MASSA CRÍTICA (DO COMBUSTÍVEL NUCLEAR)

É bem conhecido que não há nenhuma força que possa atear ou prolongar a combustão de um pequeno pedaço de carvão. Ao mesmo tempo uma grande porção de carvão arde de forma admirável. A causa deste fenômeno, incompreensível à primeira vista, reside no fato da reação química em cadeia da ignição do combustível, que tem lugar entre 500 °C e 600 °C, apenas se pode manter no caso do calor desprendido aquecer ininterruptamente à mesma temperatura as camadas contíguas de combustível. Isto só é possível quando a afluência de calor à zona de combustão supera a perda de calor através do carvão ainda frio. Quanto menor for o pedaço de carvão tanto maior será a superfície (relativamente à massa), através da qual pode perder-se este calor. Por exemplo, numa esfera de 20 cm de diâmetro a relação da superfície com o volume é de 0,3, enquanto que numa esfera de 2 cm de diâmetro a mesma relação será igual a 3, quer dizer, dez vezes maior. Naturalmente no aquecimento a esfera pequena perderá dez vezes mais calor que a grande. As perdas podem ser tão grandes que não se consiga a reação automantida de ignição. É necessário um determinado volume físico mínimo de combustível que se dono-mina volume crítico. Para o início da reação em cadeia automultiplicada da cisão dos núcleos dos átomos de urânio ou plutônio é necessário que um núcleo do átomo que se divide espontaneamente, tenha capturado, suponhamos, dois nêutrons e que estes obrigatoriamente tenham caído nos núcleos vizinhos dos átomos da substância cindível e que tenham já dividido dois núcleos dando origem a quatro nêutrons, que por sua vez dividem quatro núcleos que lançam 8 novos nêutrons, etc.

Mas os nêutrons podem não cair nos núcleos dos átomos vizinhos. O volume de 1 g de urânio é igual a $0{,}53\ cm^3$ e contém $2{,}56 \times 10^2$ átomos. Se somarmos os núcleos destes átomos, eles ocupam apenas $4{,}1 \times 10^{-15}\ cm^3$, ou seja uma décima bilionésima parte do volume de um grão de urânio, ou aproximadamente um espaço igual ao que ocupa uma esfera com o volume de 1 mm' em comparação com o Sol. Com esta relação de volumes, os nêutrons passarão ao lado do objetivo e sairão para o exterior do pedaço de urânio. Então não se obterá a reação em cadeia de cisão dos núcleos do urânio. Mas se utilizarmos um lingote de urânio com um peso de várias dezenas de quilos, isto é, uma esfera com um diâmetro de 25 a 30 cm, reduziremos ao mínimo a possibilidade da saída de nêutrons para o exterior que, no seu percurso, não toquem nos núcleos dos átomos de urânio.

Também se pode proceder assim: cercar a barra de urânio de uma substância que reflita bem os nêutrons, que pode ser o refletor de grafite, de água pesada ou de outras substâncias, cujos núcleos atômicos têm uma massa comparável aos nêutrons. Esta tela fará com que os nêutrons voltem para a barra de urânio dando-lhes deste modo possibilidades complementares para no final encontrarem um núcleo de um átomo de urânio e dividirem-no.

Existe uma terceira possibilidade. As partículas nucleares que se movem a enormes velocidades possuem não apenas as suas propriedades, mas também as da onda. Por isso, quanto mais lentamente se moverem tanto mais nelas se refletem as propriedades das ondas. E o que é mais paradoxal, quanto maior se torna a chamada seção, isto é, a superfície convencional da sua possível interação com os núcleos dos átomos que se encontram na sua trajetória, a partícula parece aumentar de dimensões, «engorda pelos lados. Por onde o nêutron passar rapidamente sem tocar em nenhum núcleo do átomo de urânio, o nêutron que se move muito lentamente, como se estivesse dilatado, chocará constantemente com os núcleos dos átomos do urânio e dividi-los-á sem dúvida. É portanto necessário refrear os nêutrons de uma maneira qualquer.

Agora já podemos tirar uma conclusão. Para realizar no urânio um processo em cadeia, é necessário que a sua quantidade seja inferior ao volume crítico determinado.

A massa crítica pode ter uma grandeza variável com as condições concretas das reações de cisão em cadeia automultiplicada.

Pode também dizer-se assim: a massa crítica, com que começa a reação de cisão em cadeia, é a quantidade mínima de combustível nuclear com que cada geração de nêutrons origina a geração seguinte, que conta com a mesma quantidade de nêutrons, ou com quantidade um pouco superior, isto é, quando a perda de nêutrons, em conseqüência da fuga ou absorção pelas misturas está totalmente recuperada.