

www.mientayvn.com

Dịch tiếng anh chuyên ngành khoa học tự nhiên và kỹ thuật.

Dịch các bài giảng trong chương trình học liệu mở của học viện MIT, Yale.

Tìm và dịch tài liệu phục vụ cho sinh viên làm seminar, luận văn.

Tại sao mọi thứ đều miễn phí và chuyên nghiệp ???

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN

---oOo---

KHOA VẬT LÝ

BỘ MÔN VẬT LÝ ỨNG DỤNG

Đề tài :

TỔNG QUAN VỀ TOKAMAK

Sinh viên thực hiện : Nguyễn Vũ Ty 0713020

Thầy hướng dẫn : PGS.TS.LÊ VĂN HIẾU

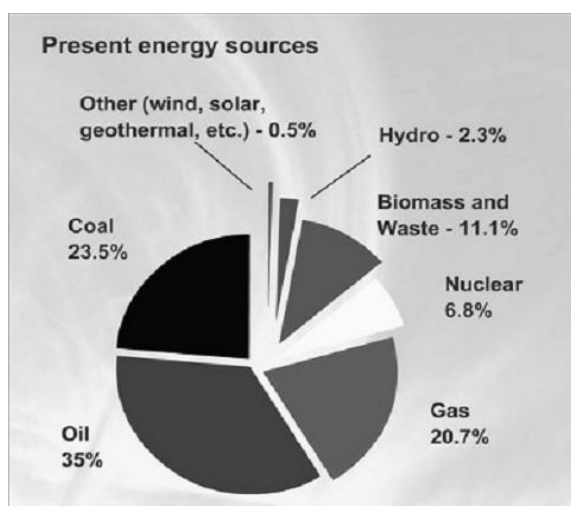
Tp.HCM , tháng 5 năm 2010

NỘI DUNG TRÌNH BÀY

1. Vấn đề năng lượng - nhu cầu nguồn năng lượng mới
2. Phản ứng nhiệt hạch là gì?
3. Tại sao lại là nhiệt hạch ?
4. Plasma một là gì?
5. Tokamak là gì ?

Vấn đề năng lượng - nhu cầu nguồn năng lượng mới

Nhu cầu năng lượng của nhân loại là liên tục gia tăng. Điều này đặc biệt đúng với sự phát triển công nghiệp nhanh chóng đang diễn ra tại nhiều nơi trên Thế giới. Như thể hiện trong hình bên dưới khoảng 80% năng lượng sử dụng trên trái đất đến từ nhiên liệu hoá thạch: dầu mỏ, khí đốt và than đá. Nhiên liệu hóa thạch là một nguồn lực hạn chế. Người ta đã ước tính rằng trong khoảng 150 năm nữa, một nửa của các nguồn nhiên liệu hóa thạch sẽ được khai thác. Với tỷ lệ tăng hàng năm hiện nay của việc sử dụng năng lượng, Các chuyên gia dự đoán rằng trong khoảng 30 năm nữa khai thác dầu sẽ trở nên khó khăn hơn. Trong khi đó than đá, và khí tự nhiên cũng chỉ đủ sử dụng trong 45 đến 60 năm.



Bên cạnh sự hạn chế đó, nhiên liệu hóa thạch còn gây ra các vấn đề nghiêm trọng hơn về sự ô nhiễm môi trường. Việc đốt các nhiên liệu hóa thạch cho sản xuất năng lượng tạo ra nguồn thải khí dioxide carbon lớn nhất, đó là một trong những khí nhà kính dẫn đến sự nóng lên toàn cầu. Vì vậy nhu cầu cho các nguồn năng lượng mới thay cho nhiên liệu hóa thạch sẽ trở thành một vấn đề quan trọng trong tương lai gần.

Nhiều các nguồn năng lượng thay thế như gió, nước, năng lượng mặt trời, địa nhiệt, nhiên liệu sinh học có vẻ để được chấp nhận từ một quan điểm sinh thái nhưng có nhiều hoài nghi liên quan đến khả năng thay thế của chúng. Người ta ước tính rằng tất cả các nguồn năng lượng thay thế đó cũng chỉ cung cấp không nhiều hơn 25% năng lượng cần thiết trong năm 2050 cho một dân số thế giới ước tính khoảng 10 tỷ người. Vì các lý do nêu trên, năng lượng nhiệt hạch được xem là một ứng viên sáng giá giải quyết vấn đề năng lượng tương lai

Phản ứng nhiệt hạch là gì?

Nhiệt hạch hạt nhân là một nguồn năng lượng đầy hứa hẹn để hỗ trợ cho Thế giới mà nhu cầu năng lượng ngày càng tăng. Trong phản ứng nhiệt hạch, các hạt nhân nhỏ kết hợp lại để tạo thành hạt nhân lớn hơn. Trên mặt trời, xảy ra một chuỗi các phản ứng nhiệt hạch, được đặt tên chuỗi pp, bắt đầu với proton, các hạt nhân của hydro thông thường, và kết thúc bằng các hạt alpha,

các hạt nhân của nguyên tử heli. Sau khi một phản ứng tổng hợp, khối lượng của hạt tạo thành nhỏ hơn tổng khối lượng của các hạt tham gia. Phần khối lượng hao hụt này được chuyển hóa thành năng lượng. Chúng ta có thể ước tính từ phương trình Einstein

$$E=(m_r-m_p)c^2$$

trong đó E là năng lượng sinh ra sau phản ứng, m_r là khối lượng của hạt nhân trước khi phản ứng, m_p là khối lượng của hạt nhân sau khi phản ứng, và c là tốc độ của ánh sáng.

Tại sao lại là nhiệt hạch ?

Phân hạch hạt nhân cũng dựa trên cùng một nguyên tắc: trong phản ứng phân hạch một hạt nhân nặng được phân chia thành nhiều hạt nhân nhỏ hơn. Các nguyên tắc phân hạch hạt nhân đã được khai thác trong các lò phản ứng hạt nhân hiện nay hoạt động ở nhiều nước trên thế giới. Mặc dù phân hạch hạt nhân không gây ra bất kỳ loại khí ô nhiễm nào. Nhưng việc sản xuất của nó đặt ra nhiều vấn đề: có những rủi ro tai nạn nghiêm trọng; sự phát sinh của phóng xạ nguy hiểm và hơn thế nữa, công nghệ phân hạch có thể được dùng để sản xuất vũ khí hạt nhân.

Phản ứng nhiệt hạch an toàn hơn, mặc dù chúng cũng tạo chất thải phóng xạ. Tuy nhiên, lượng sinh ra này là ít hơn nhiều so với trường hợp phản ứng phân hạch. Sản phẩm phụ của phản ứng nhiệt hạch là triti, một đồng vị phóng xạ của hydro, và neutron, thời gian bán rã của chúng trên vật liệu vào cỡ 12 năm. Trong khi các đồng vị phóng xạ trong phản ứng phân hạch có thời gian bán rã vào cỡ hàng chục năm, thậm chí là hàng trăm năm. Một lợi thế lớn nữa của phản ứng nhiệt hạch đó nguồn nhiên liệu có thể được trích xuất dễ dàng từ nước biển. Và do đó, về nguyên tắc đây là nguồn vô tận.

Cuối cùng, một tai nạn nghiêm trọng là không thể xảy ra vì phản ứng có thể dễ dàng ngừng lại. Hơn nữa, khối lượng lớn khí nóng ở trung tâm của một lò phản ứng nhiệt hạch sẽ chỉ ở áp suất khí quyển xung quanh, và sẽ không có đủ năng lượng để gây ra tai nạn nguy hiểm. Vì vậy mà ngay cả trong tương tượng, sự cố tai nạn tồi tệ nhất (như trái đất chấn động hoặc tai nạn máy bay) chỉ một phần nhỏ của hàng tồn kho triti có thể được phát tán và việc sơ tán dân cư lân cận sẽ không là cần thiết.

Plasma một là gì?

Bởi vì hạt nhân mang điện tích dương, chúng thường đẩy nhau. Để vượt qua hàng rào Coulomb, động năng của hạt nhân được tăng bởi quá trình đốt nóng. Nhiệt độ càng cao dẫn đến các nguyên tử hoặc hạt nhân di chuyển nhanh hơn. Nhiên liệu phải được đun nóng đến nhiệt độ khoảng 100.000.000 độ, mà ở đó các hạt nhân vượt qua lực lượng của lực đẩy của các điện tích khi chúng va chạm và hợp nhất. Ở nhiệt độ thấp hơn nhiều (khoảng 10.000 độ), các electron và hạt nhân nằm riêng biệt và tạo ra một khí bị ion hóa được gọi là plasma.

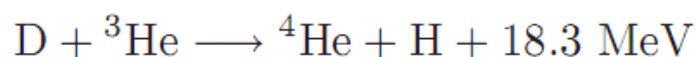
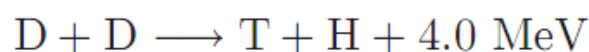
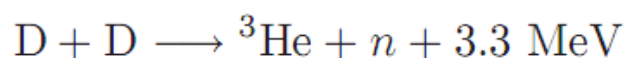
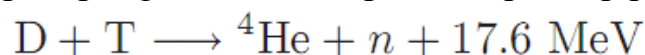
Plasma còn được gọi là trạng thái thứ tư của vật chất. Ba trạng thái khác là chất rắn, chất lỏng, và khí. Mỗi nguyên tử trong chất rắn, lỏng hoặc khí là nguyên tử trung tính, với một hạt nhân bao quanh bởi các điện tử. Trong plasma, các electron bị tách khỏi hạt nhân của nguyên tử kết quả là các nguyên tử khí bị ion. Từ đó, bởi vì các hạt trong plasma là các hạt mang điện, chúng dẫn điện và tương tác với từ trường.

Khó khăn lớn nhất trong việc sản xuất năng lượng nhiệt hạch là sự phát triển của một thiết bị mà có thể đốt nóng nhiên liệu đến nhiệt độ đủ cao và sau đó nhốt nó trong một thời gian đủ dài để nhiều năng lượng thông qua các phản ứng nhiệt hạch hơn là năng lượng cần thiết để đốt nóng. Có hai cách để thực hiện việc này:

a) Bởi trường hấp dẫn. Đây là cách nhiệt hạch xảy ra ở các ngôi sao. Trong trường hợp này plasma bị nén tới một mật độ và nhiệt độ cao bởi trường hấp dẫn. Phương pháp này cần một sự tập trung khối lượng rất lớn và chỉ có thể được tìm thấy trong các ngôi sao.

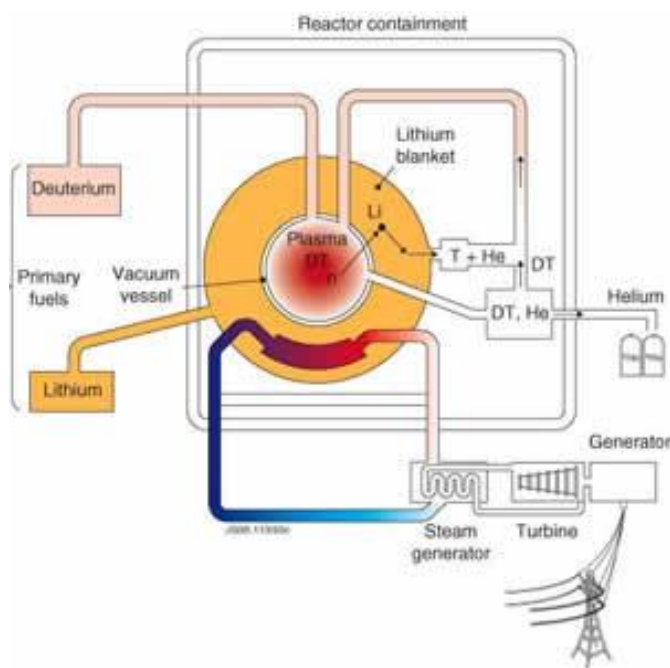
b) bằng cách giam từ. Trong trường hợp này theo nguyên tắc vật lý được sử dụng là tương tác giữa các hạt mang điện của plasma và từ trường. Tương tác này cho phép plasma được giam giữ trong một không gian hạn chế. Đây là phương pháp nhiều hứa hẹn nhất và đang được sử dụng trong các máy tokamak.

Để làm cho phản ứng nhiệt hạch xảy ra, điều cần thiết là mang hai hạt nhân lại đủ gần để chúng có thể kết hợp lại. Các phản ứng có thể xảy ra trong phản ứng tổng hợp hạt nhân cùng với năng lượng giải phóng như sau :



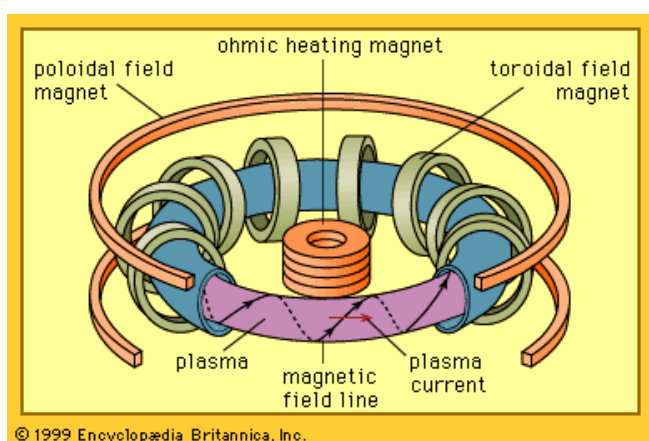
Tokamak là gì ?

Khái niệm tokamak xuất hiện lần đầu tiên ở Liên Xô trong những năm 1950. Tokamak là một từ viết tắt được phát triển từ các từ tiếng Nga TOroidalnaya KAMERA ee Magnitaya Katushka có nghĩa là " toroidal chamber with magnetic coils". Như tên cho thấy, đó là một thiết bị giam từ tính có dạng hình xuyên. Các tokamak lớn nhất thế giới đặt tại châu Âu như (JET) tại Culham, England . D-tokamak DIII, là một trong khoảng một cỡ chục tokamaks vừa trên toàn thế giới.



Một tokamak bao gồm nhiều bộ phận khác nhau như : Buồng chứa plasma, hệ thống tạo từ trường, khoang chứa Deuterium, khoang chứa Lithium , hệ thống Divertor trích lọc nhiệt năng từ phản ứng nhiệt hạch

Bộ phận quan trọng nhất của tokamak là hệ thống tạo từ trường. Hệ thống này gồm hai phần chính :



© 1999 Encyclopædia Britannica, Inc.

+ Hệ thống tạo từ trường toroidal : từ trường dọc bên trong thành ống.

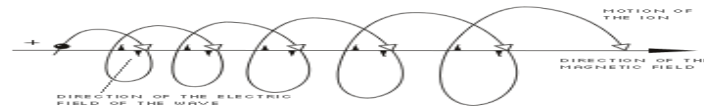
+ Hệ thống tạo từ trường poloidal : tạo từ trường vòng

+ Ở giữa vòng xuyên là cuộn CS(Ohmic heating magnet)

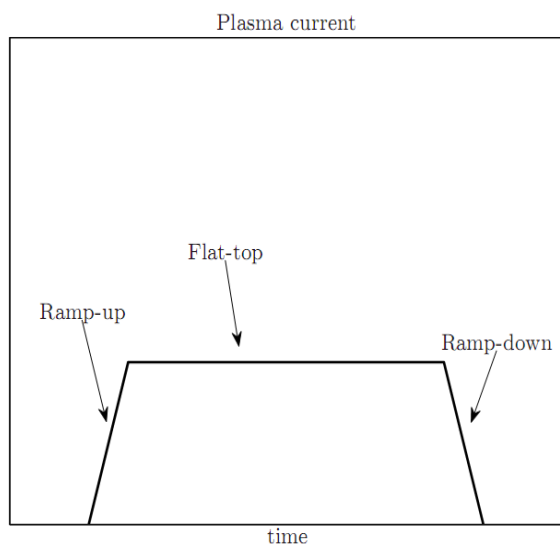
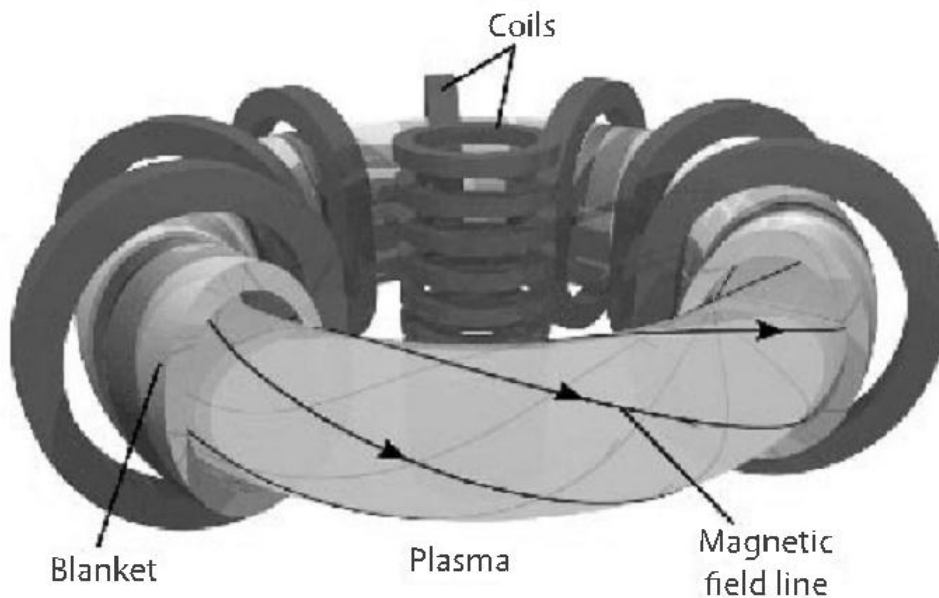
Như đã biết, hạt có vận tốc chuyển động trong từ trường sẽ chịu tác dụng của lực Lorentz có dạng :

$$m \frac{d}{dt} \mathbf{v} = q(\mathbf{v} \times \mathbf{B}),$$

Lực này làm cho hạt chuyển động xoắn ốc quanh các đường sức của từ trường như hình vẽ



Trong trường hợp này hạt sẽ đập vào điểm kết thúc của từ trường do đó quỹ đạo của hạt bị hạn chế. Để giải quyết vấn đề này Tokamak sử dụng một hệ thống từ trường cong bên dọc thành ống hình xuyên (tạo ra bởi cuộn toroidal) do đó sẽ không có điểm kết thúc của từ trường, quỹ đạo của hạt không còn bị hạn chế. Thêm vào đó từ trường Poloidal được tạo ra bởi dòng plasma thật sự cần thiết cho sự cân bằng từ thủy động lực học (MHD). Như vậy từ trường bên trong tokamak có dạng



Tokamak là cỗ máy làm việc theo chế độ xung, trong mỗi xung, plasma được tạo ra, dòng plasma sẽ tăng dần cho đến khi đạt được giá trị bão hòa gọi là dòng “flat-top”, nó được duy trì trong suốt pha đốt cháy nhiên liệu, sau đó giảm dần giá trị cho đến khi triệt tiêu hẳn ứng với sự phân hủy plasama.

Để bắt đầu quá trình, hydrogen được phun vào buồng chân không và dòng điện trong các cuộn toroidal được tăng lên tạo ra từ trường ổn định, có thể chứa plasma khi nó bắt đầu hình thành. Sau đó một điện trường cực lớn được tạo ra bên trong buồng phản ứng bằng cách sử dụng các cuộn CS. Từ trường này tạo ra sự phân cực trong nguyên tử và tách chúng ra tạo thành plasma. Sự va chạm của các ion bên trong plasma làm cho nó có điện trở. Điện trở này sẽ đốt nóng plasma (bằng cuộn CS). Khi nhiệt độ tăng, giá trị điện trở cũng tăng theo và làm cho cuộn CS mất đi tác dụng đốt nóng. Để tạo nhiệt độ cần thiết cho phản ứng nhiệt hạch, nhiệt độ phải tăng trên 100 triệu độ, tức gấp 6 lần nhiệt độ bên trong tâm Mặt trời. Có nhiều cách để tạo nên nhiệt đó đó như: bắn một chùm hạt được gia tốc vào trong plasma, sử dụng tần số radio ... Một khoảng thời gian ngắn sau khi hình thành plasma, nhiên liệu sẽ được phun thêm vào buồng phản ứng để gia tăng mật độ cũng như áp suất.

Chuyển động của plasma bên trong buồng phản ứng được điều khiển bởi các cuộn PF, dòng điện trong các cuộn này sẽ tương tác với dòng plasma. Chúng có tác dụng điều chỉnh hướng, hình dạng cũng như vị trí của plasma. Cũng cần lưu ý rằng, trong việc điều khiển vị trí, hướng, hình dạng của plasma việc sử dụng sự tương tác phản hồi (feedback) không phải là sự lựa chọn duy nhất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO :

[1].Marco Ariola & Alfredo Pironti. Magnetic Control of Tokamak Plasmas. Springer 2008.

[2]. <http://www.efda.org/links.htm>

[3].<http://www.mientayvn.com>