{8,314 \cdot 293} = 0,0041 \text{ mol}$$

Il y a donc $2,5 \cdot 10^{22}$ entités élémentaires dans cette bouteille ---- et donc dans un seul millimètre cube, $2,5 \cdot 10^{16}$. Pour que l'ensemble des entités comprises dans ce millimètre cube emplit totalement cette même bouteille à même température, il faudrait y faire un « vide poussé » à 0,1 Pa, un tel « vide » pouvant descendre, par définition, jusqu'à 10^{-5} Pa — où il y aurait 10.000 fois moins d'entités. Même le milieu interstellaire loin de toute étoile peut comporter quelques dizaines d'entités élémentaires par litre. Difficile donc, voire impossible, d'obtenir un vide de matière parfait.

Notons au passage que l'absence de matière ne représente pas pour autant le néant, l'espace étant encore « plein » d'énergie électromagnétique. Et même sans cela, il y aurait les fluctuations quantiques de l'énergie du vide — l'une des nombreuses implications des inégalités de Heisenberg — manifestées en particulier par l'effet Casimir. En effet, le physicien hollandais Hendrik Casimir (1909-2000) montra théoriquement en 1948 qu'une force attractive entre deux plaques conductrices parallèles devait résulter de ces fluctuations. Cet effet — qu'il faut extraire du « bruit » des autres effets énergétiques et ce n'est pas simple — ne fut clairement démontré expérimentalement qu'en 1978 par P.H.G.M. van Blokland et J.T.G. Overbeek — avec toutefois une incertitude expérimentale de 50 %. Actuellement, cet effet est établi avec une marge d'erreur de l'ordre de 1 %.

Il n'empêche que l'on sait réaliser aujourd'hui de l'« ultravide », en particulier dans les deux bras de 3 km de l'interféromètre Virgo près de Pise construit pour détecter des ondes gravitationnelles : la pression dans ces bras de 1,2 m de diamètre est de l'ordre de 10^{-8} Pa à une température de 0,1 K. Il faut faire ce « vide » dans un volume total de $2 \times 6800 \text{ m}^3$ — bras et installations —, ce qui représente une quantité de matière totale de... 0,16 millième de mole, soit environ 250 fois moins que la quantité de matière contenue dans notre bouteille de un litre d'air considérée initialement : il y a autant d'entités élémentaires dans les 13600 m^3 de « vide » de Virgo que dans un dé à coudre d'air sous conditions usuelles !

Pour en savoir plus sur [l'interféromètre de Virgo](#)



Académie
de Poitiers

Avertissement : ce document est la reprise au format pdf d'un article proposé sur l'espace pédagogique de l'académie de Poitiers.

Il ne peut en aucun cas être proposé au téléchargement ou à la consultation depuis un autre site.