

Nhà máy điện nguyên tử

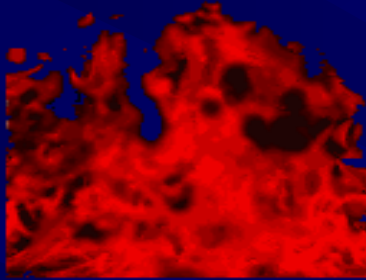


BÀI MỞ ĐẦU

Nhà máy điện nguyên tử (hay ngày nay còn hay gọi là nhà máy điện hạt nhân) là một phát minh vĩ đại của loài người. Nó đã giúp cho con người giải quyết được một loạt những vấn đề có tính chất thời đại, đó là vấn đề mâu thuẫn giữa nhu cầu sử dụng năng lượng ngày càng tăng và sự hạn chế của các nguồn năng lượng sơ cấp, đó là vấn đề ô nhiễm môi trường do tác động của việc đốt nhiên liệu khoáng gây ra. Đó là vấn đề thiếu các nguồn nguyên liệu cho công nghiệp do việc dùng chúng làm nhiên liệu cho các nhà máy nhiệt điện.v.v...

Hiện nay, trên thế giới đang có 439 lò phản ứng hạt nhân đang hoạt động, cung cấp hơn 17% tổng điện năng trên toàn thế giới. Có 31 lò phản ứng đang được xây dựng. Con số này ngày càng tăng khi các dạng năng lượng truyền thống (thủy năng, than, dầu, khí) ngày một cạn kiệt, trong khi đó các yêu cầu về an ninh năng lượng và bảo vệ môi trường ngày càng cao, trình độ công nghệ của điện nguyên tử cũng ngày càng được nâng cao, an toàn hơn, tin cậy hơn...

□ nước ta, do tiềm năng năng lượng tuy đa dạng nhưng không dồi dào lắm trong khi đó để đáp ứng được nhịp độ phát triển kinh tế ở mức tương đối cao nhằm đưa nước ta trở thành nước công nghiệp hoá, hiện đại hoá, các yêu cầu về phát triển và đa dạng hoá nguồn năng lượng nhằm đảm bảo cung cấp năng lượng an toàn và bền vững có tính đến việc bảo tồn phát triển tài nguyên và bảo vệ môi trường là cực kỳ quan trọng. Chỉ có phát triển năng lượng nguyên tử với trình độ ngày càng hoàn thiện mới đảm bảo được các yêu cầu đó.



Chương 1

cuu duong than cong . com

Năng Lượng Nguyên Tử trong cân bằng năng lượng thế giới

cuu duong than cong . com

1.1. Năng lượng

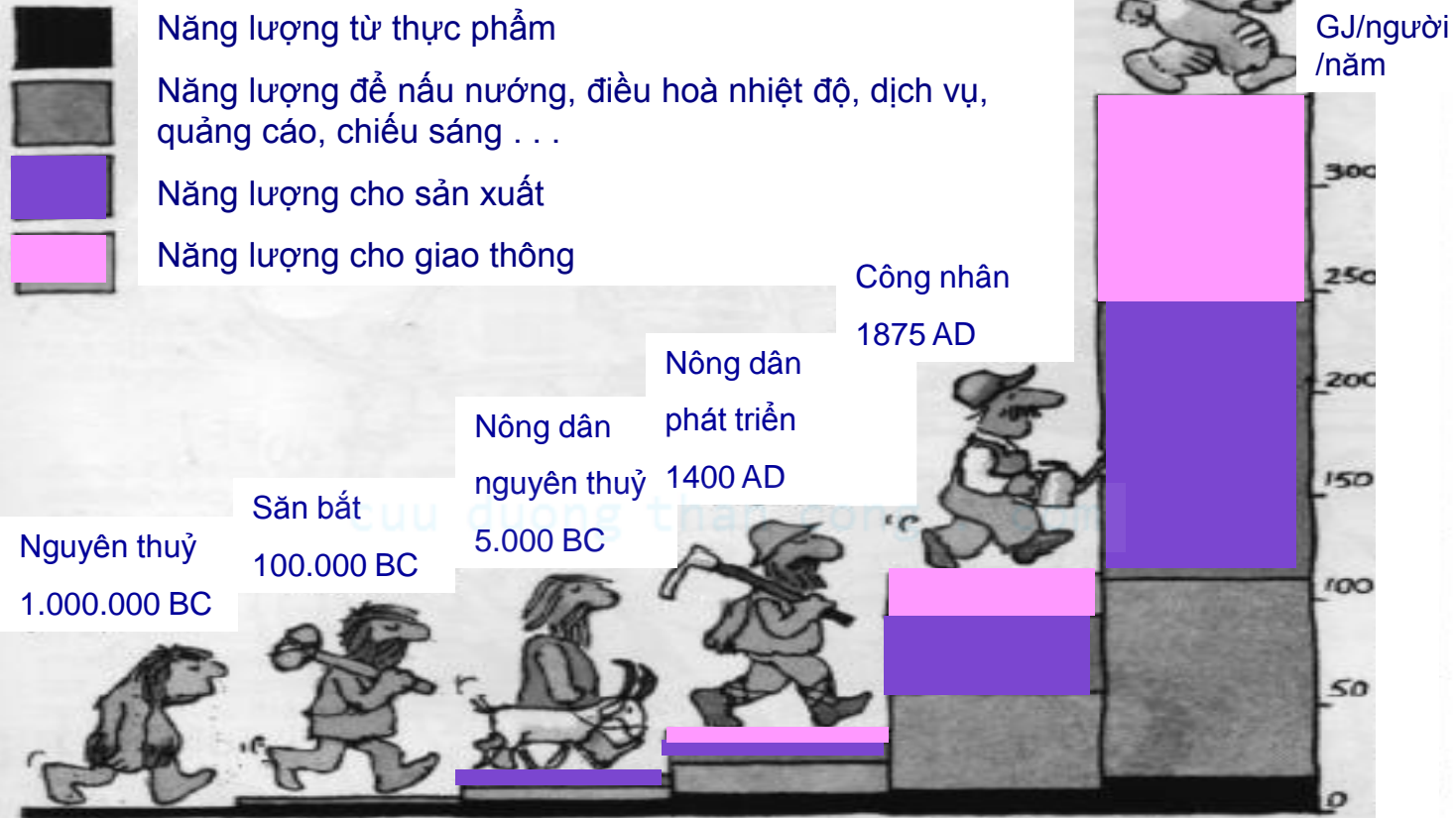
Năng lượng là năng lực làm vật thể biến đổi. Năng lượng có thể biểu hiện dưới nhiều dạng khác nhau. Năng lượng đã được loài người biết đến và sử dụng từ lâu. Người ta đã dùng sức của súc vật, dùng sức nước, sức gió để thay thế sức người. Vào thế kỷ thứ XVI các guồng nước đã trở thành nguồn năng lượng quan trọng nhất đối với con người.

□ các n- ớc phát triển tiên tiến, tiêu thụ năng l- ợng bình quân trên đầu ng- ời cao hơn 15 lần so với xã hội cổ đại và cao hơn 10 lần so với thời điểm tr- ớc cuộc cách mạng công nghiệp. Nhu cầu sử dụng năng l- ợng tăng lên một cách nhanh chóng gây ra vấn đề ô nhiễm môi tr- ờng Trái Đất và sự cạn kiệt của tài nguyên năng l- ợng.

Năng lượng tiêu dùng theo đầu người

Người văn minh

1950 AD



Hiện nay 28% dân số trên thế giới sử dụng 77% năng lượng toàn cầu



1.2. tình hình tiêu thụ năng lượng trên thế giới

1. Tiêu thụ năng lượng toàn cầu

Theo "Triển vọng năng lượng quốc tế 2002" (IEO2002), tiêu thụ năng lượng của thế giới dự báo sẽ tăng 60% trong thời gian 21 năm, kể từ 1999 đến 2020 (thời kỳ dự báo).

Đặc biệt, nhu cầu năng lượng của các nước đang phát triển ở châu Á và Trung Nam Mỹ, dự báo có thể sẽ tăng gấp hơn bốn lần trong thời gian từ 1999 tới 2020, chiếm khoảng một nửa tổng dự báo gia tăng tiêu thụ năng lượng của thế giới. Vào khoảng 83% tổng gia tăng năng lượng của riêng thế giới đang phát triển.

2. Tiêu thụ dầu

Dầu mỏ chiếm 40% tổng tiêu thụ năng lượng của thế giới trong thời kỳ từ 1999 tới 2020. Đến năm 2020, dự báo các nước đang phát triển sẽ tiêu thụ tới 90% lượng dầu tiêu thụ bởi các nước công nghiệp hoá. Trữ lượng dầu mỏ trên toàn thế giới vào khoảng 3 Gtoe (Giga ton oil equivalence). Người ta cho rằng còn có thể khai thác dầu trong khoảng 40 năm nữa.



cui duong than cong . com

cui duong than cong . com

Nếu khai thác đến một nửa trữ lượng của mỗi mỏ thì dù trữ lượng còn đó cũng dẫn đến suy giảm năng suất và có thể làm sụt giảm sản lượng. Điều đó có nghĩa là chúng ta lo lắng cả về việc tăng giá lẫn việc không đảm bảo được sản lượng cần thiết.

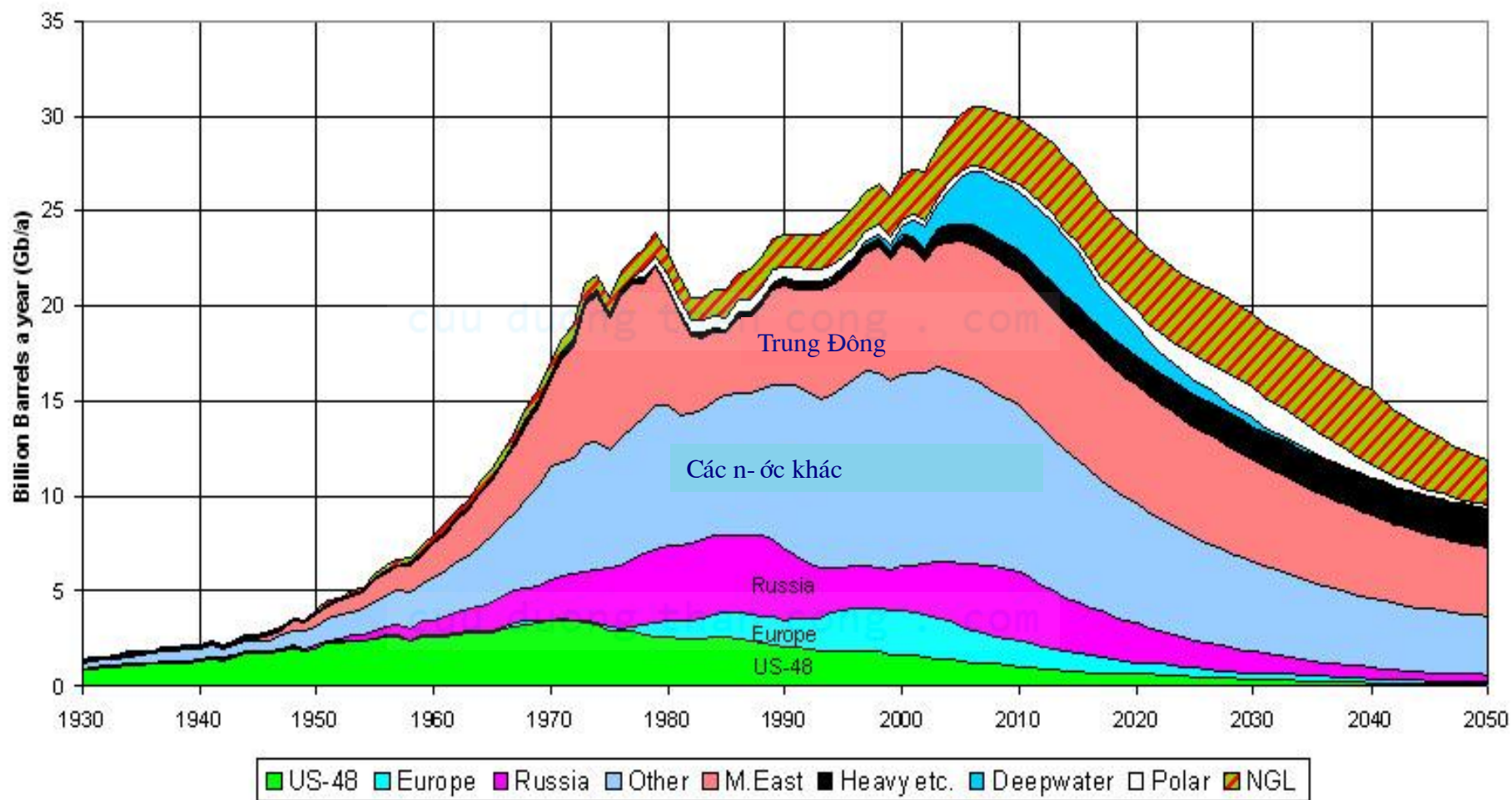
2/3 trữ lượng dầu lại tập trung chủ yếu ở khu vực Trung Đông là khu vực vốn không ổn định về chính trị.

3. Tiêu thụ khí tự nhiên

Khí tự nhiên (KTN) được dự báo là nguồn năng lượng có tốc độ tăng trưởng nhanh nhất, tăng gần gấp đôi trong thời kỳ dự báo, và đạt tới 460 tỷ m³ vào năm 2020. Việc gia tăng sử dụng KTN có tốc độ cao nhất, với tốc độ tăng trung bình hàng năm trong suốt thời kỳ dự báo là 5,3%, nhằm đáp ứng nhu cầu phục vụ phát điện và phát triển công nghiệp.

OIL AND GAS LIQUIDS

2004 Scenario



Số năm có thể khai thác của khí tự nhiên dự đoán là khoảng 60 năm. Khí tự nhiên có tính thuần khiết, cho phép đốt cháy hoàn toàn, có tính linh hoạt trong sử dụng, phân bố đều hơn và thời gian khai thác cũng lâu hơn. Hơn 70% trữ lượng nằm ở vùng Liên Xô cũ và khu vực Trung Đông.

4. Tiêu thụ than

Khoảng 65% tiêu thụ than của thế giới là để phát điện. Tốc độ tăng trung bình 1,7%/năm. Than vẫn còn chiếm ưu thế trên nhiều thị trường năng lượng, như ở Trung Quốc, Ấn Độ, tỷ lệ dùng than vẫn chiếm tới 83% tổng dự báo tăng tiêu thụ than toàn cầu.



Trữ lượng than thế giới khoảng trên một ngàn tỷ tấn và với sản lượng hiện nay là trên 5 tỷ tấn/ năm thì con người còn có thể khai thác than khoảng 230 năm nữa. Tuy nhiên hiểm họa gây ra do bụi và các chất khí độc hại mà quá trình đốt cháy than đã thải ra với một số lượng lớn sẽ hạn chế sự phát triển của ngành than trong tương lai.



cuu duong than cong .com

cuu duong than cong .com

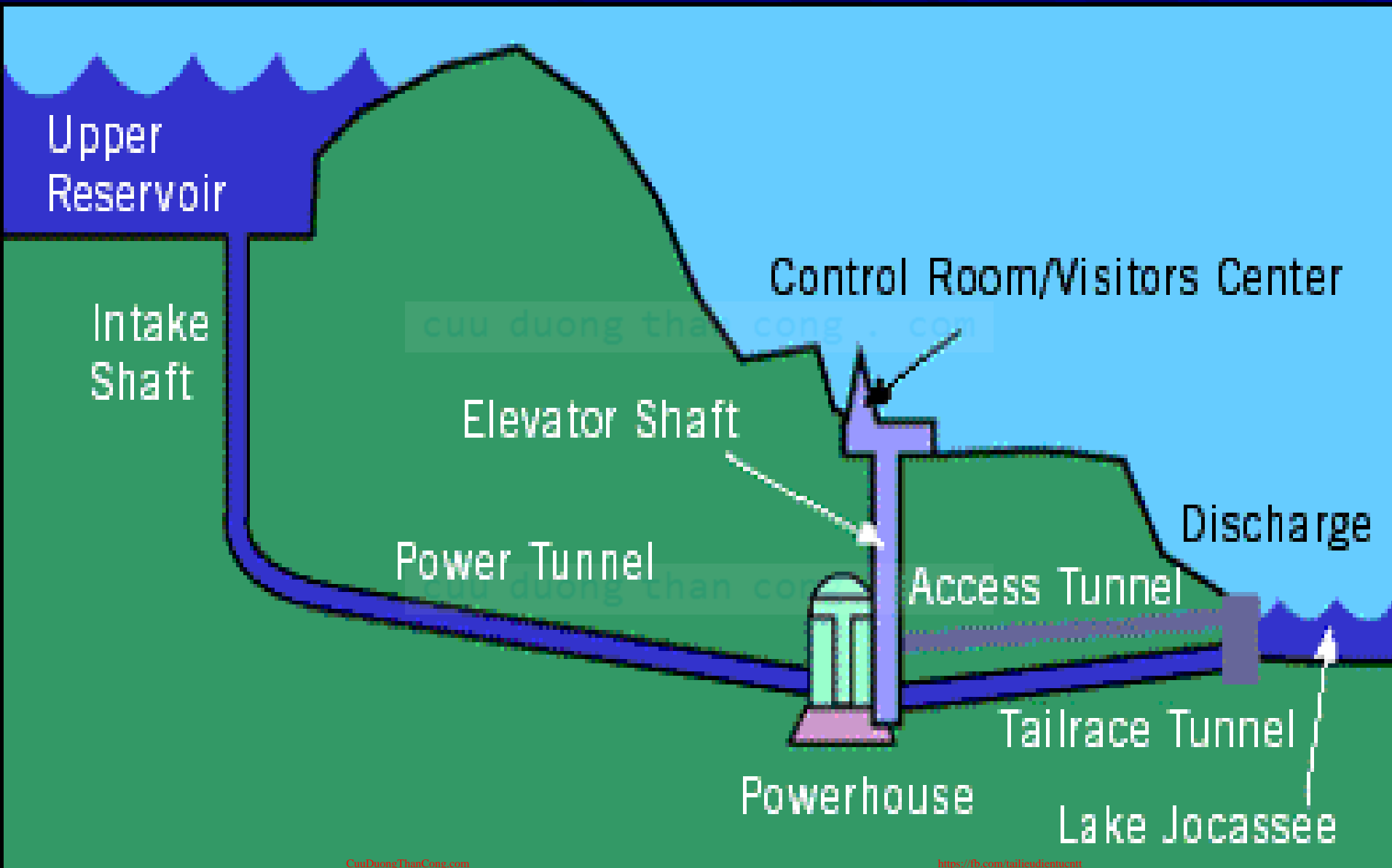
5. Năng lượng tái tạo

a) Thủy điện

Dự báo sử dụng năng lượng tái tạo sẽ tăng 53% trong thời kỳ dự báo (1999-2020). Tuy nhiên năng lượng tái tạo sẽ tăng mạnh chủ yếu nhờ vào các công trình thủy điện quy mô lớn.



Nguyên lý nhà máy thủy điện tích năng



b) Năng lượng mặt trời



Mặt trời có đường kính 1,4 triệu km và cách xa trái đất 150 triệu km. Nguồn gốc của năng lượng mặt trời là do những phản ứng nhiệt hạch xảy

ra liên tiếp bên trong lòng mặt trời ở nhiệt độ rất cao (15 - 20 triệu độ C).

Có hai cách nhận NL từ Mặt Trời:

- Năng l-ợng trực tiếp:

+ Khi cần n-ớc nóng
ở nhiệt độ $< 100^{\circ}\text{C}$:
sử dụng giàn thu nhiệt

+ Chuyển đổi quang điện
nhờ tế bào quang điện.



+ Khi cần n-ớc nóng
ở nhiệt độ $> 100^{\circ}\text{C}$:
sử dụng lò mặt trời



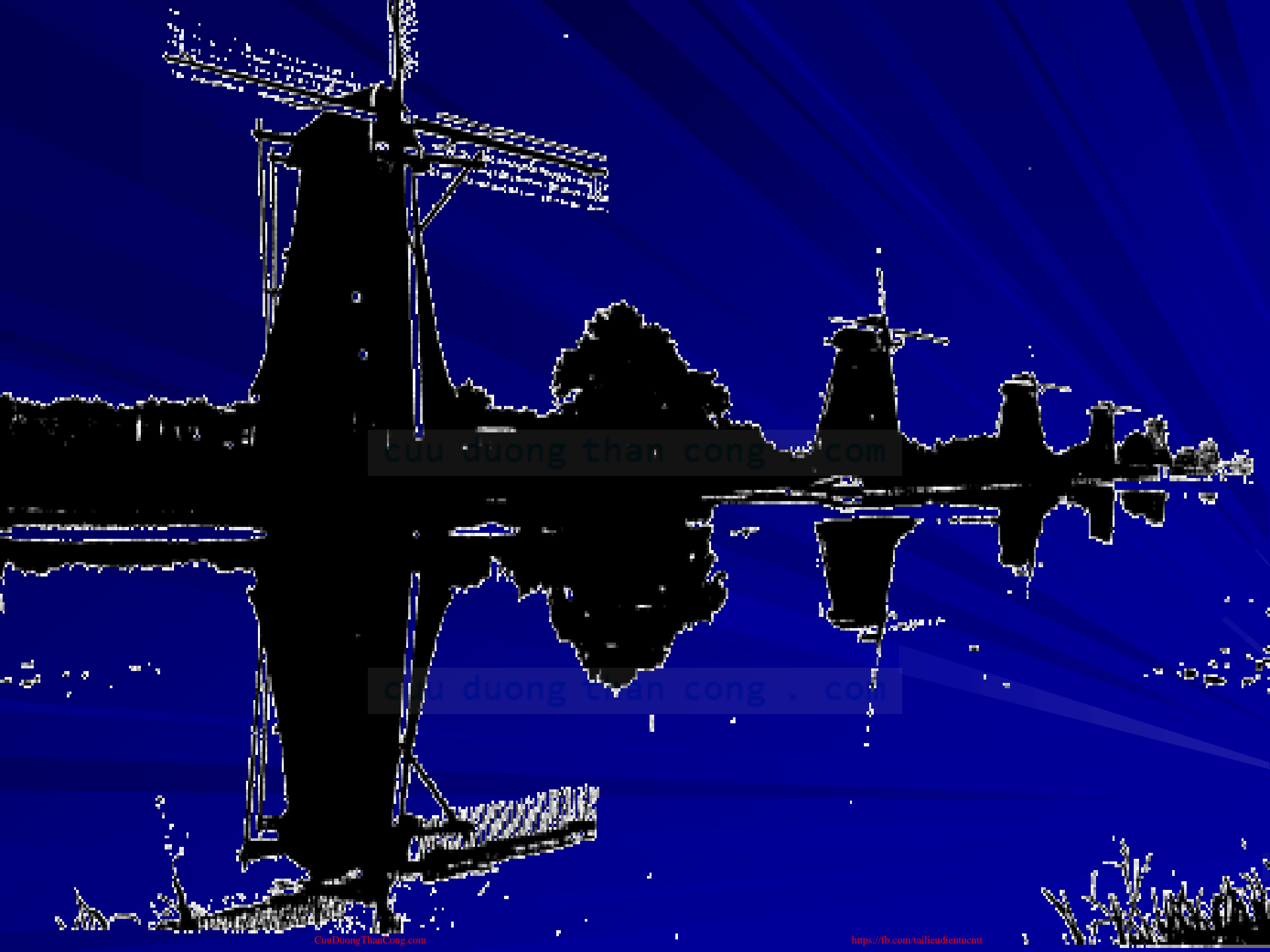


cuuduongthancong.com

cuuduongthancong.com

Nhà máy điện sử dụng năng lượng mặt trời

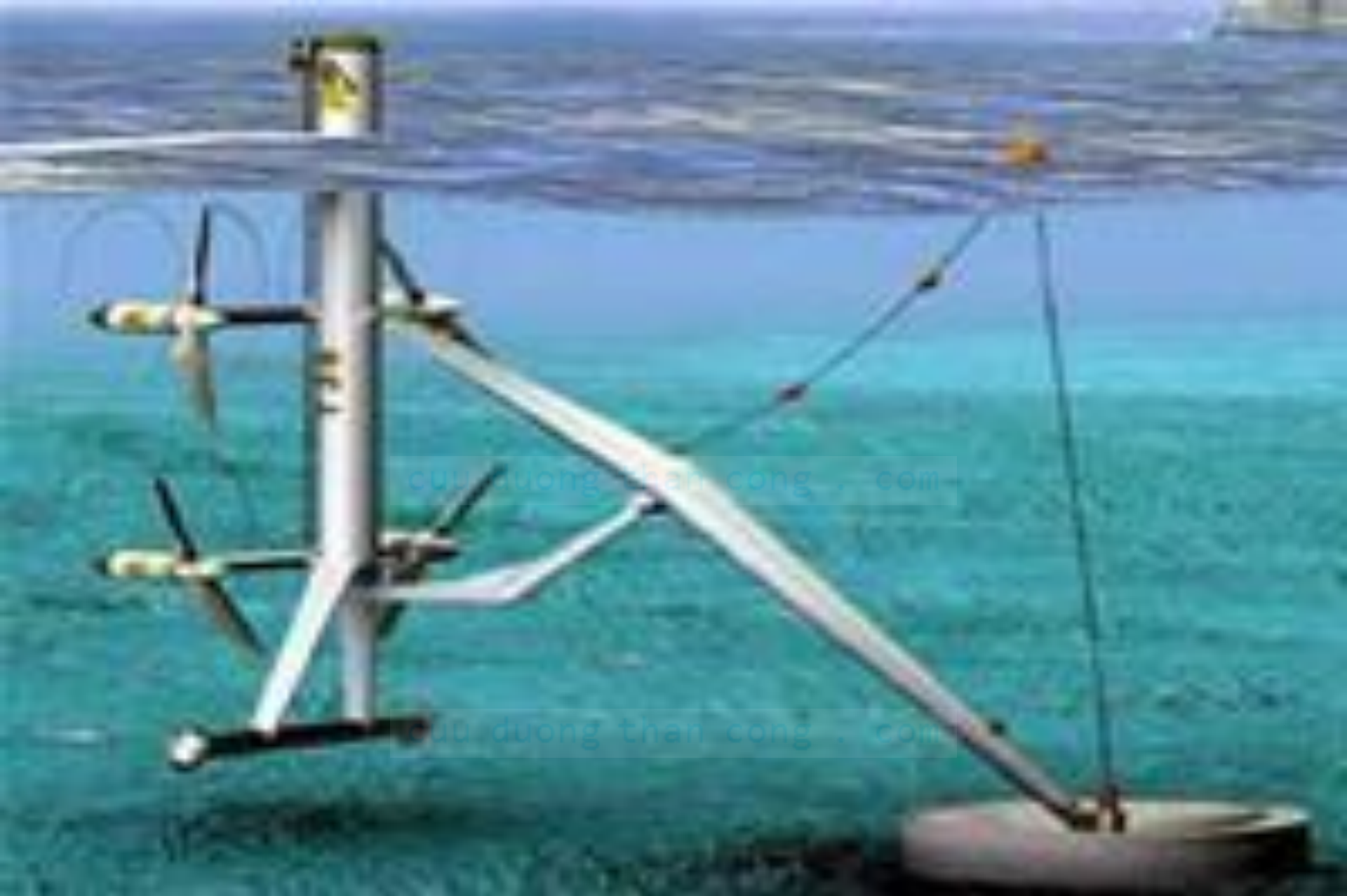
- *Năng lượng gián tiếp:* Gồm gió, sóng biển, thủy triều và chuyển đổi năng lượng sinh học
- + *Năng lượng gió:* Người Ai Cập đã biết sử dụng cối xay gió trong nông nghiệp từ 3.000 năm trước Công nguyên.





Nhà máy điện sử dụng năng lượng gió

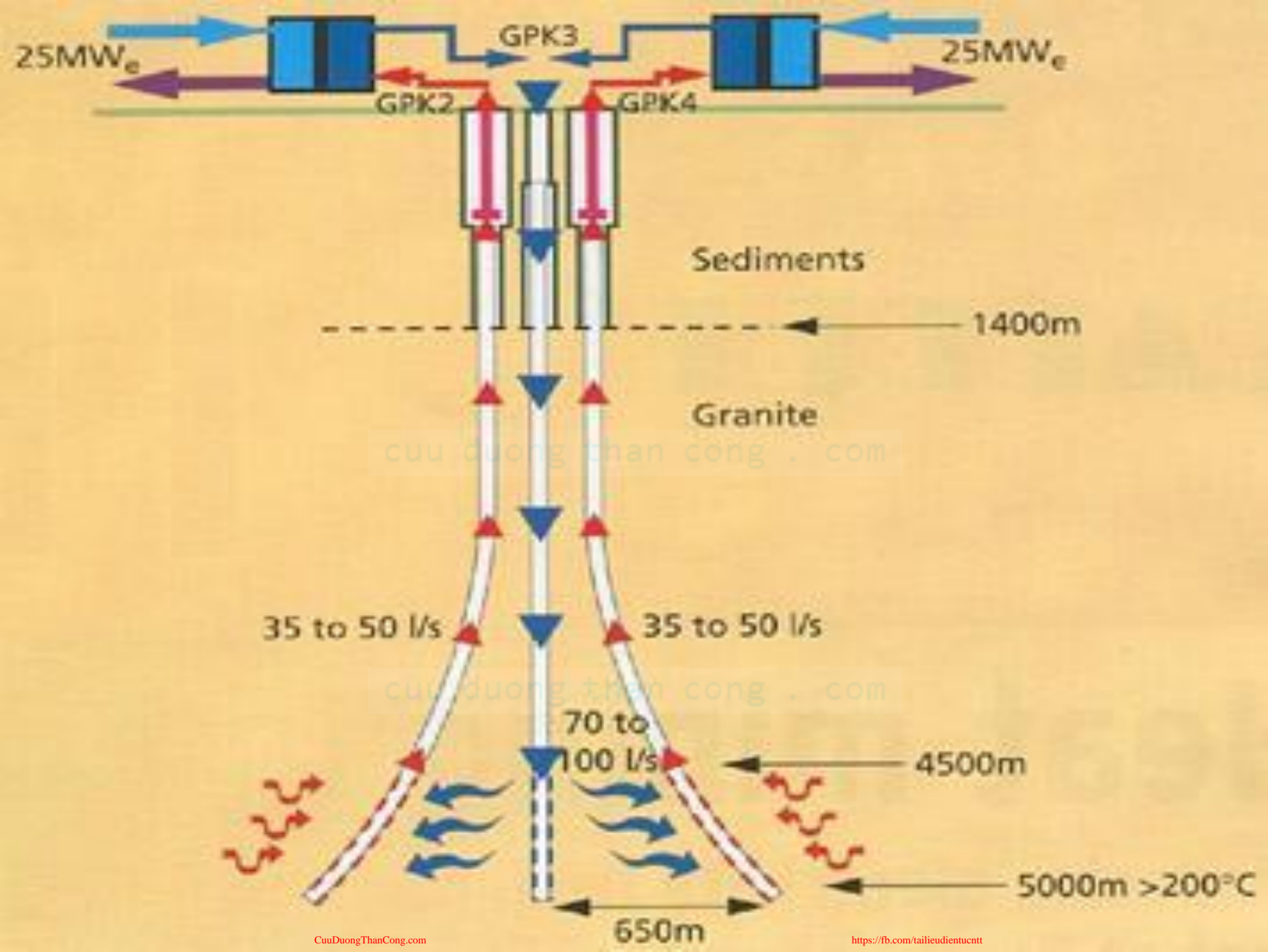
- + Năng lượng sóng biển: Mục tiêu là chuyển đổi một phần năng lượng của sóng biển thành cơ năng, điện năng.
- + Năng lượng thủy triều: Công suất thủy triều trên hành tinh khoảng 8.10^6 GW.
- + Năng lượng sinh học: Đây là dạng năng lượng gián tiếp được khai thác từ sự chuyển đổi khí sinh học từ các chất thải động vật và thực vật.



c) Năng lượng địa nhiệt

Năng lượng địa nhiệt là nhiệt được lấy trong lòng đất. Nhiệt độ ở tâm Trái Đất có thể đạt từ 3.500°C đến 4.500°C .

Thường năng lượng được giữ ở dạng bốn nhiệt hơi khô, bốn nhiệt nước nóng hoặc hệ đá nóng khô. Người ta có thể sử dụng cả ba loại bốn nhiệt trên để xây dựng các nhà máy điện địa nhiệt.





cuu duong than cong . com

cuu duong th cong . com

6. Tiêu thụ điện

Dự báo tiêu thụ điện năng sẽ tăng khoảng 67 % trong suốt thời kỳ dự báo, tăng từ 13 ngàn tỷ kWh năm 1999 lên 22 ngàn tỷ kWh năm 2020. Tốc độ tăng trưởng tiêu thụ điện của các nước đang phát triển châu Á sẽ cao nhất, đạt khoảng 4,5%/năm.

7. Phát thải CO₂

80% các phát thải CO₂ do con người gây ra là kết quả của việc đốt các nhiên liệu hoá thạch.

Dự báo, phát thải CO₂ sẽ tăng từ 6,1 tỷ tấn cacbon năm 1999 lên 7,9 tỷ tấn năm 2010, và 9,9 tỷ tấn năm 2020.

Khí CO₂ phát thải gây ra sự ấm lên của Trái Đất do hiệu ứng nhà kính các vùng đất khô cằn sẽ dần dần bị sa mạc hoá, các khối băng ở Nam và Bắc cực sẽ tan ra và nhấn chìm lục địa. Người ta dự đoán rằng sau 100 năm, nhiệt độ trung bình của Trái Đất sẽ tăng lên 2 độ.

"Hiệp ước khung về biến đổi khí hậu" có hiệu lực vào năm 1994. Hội nghị các nước ký kết tổ chức lần thứ 3 (COP3) tại Kyoto năm 1997 đã thông qua bản "Nghị định thư Kyoto" về mục tiêu giảm thiểu các loại khí gây hiệu ứng nhà kính của các nước phát triển.

Kết luận

1. Phương thức tạo ra điện sạch từ các nguồn NL mới cần được ủng hộ. Nhưng tới 20 năm nữa, những nguồn năng lượng mới này cũng chỉ cung cấp được dưới 3% điện năng của thế giới.

2. Năng lượng nguyên tử là món quà quý giá mà thiên nhiên tặng cho con người. Đặc trưng quý nhất của nó là nguồn năng lượng sạch, không phát thải CO_2 , SO_x , NO_x gây ô nhiễm môi trường. Các nước cung cấp urani là Canada, Australia đều là những nước có tình hình chính trị ổn định.

Dầu



1020 tỷ thùng
(1 thùng xấp xỉ 159 lít)

Than



1031 tỷ tấn

Khí tự nhiên



144 Tm³

Urani



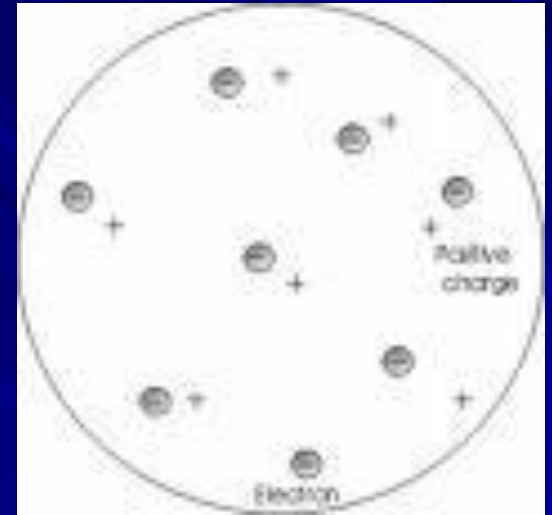
4,36 triệu tấn

Trữ l- ợng các nguồn năng l- ợng trên toàn thế giới

1.3. LỊCH SỬ NGÀNH NLNT

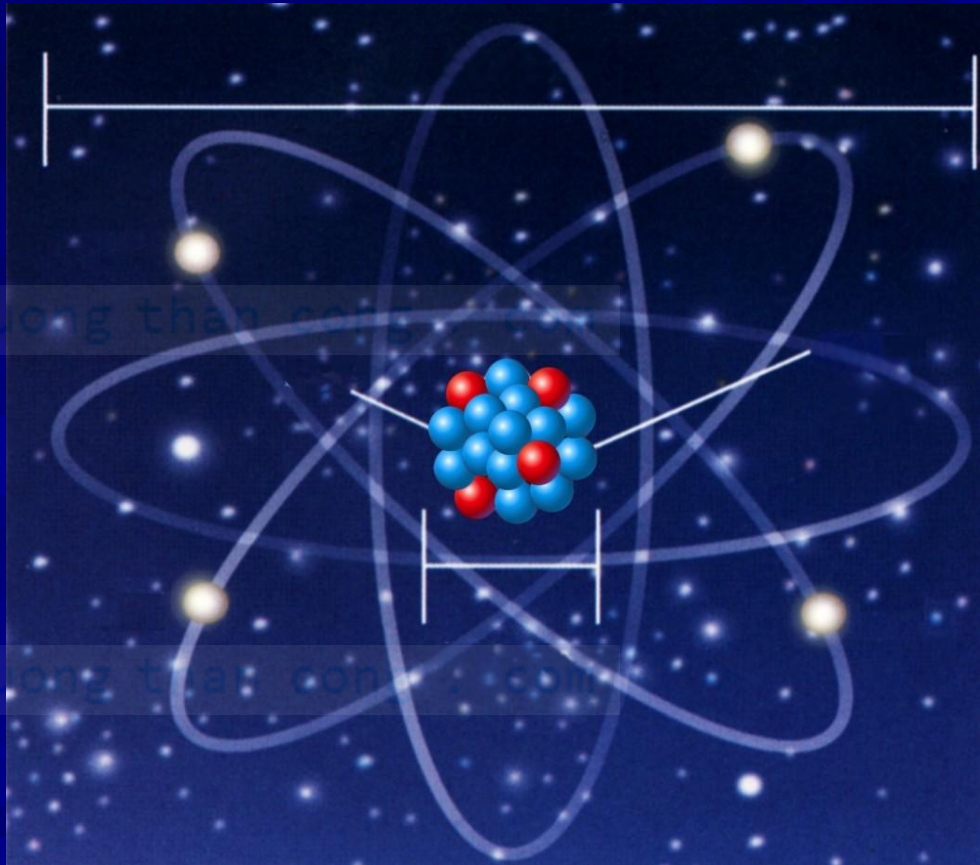
- 1895- Rơn-ghen phát hiện ra tia X. Cuối tk XIX, người ta vẫn coi NT là phần nhỏ bé nhất không thể phân chia của vật chất. Từ năm 1895 sau phát minh ra tia X của Rơn-ghen, ngành VLNT đã được hình thành và PT. Những phát minh của Becquerel, Thompson, Mary Curie, Einstein, Niels Bohr, Rutherford, Walter Bothe, H. Becker, Frederic, Jolid Curie, Enrico Fermi v.v... đã đặt nền móng cho ngành công nghiệp năng lượng nguyên tử sau này.

■ 1904 nhà VL ng- ời Anh J. J. Thomson đ- a ra mẫu NT đầu tiên. Theo đó thì NT là một quả cầu tích điện d- ơng có kích th- ớc cỡ 10^{-8}cm với các electron bay lơ lửng trong đó. Cho tới năm 1909 thì gặp mâu thuẫn với kết quả thực nghiệm NC tán xạ của các hạt α trên các lá kim loại mỏng.



- 1911, nhà bác học người Anh A. Rutherford đưa ra một mẫu nguyên tử mới, theo đó NT gồm một hạt nhân mang điện tích dương $+Ze$ ở tâm, nhân này có bán kính rất nhỏ (cỡ 10^{-12}cm) và Z điện tử chuyển động theo các quỹ đạo nào đó quanh hạt nhân ở các khoảng cách tương đối lớn (cỡ 10^{-8}cm). Vì khối lượng điện tử là rất nhỏ so với khối lượng nguyên tử cho nên toàn bộ khối lượng nguyên tử thực tế là tập trung ở hạt nhân. Mẫu hành tinh nguyên tử của Rutherford giải thích được các thí nghiệm trên

■ 1913 nhà VL Đan Mạch Niels Bohr đưa ra lý thuyết lượng tử về các quá trình xảy ra trong NT. Bohr vẫn giữ lại hạt nhân của Rutherford và cho các điện tử quay quanh hạt nhân theo các quỹ đạo tròn với các điều kiện sau:



1. Điện tử trong nguyên tử chỉ có thể ở trong một số quỹ đạo dừng xác định và ổn định, và ở đó điện tử không bức xạ.

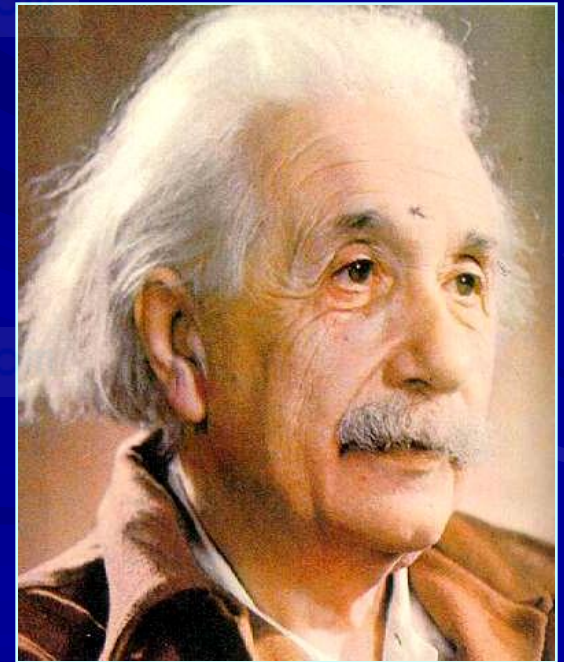
2. Điện tử chỉ bức xạ hay hấp thụ khi chuyển từ quỹ đạo dừng này sang quỹ đạo dừng khác.

3. Trong tất cả các quỹ đạo khả dĩ của điện tử quanh hạt nhân, chỉ tồn tại những quỹ đạo nào mà momen động lượng của điện tử bằng một số nguyên lần h .

■ Cùng với cơ học l- ượng tử, thuyết t- ơng đối do nhà bác học vĩ đại ng- ời Đức Albert Einstein (1879 - 1955) đ- a ra từ năm 1905 đến năm 1916 là cơ sở để xây dựng vật lý hạt nhân hiện đại và lý thuyết các hạt cơ bản. Với công thức :

$$E = mc^2$$

Albert Einstein xứng đáng đ- ợc mệnh danh là *"Cha đẻ của ngành năng l- ượng nguyên tử"*.

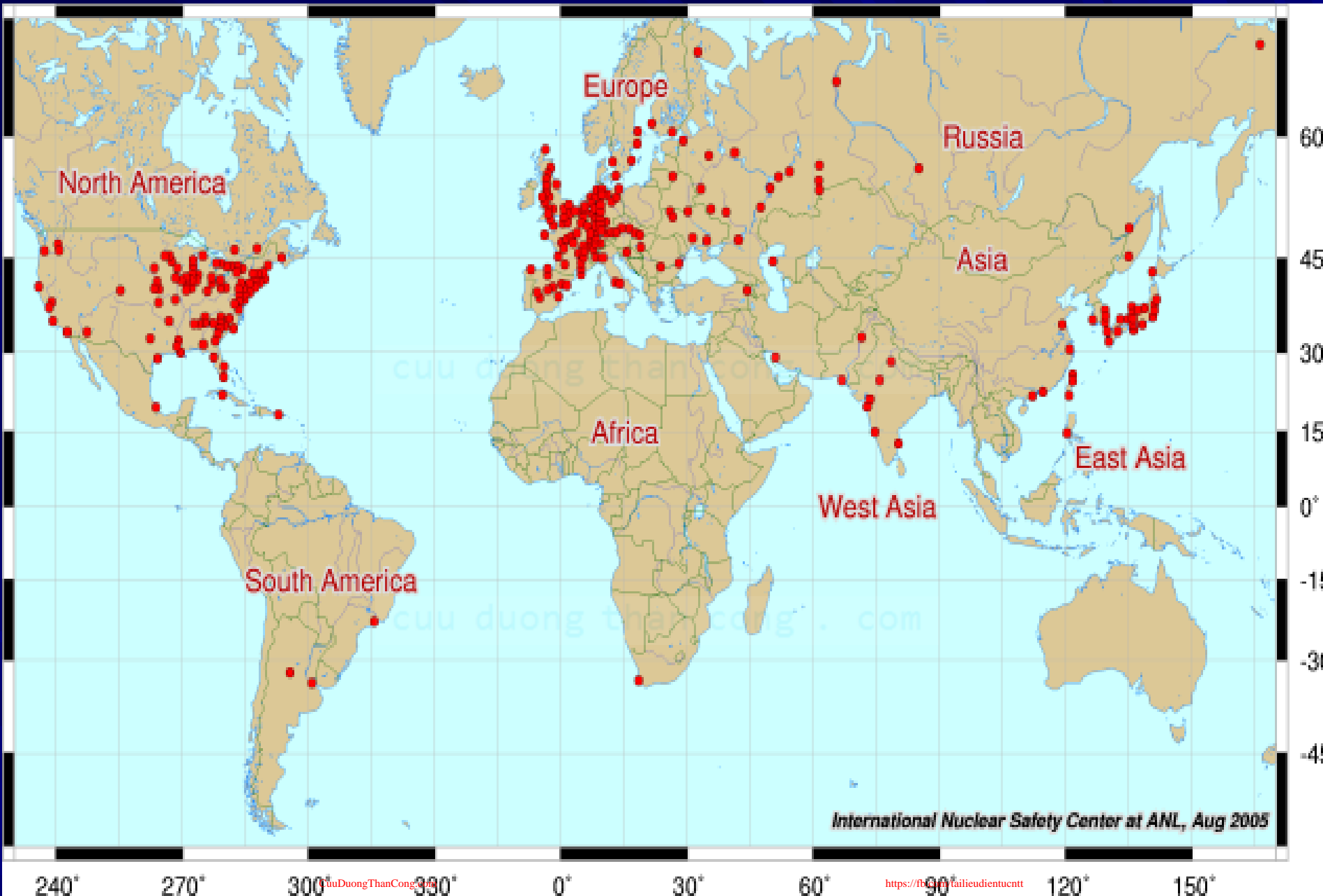


■ Đầu các năm 30 của thế kỷ XX phổ kế ra đời đã tạo điều kiện cho vật lý có những phát minh có tính quyết định trong công nghệ hạt nhân. Ngày nay ta phát hiện ra các hiện tượng phân rã hạt nhân, phát hiện tính phóng xạ tự nhiên của nhiều nguyên tố, ngày nay ta tìm ra 2 loại phản ứng hạt nhân hết sức quan trọng là phản ứng phân hạch hạt nhân và phản ứng tổng hợp nhiệt hạch, chỉ ra được hướng giải quyết căn bản bài toán năng lượng cho loài ngày nay.

■ Ngày 27-6-1954, khánh thành nhà máy điện nguyên tử đầu tiên trên thế giới, công suất 5MW ở Obninsk (Liên xô cũ) mở đầu thời kì sử dụng năng lượng nguyên tử cho mục đích hoà bình.



Bản đồ các nhà máy điện NT trên Thế giới



1.4. TÌNH HÌNH NLNT CỦA MỘT SỐ NƯỚC TRÊN THẾ GIỚI

1. Nước Mỹ

- Mỹ hiện có **104** lò phản ứng hạt nhân
 - Tổng công suất thiết bị là **100.322** MW chiếm vị trí thứ nhất trên thế giới.
 - Cơ cấu nguồn điện năm 2000 là: than chiếm 52%, nguyên tử chiếm 20%, khí là 16% và thủy điện 7%.

2. Nước Pháp

Pháp hiện có **59** lò phản ứng PWR phát điện với tổng công suất thiết bị là **63.260** MW chiếm vị trí thứ hai trên thế giới sau Mỹ.

Điện nguyên tử chiếm 78% trong tổng điện năng của cả nước và đây là tỷ lệ cao nhất trên thế giới.

3. Nhật Bản

Hiện nay Nhật Bản có **56** lò phản ứng phát điện đang vận hành, công suất thiết bị là **47.833** MW, trở thành n-ốc sử dụng điện nguyên tử thứ ba trên thế giới sau Mỹ và Pháp. Trong số 56 lò phản ứng, 32 lò theo công nghệ BWR và 24 lò theo công nghệ PWR.

cua-duong-than-cong.com

4. N□ốc Nga

Hiện nay, Cộng hoà Liên bang Nga có **31** tổ máy điện nguyên tử đang vận hành với tổng công suất thiết bị là **21.743** MW đứng vị trí thứ t- trên thế giới. Nga đang xây dựng 7 tổ máy với tổng công suất 4585 MW.

5. Nước Đức

Tổng công suất thiết bị khoảng **21.558** MW của **17** lò phản ứng phát điện đang vận hành, cơ cấu nguồn điện của Đức là: 33% điện nguyên tử, 24% điện than, 27% điện than nâu, 7% điện khí và 2% điện năng l- ợng gió.

cuuduongthancong.com

6. Hàn Quốc

Lò phản ứng đầu tiên của hàn Quốc bắt đầu vận hành vào năm 1977. Tại thời điểm 2005 Hàn Quốc phải nhập khẩu 97% NL theo nhu cầu. Hàn Quốc có **20** lò phản ứng với công suất đặt là **19.374** MW chiếm 45% nhu cầu phụ tải. Hiện nay, ở Hàn Quốc NL hạt nhân đ- ợc xem là - u tiên chiến l- ợc của quốc gia.

7. N^hớc Anh

Hiện nay, Anh có **19** lò phản ứng nguyên tử với tổng công suất **10.742** MW. Tỷ lệ phát điện bằng năng l- ợng nguyên tử là 20%.

Anh là n- ớc bắt đầu việc phát triển các nhà máy điện nguyên tử th- ơng mại sớm nhất trên thế giới bằng loại lò khí.

8. Trung Quốc

Hiện tại Trung Quốc có **11** lò phản ứng phát điện với tổng công suất **8.572** MW.

Hiện đang phát triển cả loại PWR nội địa bằng công nghệ trong n- ớc.

1.5. Năng lượng nhiệt hạch

1.5.1. Nguyên lý tạo ra năng lượng nhiệt hạch

Năng lượng nhiệt hạch được tạo ra từ những phản ứng hạt nhân được thực hiện giữa những nguyên tố nhẹ dùng làm nguyên liệu như các đồng vị của hydro, heli, liti, bo, v.v... Nếu kết hợp các đồng vị của hydro để tạo thành hạt nhân heli thì các phản ứng đó sẽ tỏa năng lượng.

Thí dụ:

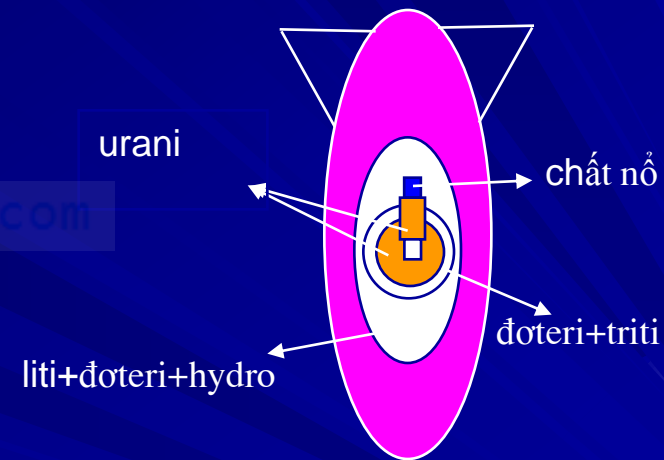


Các phản ứng trên là phản ứng nhiệt hạch. Năng lượng nhiệt hạch lớn hơn năng lượng phân hạch nhiều. Thí dụ: 1 kg hỗn hợp đồng vị hydro nặng toả ra năng lượng $9,20.10^7$ kWh gấp 4 lần năng lượng do 1 kg U235 toả ra ($2,3.10^7$ kWh).

Hiện nay, việc sử dụng hai đồng vị phóng xạ của hydro là đơteri (D) và triti (T) để tạo ra phản ứng nhiệt hạch đòi hỏi những điều kiện mà con người có khả năng thực hiện được. Nhiên liệu được nung nóng ở nhiệt độ rất cao (20 triệu độ C) sẽ bốc hơi tạo nên một trạng thái ion hóa cực mạnh (plasma) để xảy ra phản ứng nhiệt hạch.

1.5.2. Phản ứng nhiệt hạch không điều khiển

Muốn cho phản ứng nhiệt hạch xảy ra, cần có nhiệt độ cao hàng chục triệu độ. Có thể dùng bom nguyên tử để tạo ra nhiệt độ đó, nhưng phản ứng nhiệt hạch xảy ra sẽ chỉ tồn tại trong thời gian rất ngắn (cỡ 6-10s) rồi tắt hẳn nên gọi là phản ứng nhiệt hạch không điều khiển. □ó là nguyên lý của bom khinh khí (bom H). Mỗi quả bom NT t- ơng đ- ơng 20 ngàn tấn thuốc nổ TNT thì 1 quả bom KK t- ơng đ- ơng với 10÷20 triệu tấn thuốc nổ TNT.



Việc khai thác và sử dụng nguồn năng lượng này rất khó khăn vì một vấn đề đặt ra là làm sao khống chế được nguồn năng lượng khổng lồ tạo ra được trong lò phản ứng nhiệt hạch để nguồn năng lượng này phát ra từ từ và điều khiển được nó để sử dụng trong việc chuyển hoá thành điện năng.

Hiện nay có 1200 chuyên gia của 4 nước trình độ cao đang hợp tác nghiên cứu và thí nghiệm loại nhà máy điện sử dụng năng lượng nhiệt hạch (tổng hợp hạt nhân). Trước mắt cũng phải giải quyết nhiều vấn đề lớn về khoa học kỹ thuật mới có thể vận hành được vào thời gian dự kiến là 2050.

