

核能

為什麼會有放射性元素？

什麼是游離性輻射線？

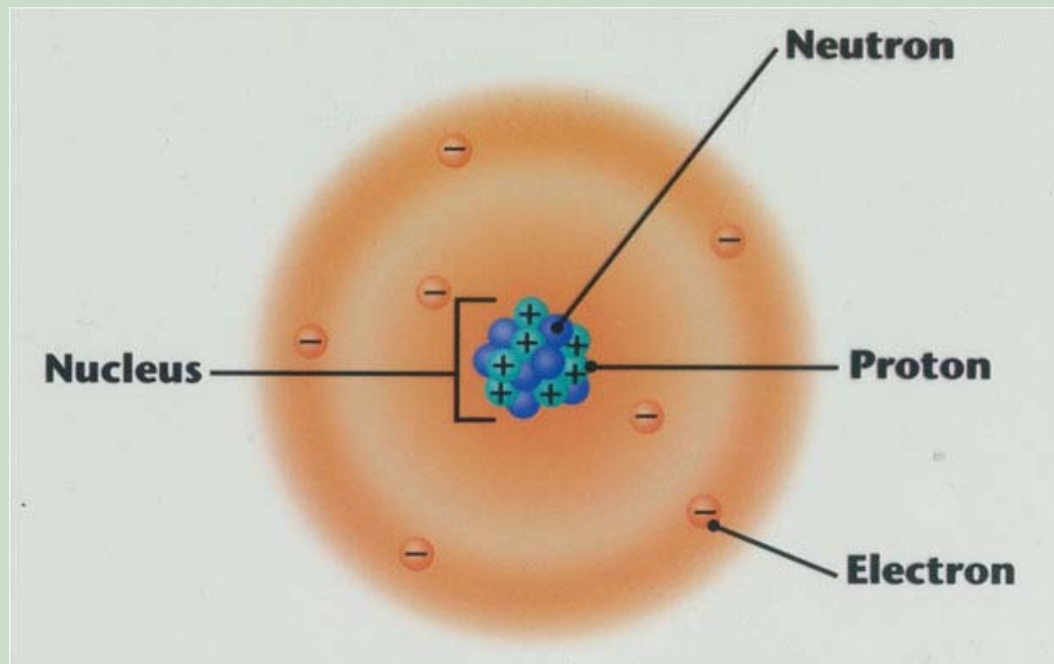
放射性元素如何提供能量？

核能發電廠和原子彈有何異同？

核分裂VS核融合



原子的構造



原子的直徑：0.1~0.5奈米(10^{-9} 公尺)

原子核的直徑：1.75~15飛米(10^{-15} 公尺)



基本粒子的性質

原子 (10^{-10}m)		原子組成	符號	質量(a. m. u.)	電荷(單位電荷)
	原子核內 (10^{-14}m)	質子	${}^0_{-1}\text{e}$	1.007277	+1
		中子	${}^1_1\text{p}$	1.008665	0
	原子核外	電子	${}^1_0\text{n}$	0.00054859	-1

1 a. m. u = 1.66058×10^{-24} 克

1 單位電荷 = 1.6022×10^{-19} 庫倫



203.64.159.11/

原子序-決定原子化學性質的關鍵

原子中質子的數目。

具有相同質子數的原子即為元素。



原子量

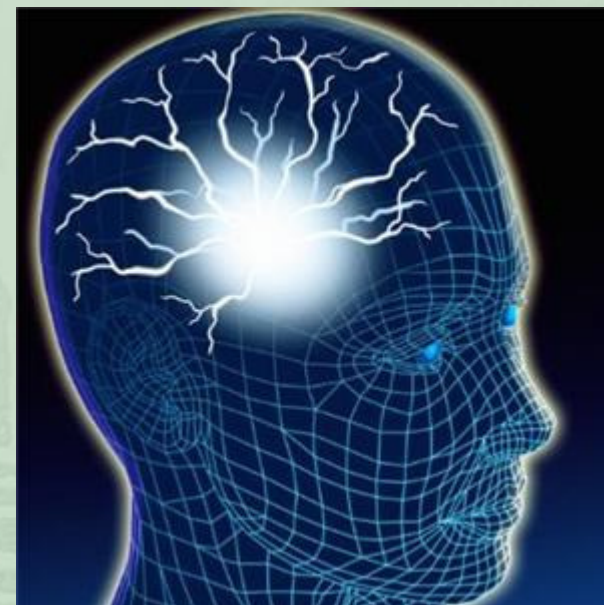
某原子的質量與 ^{12}C 質量的 $1/12$ （原子質量單位，約 $1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ）的比值稱為該原子的原子量，又稱相對原子質量，單位為1。

由於大多數元素是由兩種或兩種以上的同位素構成的，因此元素週期表上的原子量是按各同位素所佔百分比求得的平均值，或稱平均原子量。



動腦時間

氯有兩種同位素， ^{35}Cl 佔75%， ^{37}Cl 佔25%，則氯的平均原子量會是多少？



答案

$$35 \times 0.75 + 37 \times 0.25 = 35.5$$



元素符號

Nucleon Number A

**The Total Number
of
Protons and Neutrons**

Proton Number Z

**The Number
of
Protons**

7

3

Li

**Chemical
Symbol
for the
Element**

同位素-同一種元素的原子未必一模一樣

原子中具有相同的質子數，但是不同的中子數。
同位素的原子具有相同的一般化學性質(如化學反應)，但是具有不同的核化學性質(如半衰期)和些微的物理性質差異(如熔點、沸點、運動速率)。

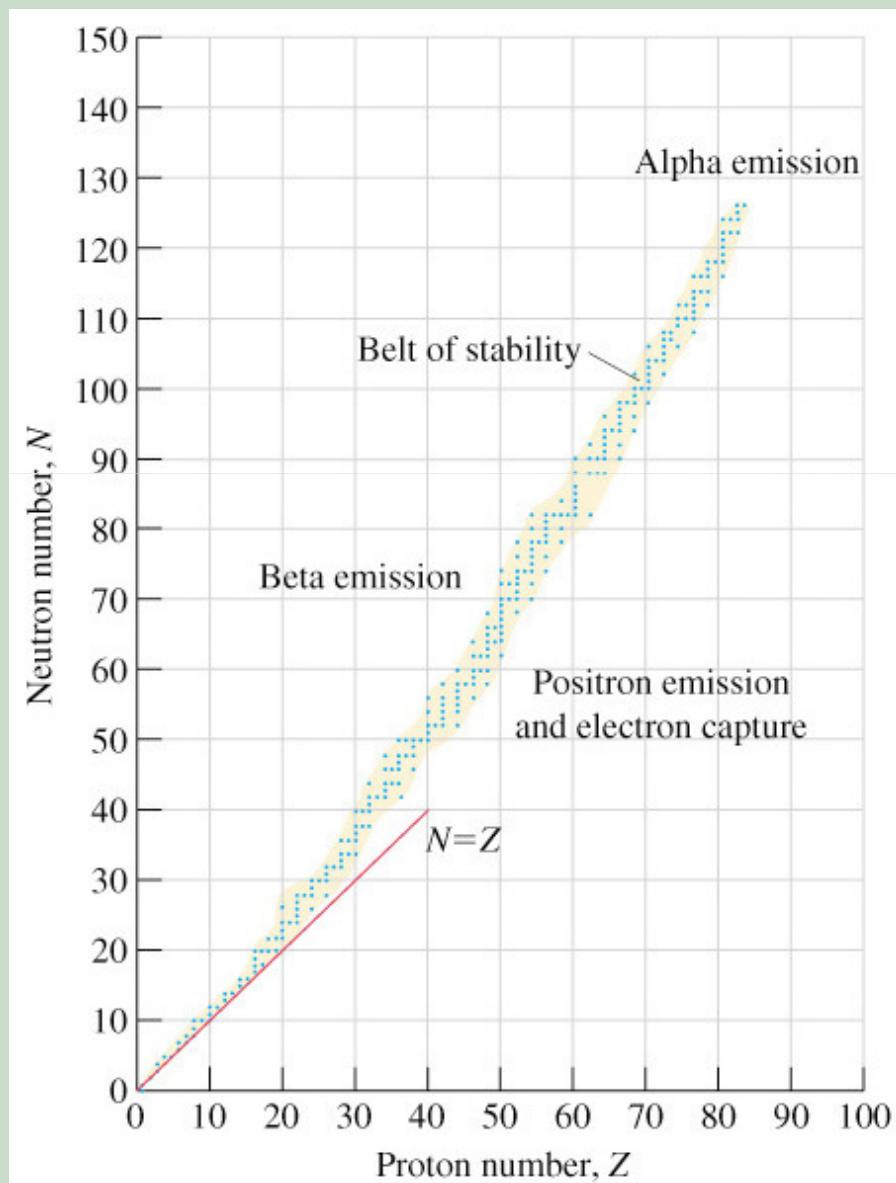


放射性同位素

某些同位素因為中子數的差異造成原子不穩定，而會發生蛻變的情形，蛻變的過程中會釋放游離性輻射線。

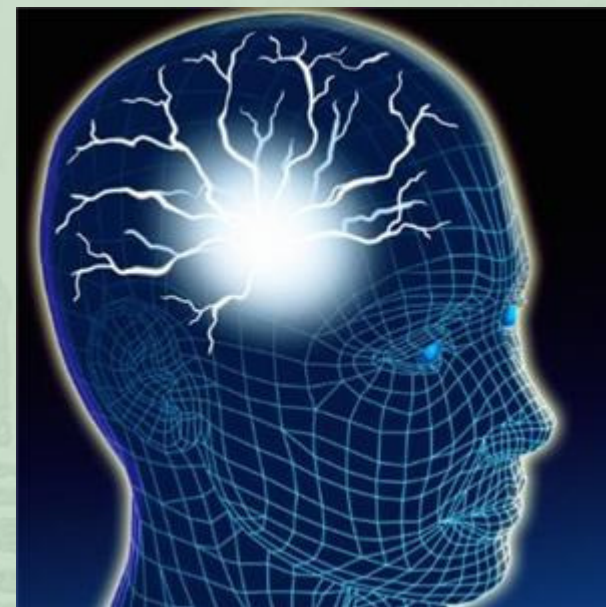


為什麼會有放射性元素？

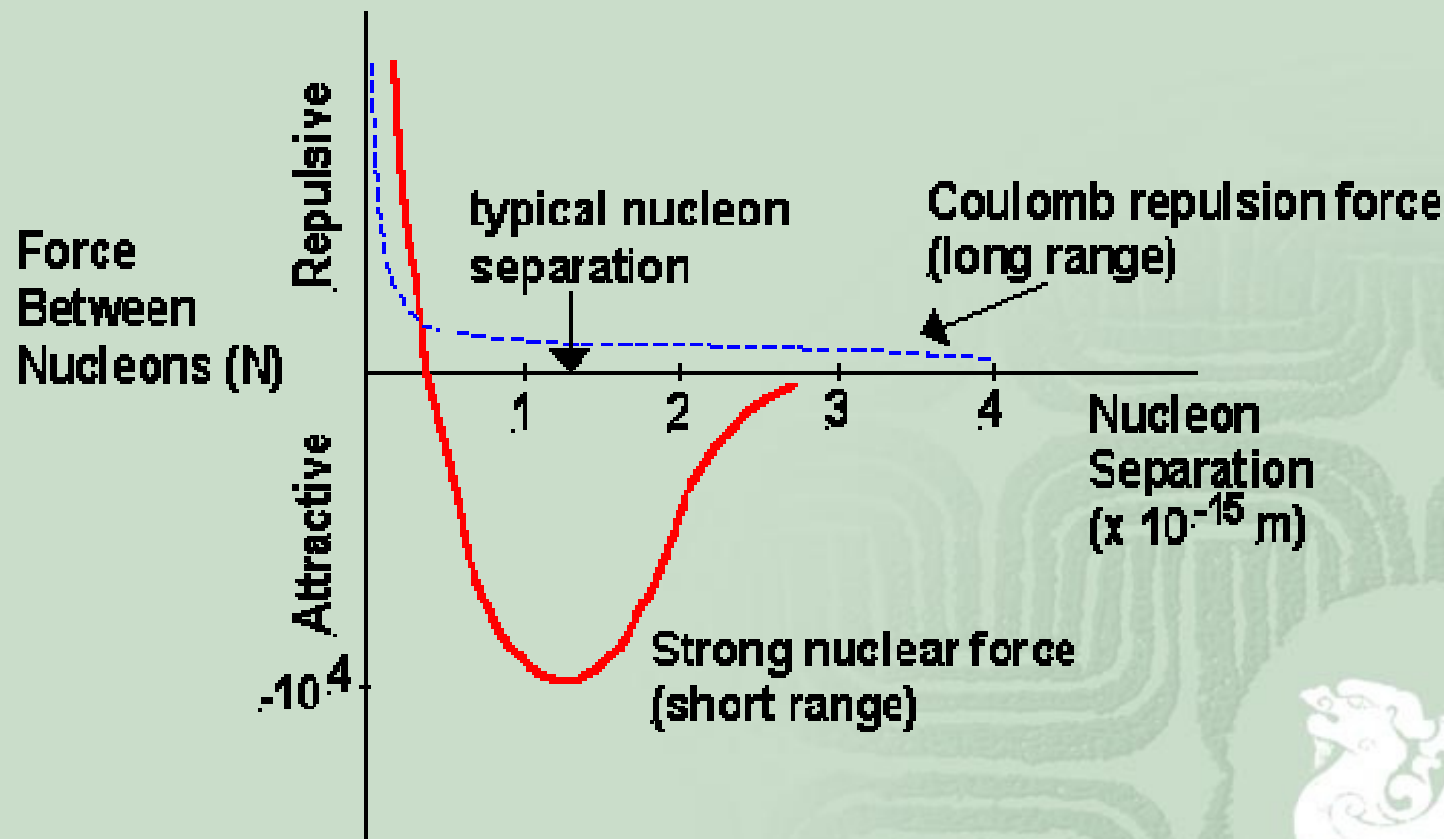


動腦時間

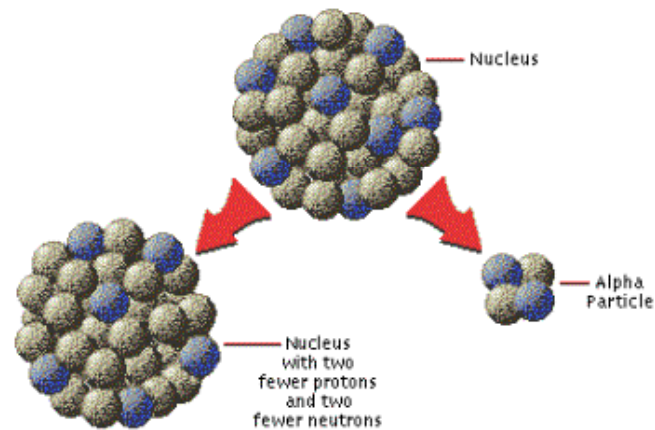
相同電性的物質會互相排斥，為何原子核中的質子能結合在一起？



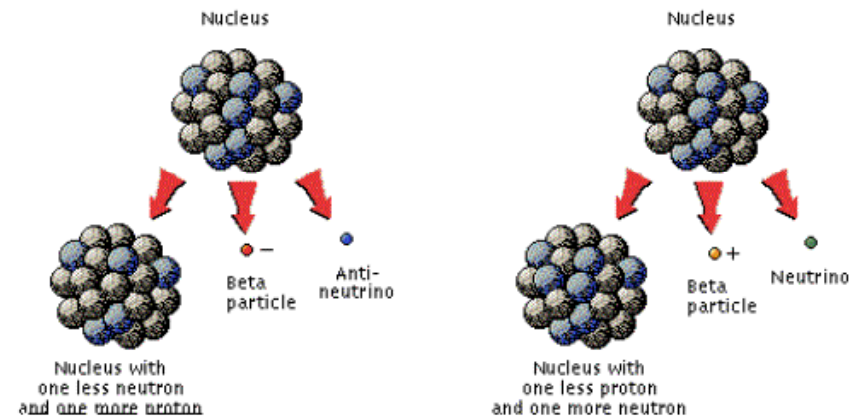
核力(強作用力)-在1.3飛米的距離產生極強的吸引力



放射性同位素發生核分裂，釋放游離性輻射線



Alpha decay. The nucleus breaks down to form an atom with two fewer neutrons and two fewer protons. Also given off is an alpha particle, which is effectively a helium atom.



Beta decay. You can think of the nucleus as losing an electron. Thus a neutron changes to a proton (plus electron . . . β particle). If it loses a positive β particle (β^+), the proton goes to a neutron.

三種游離性輻射線的本質

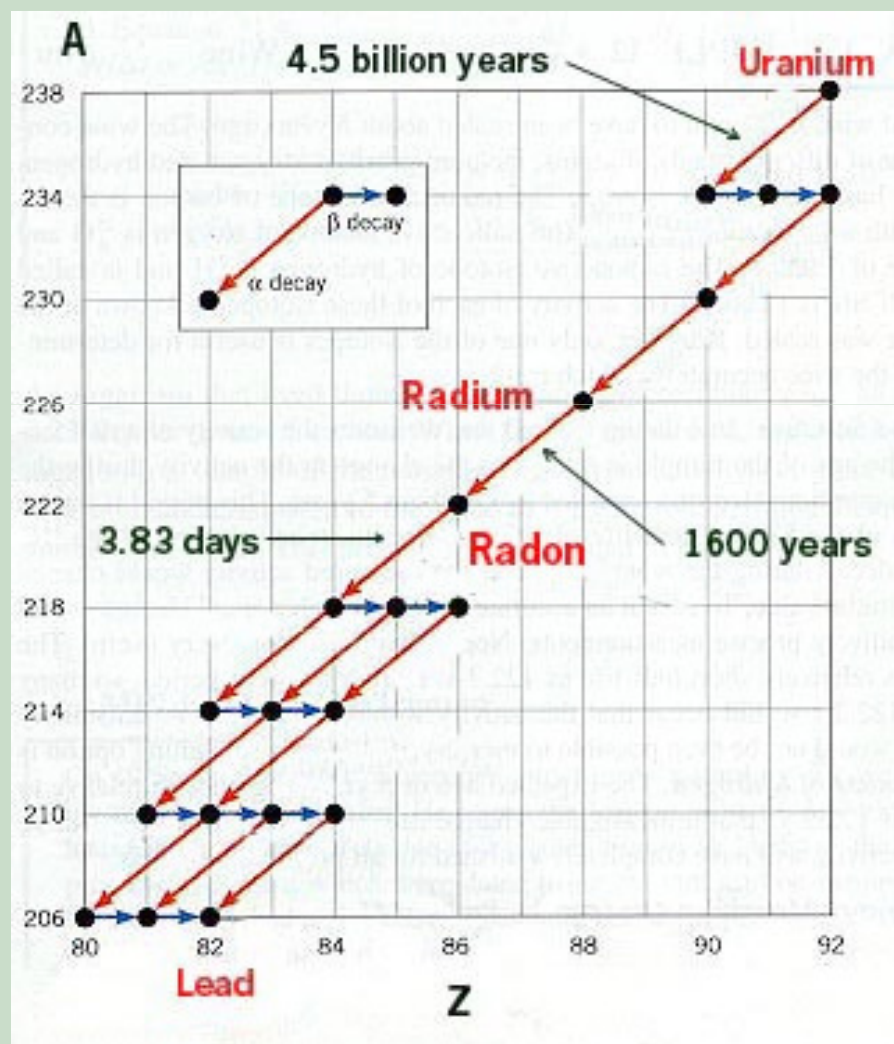
α : 氦原子核；由兩個質子與兩個中子組成

β : 高能游離電子

γ : 高能輻射線；不具有質量



放射性元素蛻變



質能互換公式-核能來自質量虧損

$$E=mc^2$$

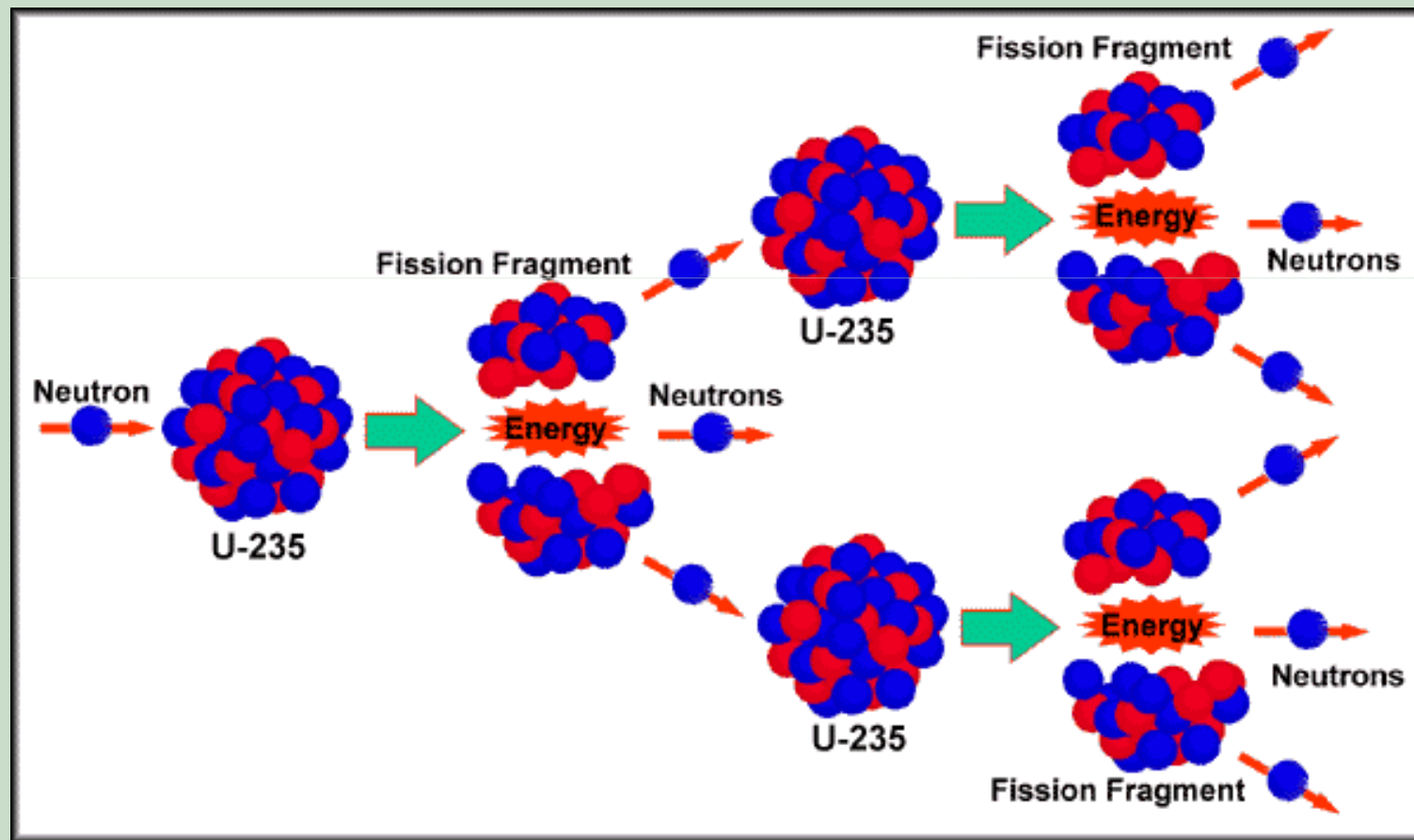
E: 能量

m: 質量

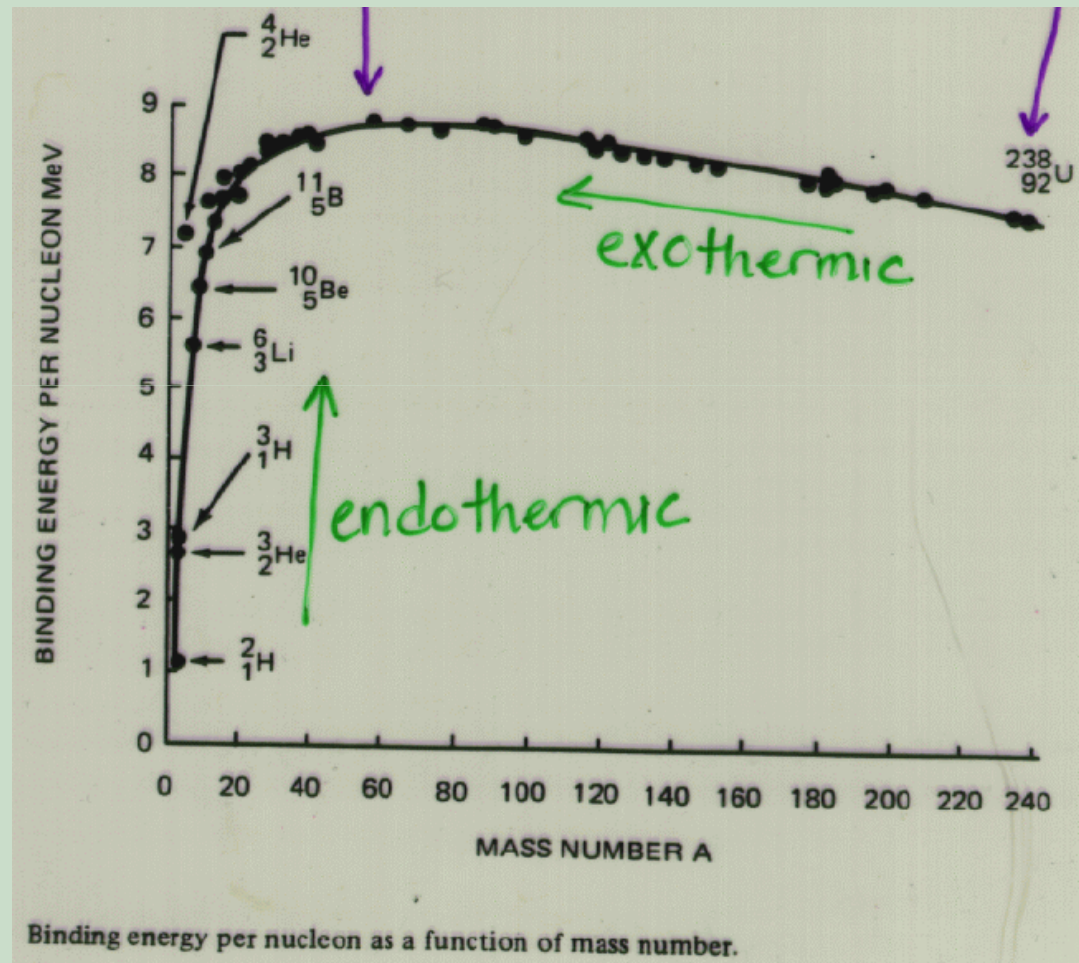
c: 光速



以人為的方式產生中子撞擊鈾235
造成核分裂，釋放核能，並且釋
放更多中子造成連鎖反應



核能來自質量虧損



單位質量核能與化學能的比較

1公斤鈾235進行核分裂會有0.1%質量虧損

$$E = 0.001 \times (3 \times 10^8)^2 = 9 \times 10^{13} \text{ (焦耳)}$$

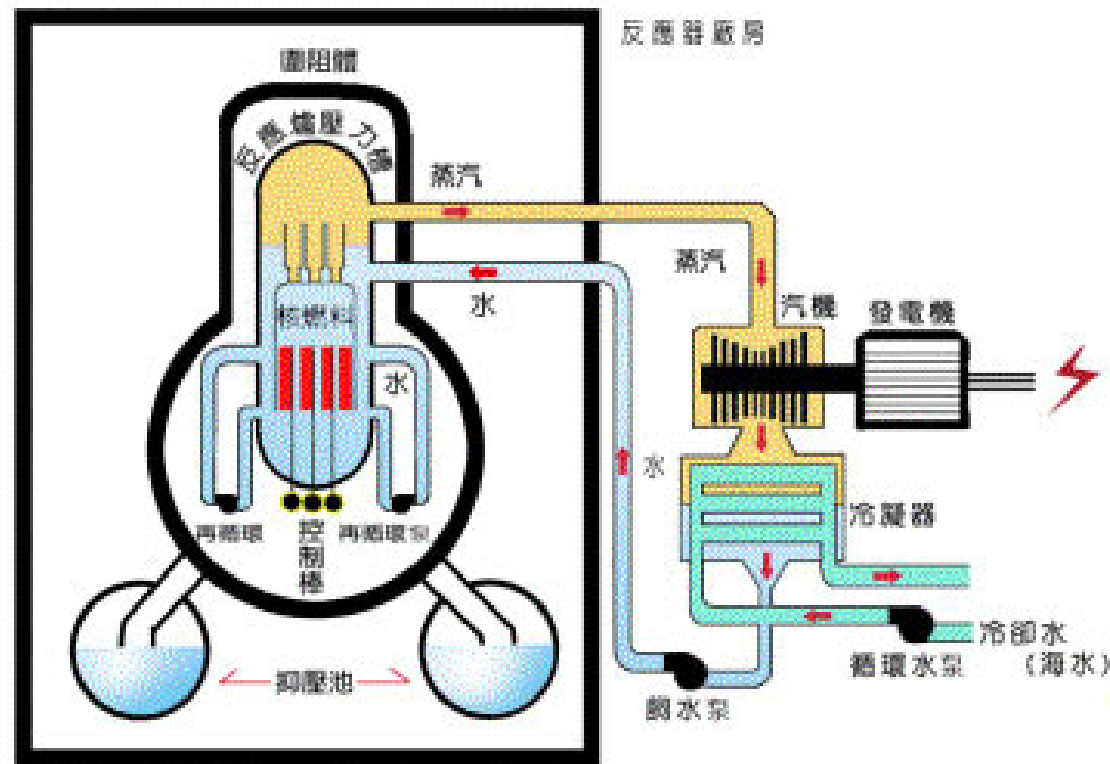
1公斤液化石油氣燃燒熱值為 5×10^7 焦耳

單位重量核能熱值為化學能的 $9 \times 10^{13} / 5 \times 10^7 = 1.8 \times 10^6$ 倍



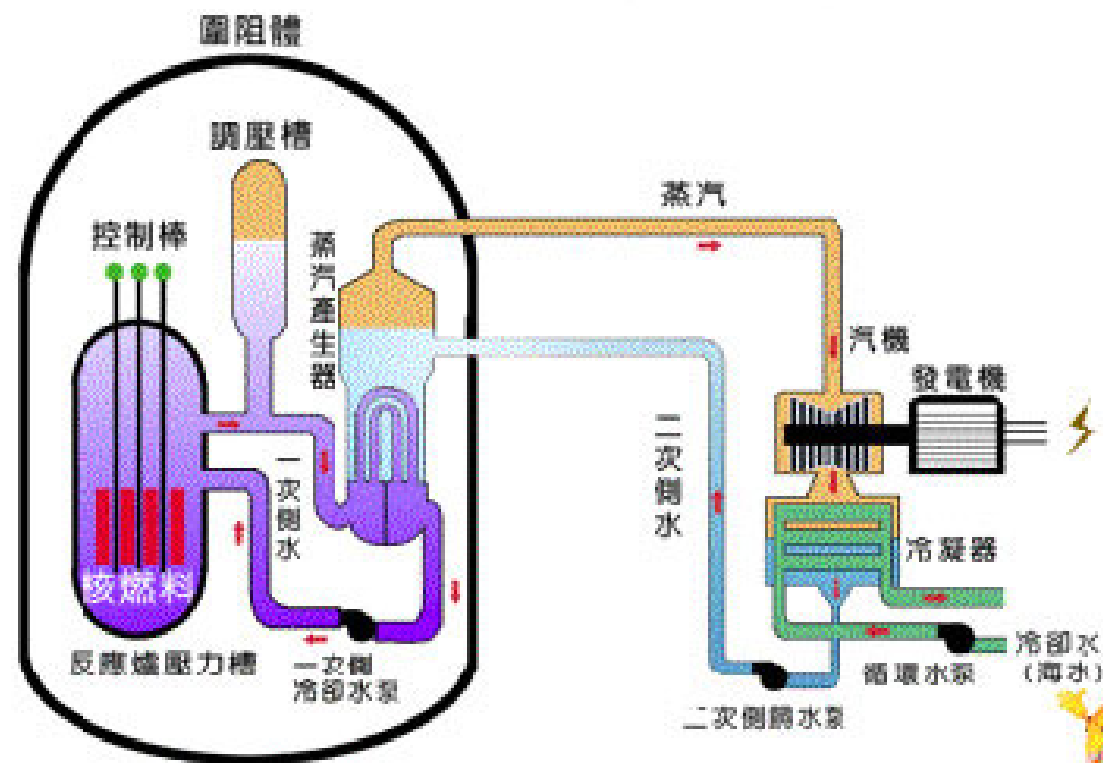
沸水式核電廠

沸水式電廠流程



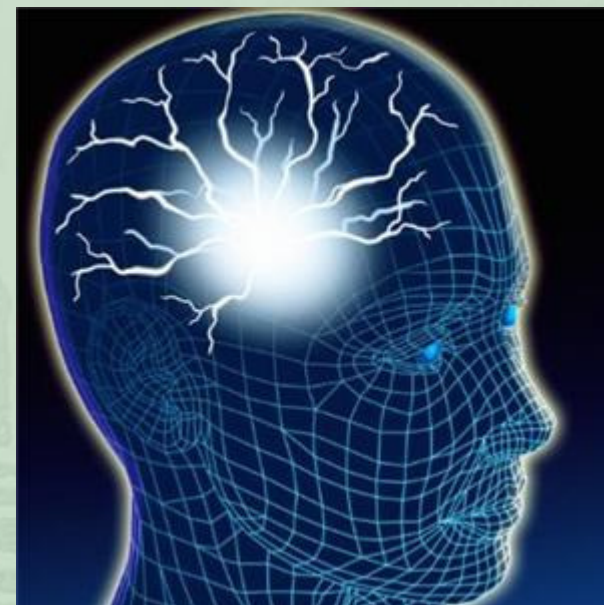
壓水式核電廠

壓水式電廠流程



動腦時間

核能發電廠有沒有可能變成原子彈？



核能發電廠 \neq 原子彈

發電用的燃料棒中鈾235濃度過低，不足以產生鏈鎖反應。

只有鈾235會受中子撞擊而發生核分裂；鈾238則會吸收中子，減少甚或停止核分裂進行。



不同等級鈾同位素比例

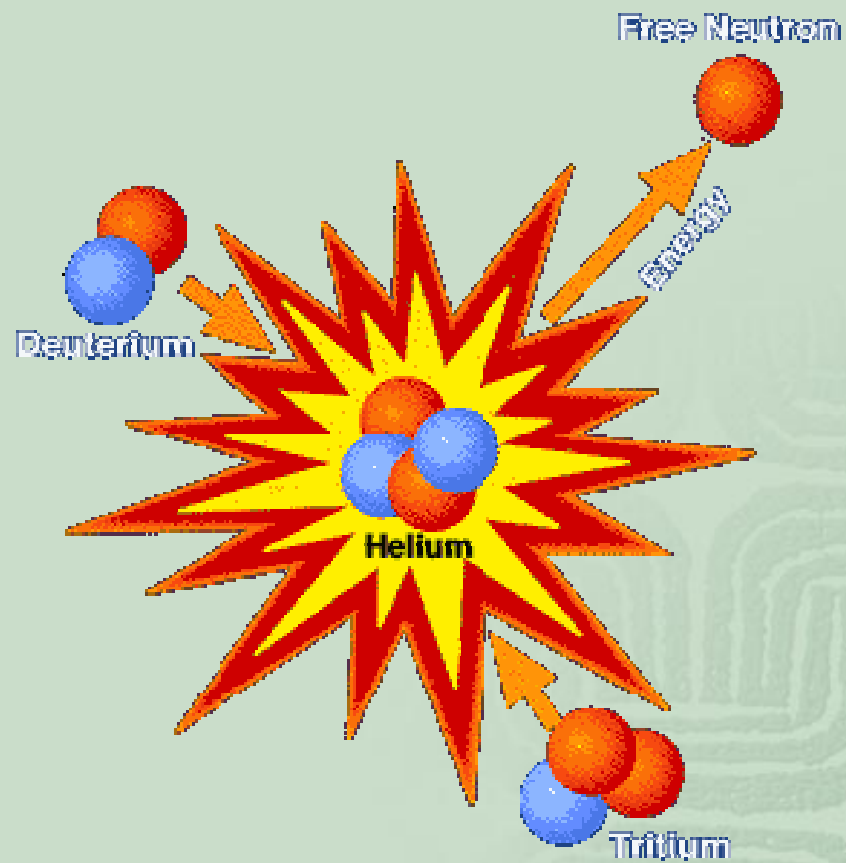
	^{238}U	^{235}U
天然礦	99.3%	0.7%
濃縮鈾(核電級)	97%	3%
濃縮鈾(核武級)	<10%	>90%



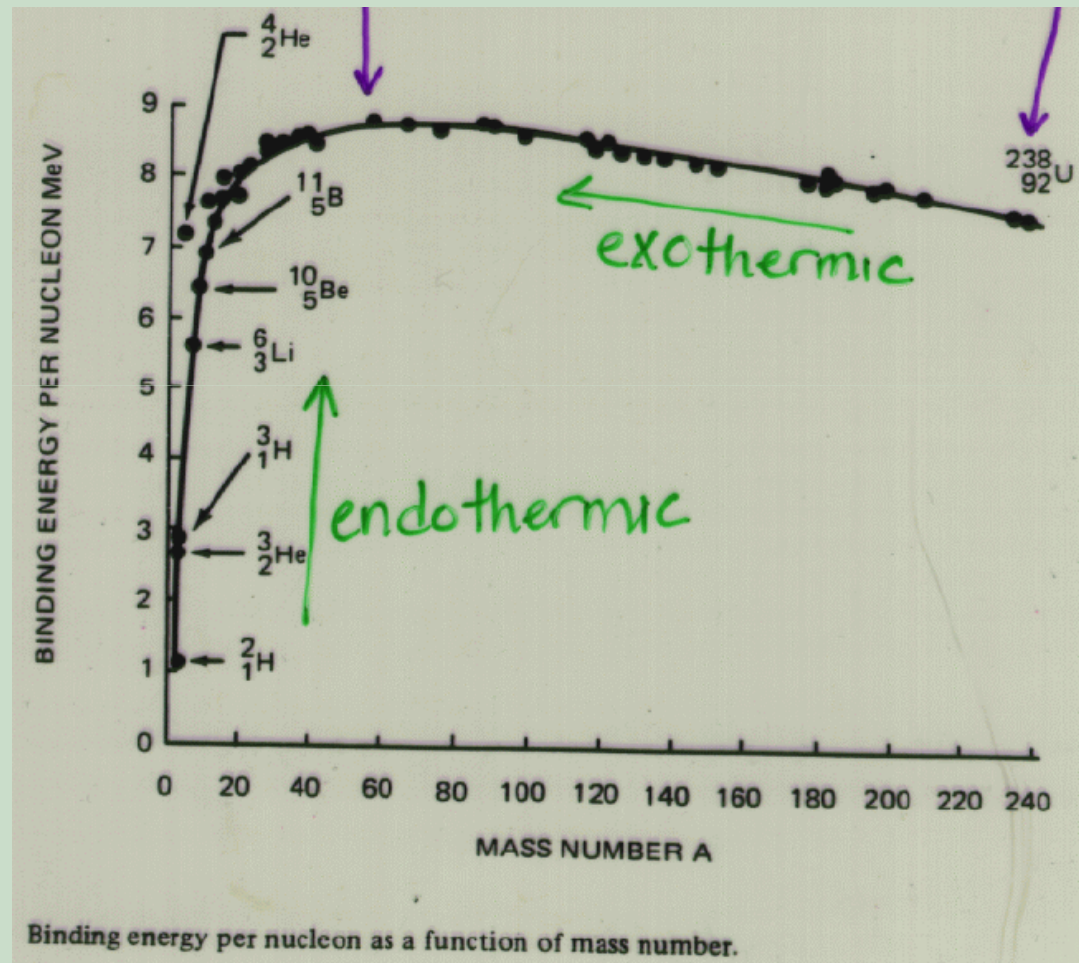
核能發電廠的夢魘－車諾比事件



核能新未來-核融合



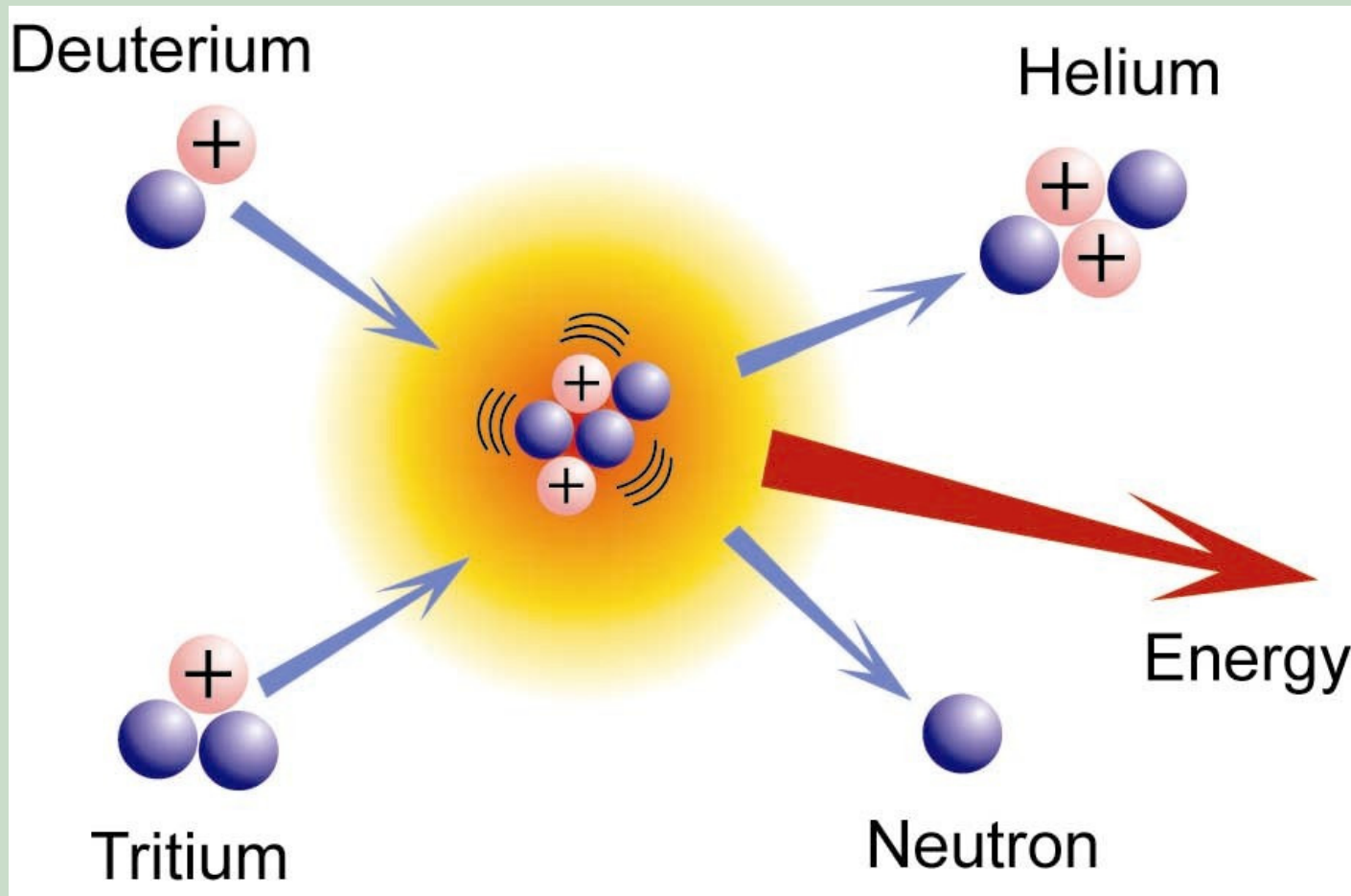
核能來自質量虧損



氫與其同位素

同位素	蘊含量	半衰期	衰變模式	衰變能量 MeV	衰變產物
1H	99.985%	穩定			
2H	0.015%	穩定			
3H	$10^{-15}\%$ ，人造	12.32 年	β 衰變	0.019	3He
4H	人造	9.93696×10^{-23} 秒	中子釋放	2.91	3H
5H	人造	8.01930×10^{-23} 秒	中子釋放	?	4H
6H	人造	3.26500×10^{-22} 秒	三粒中子釋放	?	3H
7H	人造	無數據	中子釋放?	?	6H ?

核融合(nuclear fusion)



單位質量核融合能與核分裂能的比較

1公斤氫進行核融合會有0.7%質量虧損

$$E = 0.007 \times (3 \times 10^8)^2 = 6 \times 10^{14} (\text{焦耳})$$

1公斤鈾235進行核分裂會有0.1%質量虧損

$$E = 0.001 \times (3 \times 10^8)^2 = 9 \times 10^{13} (\text{焦耳})$$

所以核融合每單位質量釋放的能量是核分裂的7倍。



核融合發電的優勢

原料來源豐富

反應產物無殘留放射性元素的問題



核融合發電需克服的難題

如何達到千萬度高溫及維持反應進行



課後心語

核能是現階段除了化石燃料外，提供能量(電力)最高者。

核分裂反應後殘留的放射性元素是核能發電最大的爭議。

核能除了來自常見的核分裂，還包括核融合。

核融合發電商業運轉成功的話，將可以提供更大量且無放射性元素污染的能源。

