

Cold, colder and coldest ice

Most people know what happens at 0° Celsius (or 32 ° Fahrenheit): Water freezes. When the temperature outside is below freezing, for example, a rain storm may become a blizzard of snow. A glass of water left in the freezer eventually becomes a glass of ice.

The freezing point of water may seem like a simple fact, but the story of how water freezes is a little more complicated. In water at the freezing temperature, ice crystals usually form around a dust particle in the water. Without dust particles, the temperature can get even lower before the water turns to ice. In the laboratory, for example, researchers have shown that it's possible to cool water down to -40° C — without producing a single ice cube. This “supercooled” water has many uses, such as playing an important part in helping frogs and fish survive low temperatures.

In a more recent study, scientists showed how the temperature at which water freezes can be changed using electric charges. In this experiment, water exposed to a positive charge froze at higher temperatures than water exposed to a negative charge.

“We are very, very surprised by this result,” Igor Lubomirsky told *Science News*. Lubomirsky, who worked on the experiment, works at the Weizmann Institute of Science in Rehovot, Israel.



Charge depends on tiny particles called electrons and protons. These particles, together with particles called neutrons, make up atoms, which are the building blocks of all matter. An electron is a negative charge and a proton is a positive charge. In atoms with the same number of protons as electrons, the positive and negative charges cancel each other out and make the atom act like it has no charge.

Water already has its own kind of charge. A water molecule is made of one oxygen atom and two hydrogen atoms, and when these atoms get together they make a shape like Mickey Mouse's head, with the two hydrogen atoms being the ears. The atoms bond together by sharing their electrons. But the oxygen atom tends to hog the electrons, pulling them more toward itself. As a result, the side with the oxygen atom has a bit more negative charge. On the side with two hydrogen atoms, the protons aren't balanced out as well by electrons, so that side has a bit of positive charge.

Because of this imbalance, scientists have long suspected that forces due to electric charges could change the freezing point of water. But this idea has been hard to test and harder to verify. Earlier experiments looked at water freezing on metal, which is a good material to use because it holds electric charges, but water

can freeze on metal with or without a charge. Lubomirsky and his colleagues got around this problem by separating the water and the charged metal with a special type of crystal that could generate electric fields when heated or cooled.

In the experiment, the scientists placed four crystal discs inside four copper cylinders, then lowered the temperature of the room. As the temperature dropped, water droplets formed on the crystals. One disc was designed to give the water a positive charge; one a negative charge; and two gave no charge at all to the water.

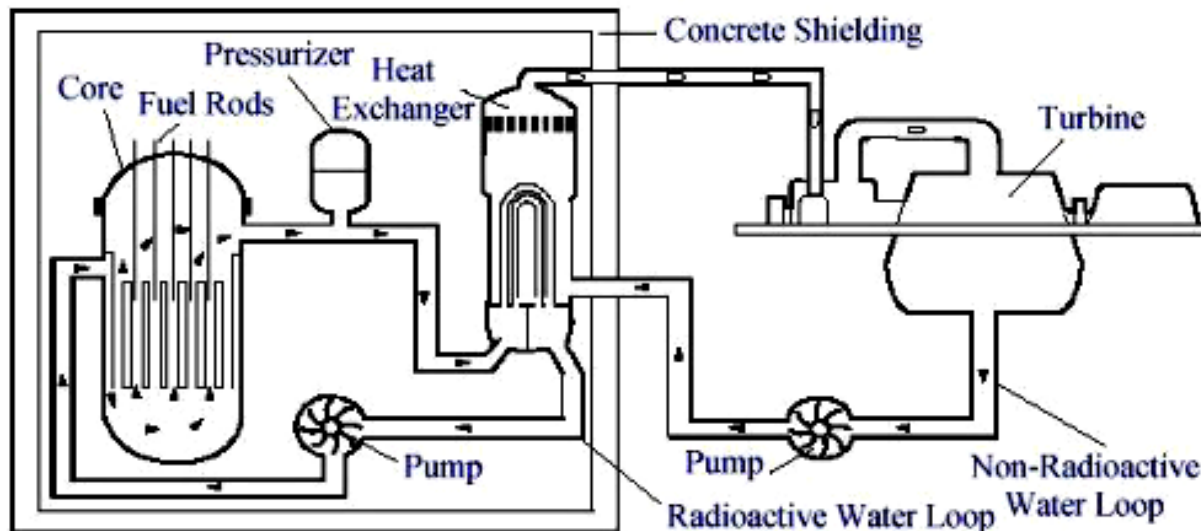
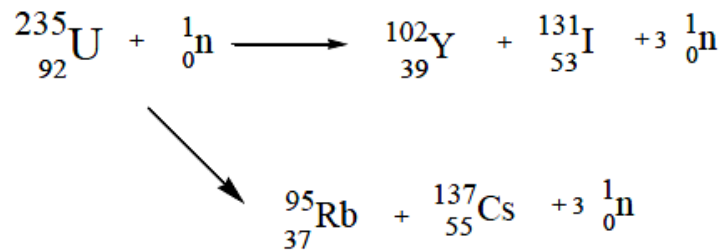
The water droplets on the crystal with no electric charge froze at -12.5°C on average. Those on a crystal with a positive charge froze at a higher temperature of -7°C . And on the crystal with a negative charge, the water froze at -18°C — the coldest of all.

了解核能技術

近半個世紀以來，世界各國主要採用兩種核裂變反應堆來發電：

1. 壓水式輕水反應堆

這種反應堆的燃料棒包含鈾或氧化鈾的顆粒，並以金屬外殼包裹，在堆芯產生能量。天然的鈾主要成分是不能裂變的鈾-238，而可以裂變的鈾-235 的天然豐度只有 0.7%。核燃料至少要通過一個昂貴的過程使其中的鈾-235 富集到 2.1%，才能用於輕水反應堆。



當可裂變的鈾-235 核吸收一個中子，核裂變就發生了。裂變將鈾-235 核分為兩個具有動能的較小的核（如銨-90 和氙-143），同時釋放出伽瑪（ γ ）射線和三個中子。而鈾-235 核裂變的其他常見模式則釋放出具有放射性的碘-131 或銦-137。裂變產生的一部分中子被其他的鈾-235 核吸收，就觸發了“鍊式反應”。通過使用中子減速劑改變引發鍊式反應的中子的比例，核裂變鍊式反應就可以得到控制。石墨（用於切爾諾貝利核電站）和（輕）水都是控制核裂變的常用的中子減速劑。

核裂變所產生的巨大能量將水轉化為蒸汽，蒸汽再推動渦輪產生電力。核裂變鍊式反應也通過插入由硼或鈾製成的控制棒來實現。因為硼和鈾都很容易吸收中子，拔出控制棒就引發反應，而把控制棒推回就終止反應。

2. 增殖反應堆（產生比消耗的燃料更多的燃料）

儘管鈾-235 的能量密度極大，其儲量卻非常有限。如果鈾的穩定同位素鈾-238 可以用作核燃料，其儲量足以供應所有的核反應堆運轉數百年。增殖反應堆就是以鈾-238 為燃料，通過利用核反應產生的快中子輻射鈾-238 來實現。

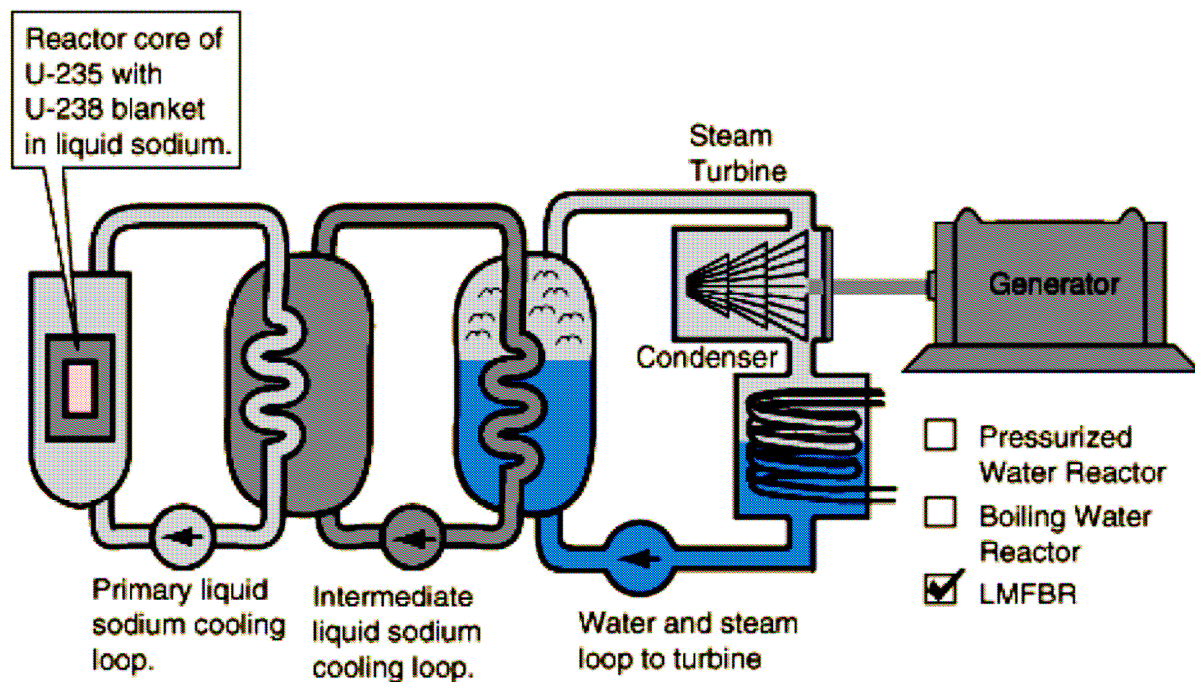
增殖反應堆以可以裂變的鈾-239 作為堆芯，並用一層鈾-238 圍繞鈾-239 堆芯。鈾-239 自發裂變時，釋放出中子和大量能量。然後這些中子將更多的鈾-238 轉化成鈾-239。換句話說，增殖反應堆在運行的同時又生產了自身所需的燃料。採用增殖反應堆而不是壓水反應堆，才能利用快中子來高效地生產鈾-239。利用這一技術，反應堆製造出的核燃料就可以多於消耗，地球上的鈾-238 就足夠使用幾個世紀。

增殖反應堆固有的問題

因為衰變釋放出阿爾發（ α ）粒子，鈾的毒性很高。據估計，在人體內肺吸入 1 微克的鈾就足以誘發肺癌。鈾的半衰期約 25000 年，如此長的半衰期也使核電站產生的大量鈾變得難以處理。

因為鈾的熔點較低，水不能用作鈾燃料反應堆的冷卻劑。作為替代，液態金屬鈉因為其所具有的高比熱，被用做冷卻劑。這樣一來，事故發生時，重大的危險就源於金屬鈉與水和空氣的劇烈反應。特別是金屬鈉與水反應生成的氫氣與空氣混合後就可能爆炸。

進一步的危險在於，和反應堆中使用的鈾不同，反應堆級別的鈾很容易用來製造原子彈，為一個國家或者恐怖組織所用。



美國的核電站都沒有採用增殖反應堆，而法國和日本等國家的核電站則採用了增殖反應堆。

Science Promotion Team 2010-2011:

Chairperson: Yang Chun Pong 楊雋邦 5D

Committee Member: Chung Lai Him 鍾禮謙 5D, Hung Ka Kiu 洪嘉僑 5D, Lee Lok Tin 李樂天 5D, Lo Wai Ki 盧偉祺 5D, Mak Chun Wing 麥駿穎 5D, Lo Lai Fong 盧麗芳 5E & Yip Tsz Fung 葉子楓 5E

Website: <http://210.3.43.253/~lck/science/spt1011/spt1011.htm>

終於找到了！在適居區內可能有地球大小的系外行星！

美國太空總署在 2 月 2 日的記者會上，發佈了這個大新聞。克卜勒任務 (Kepler Mission) 在全天僅四百分之一的天區內，新發現了 1,235 個可能的系外行星，遠超過歷史總和！更令人興奮的是，其中有 5 個可能的行星不僅大小和地球類似，還位在適居區內 (Habitable Zone，行星表面溫度能維持液態水存在)！

這項結果是根據克卜勒任務在 2009 年 5 月 12 日至 9 月 17 日，短短四個月間對 156,000 顆恆星所進行的觀測。在新發現的 1,235 個可能的系外行星當中，有 68 個大小和地球差不多，288 個是超級地球 (1.25-2 個地球大小)，662 個約海王星大小，165 個約木星大小，19 個比木星還要大。在 54 個適居區內的可能行星中，就有 5 個大小和地球差不多！甚至有 170 個恆星可能有多個行星同時存在，像是 Kepler-11 就被證實有 6 個以上的系外行星。由於克卜勒任務的太空望遠鏡是利用凌日法尋找系外行星。凌日法是指當系外行星經過恆星前面時，我們可以藉由恆星微弱的光度變化發現行星的存在。這種方法的限制是僅能發現公轉軌道恰好會經過我們觀察恆星視線方向的系外行星，再加上克卜勒任務的觀測天區僅全天的四百分之一，考慮這兩個因素，這項新發現代表一在太陽附近，可能就有好幾百萬個系外行星的存在！

天文學家接下來會用史匹哲紅外太空望遠鏡 (Spitzer Space Telescope)，以及地面的望遠鏡進行後續觀測，證實它們的確是系外行星，天文學家預估大約會有超過 80% 的正確機率。由於類似太陽恆星適居區內的行星，公轉一圈需時約一年，且要三次凌日才能證實的確是系外行星，因此大概要三年左右的時間，才能完成後續的確認工作。克卜勒任務的觀測天區位在天鵝座和天琴座附近，所以地面望遠鏡僅能在春天至早秋進行觀測。克卜勒任務先前已經發現了 15 顆系外行星，其中包含目前已知最小的系外行星 Kepler-10b，其科學觀測將持續至 2012 年 11 月。下一代的任務將是希望能夠分析系外行星的大氣成分，是否有生命存在的可能性。

在僅僅一個世代之內，系外行星的存在從科幻來到了現實生活之中。克卜勒任務的最新發現，讓我們瞭解我們的地球—蒼白的小藍點—並不孤獨。或許在將來的某一天，我們會知道—像我們這樣的生命，也不孤獨！