

calculado e felizmente este cálculo é grandemente simplificado pelo facto de que a opacidade da estrela e o modo como ela partilha o dever de apoio entre a pressão do gás e a pressão da radiação dependem principalmente da quantidade de hidrogénio que a estrela contém. A constituição exacta da parte metálica da atmosfera não interessa muito, visto que às altas temperaturas que nos interessam, os átomos do metal estão todos completamente ionizados e perderam a maior parte das suas miseráveis propriedades individuais.

Por estes meios podemos construir toda uma série de estrelas teóricas cada uma das quais tem a mesma massa e raio do Sol, mas que contêm diversas quantidades de hidrogénio. Algumas destas estrelas serão mais luminosas que o Sol e outras mais fracas, mas só duas terão exactamente a luminosidade certa. Uma destas consistirá praticamente só de hidrogénio e a outra conterá cerca de 33%. É nesta correlação que nos baseamos para as observações da quantidade total de luz das estrelas.

Podemos agora dizer com alguma confiança que as estrelas contêm uma alta proporção de hidrogénio e foi demonstrado que ela pode ser de 70% segundo o tamanho e a massa da estrela.

A consequência mais importante deste resultado é que ele torna possível uma aproximação ao problema da produção de enormes quantidades de energia pelas estrelas.

Este problema foi primeiramente atacado há muitos anos por Kelvin e Helmholtz, que pensavam que uma estrela obtinha energia pelo colapso. Contudo, a quantidade de energia que pode ser obtida desta maneira quasi que não é suficiente para conservar [no campo do telescópio] a estrela que se move, pelo longo período de tempo que é necessário conseguir para realizar investigações geológicas e outras. Após a descoberta da radioactividade, na qual a energia pode ser produzida por transmutação, supunha-se geralmente que as estrelas geravam a sua energia por transformações nos núcleos dos átomos. Quando se estabeleceu a grande abundância de hidrogénio tornou-se claro que a energia deve ser gerada pela conversão do hidrogénio em hélio, mas a grande dificuldade estava em explicar os detalhes desta conversão.

Um núcleo de hélio contém quatro pro-

tões ou núcleos de hidrogénio, mas não pesa exactamente quatro vezes um protão. Uma pequena massa perdeu-se e é esta diferença de massa que, quando convertida em energia, deve prover a fonte de energia das estrelas. O processo de transmutação não pode ser feito directamente, desde que pode ser demonstrado que a probabilidade de quatro protões colidindo todos a um tempo é demasiado pequena para deitar abaixo completamente este método.

Dentro duma estrela as partículas de gás movem-se com a velocidade das partículas usadas nos laboratórios de física para a produção de radioactividade artificial. O que acontece é que um protão veloz pode colidir com o núcleo de outro átomo e ser absorvido por ele. Isto significa que se formou um novo elemento, e se este elemento é instável ele pode quebrar-se outra vez mas não necessariamente nos pedaços dos quais ele foi feito, e poder-se-á libertar energia no processo.

Bethe e Gamow descreveram um processo que se acredita ser o responsável pela geração de energia nas estrelas e do qual se segue um rude esboço: Primeiro, um núcleo de carbono colide com um protão e é convertido em azoto radioactivo que mais tarde se separa num isótopo do carbono e num electrão positivo. Quando se forma o azoto liberta-se alguma energia. Outros protões são absorvidos e após cada etapa ou se gera alguma energia ou é emitido um electrão positivo. Finalmente, após um total de seis etapas nos quais quatro protões são retirados de cada vez, encontramos-nos em presença do original átomo de carbono e um núcleo de hélio. Deste modo o carbono e o azoto actuaram meramente com catalisadores e não são aproveitados, enquanto o hidrogénio é firmemente convertido em hélio e a energia firmemente irradiada no processo. Este processo satisfaz a duas condições essenciais: primeiro, todo este processo pode ser preparado de maneira a trabalhar em pequena escala no laboratório e em segundo lugar, não vai tão depressa para diante como para traz mas é genuinamente progressivo. Ele produz também suficiente quantidade de energia numa seqüência firme, não numa grande e curta explosão ou numa insignificante gota.

Este trabalho lançou uma grande luz nvm problema fundamental da astrofísica