

科學 칼럼(22)

低溫科學 (上)

超低溫의 世界

朴 同 玄

<德成女大 教授>

絕對溫度

人間的 힘으로나 혹은 自然속에는 섭씨 영하 273度 以下の 低溫은 存在하지 않는다. 數億度的 高溫은 存在해도 低溫만은 그 以下가 存在할 수 없는 限界가 있다. 이 영하 273度C를 絕對溫度라 부른다. 正確하게 말하면 영하 273.15度C가 된다.

최근에는 絕對溫度를 零度라 하고 종래의 섭씨零度를 273.15度로 표시하는 방법이 있다. 이것을 「켈빈溫度」라고 부른다.

제1次世界大戰 때 水素를 넣은 大型飛行船의 폭발사고가 있은후 두번째로 가벼운 헬륨 飛行船이나 氣球가 등장했다.

헬륨은 不活性氣體라 부르고 化學反應이 없기 때문에 폭발하는 일은 없다.

그러나 6立方m들이 筒하나의 가격이 數萬원 하나까 상당히 비싼 편이다.

최근에는 海底船에 많은 헬륨이 필요하게 되었다. 이유는 船內的 氣壓이 올라가면 血液에 空氣溶解度가 증가하여 생기는 潛水病을 예방하기 위해서 窒素 대신 酸素와 헬륨을 混合한 人工空氣를 사용하기 때문이다.

그런데 이 헬륨이 液體로 변하면 여러가지 奇異한 現象이 일어난다.

1908년 네델란드 大學教授인 「K. 온네스」가 섭씨 영하 268.9度라는 低溫으로 液體헬륨을 만들어 世界가 떠들썩했다.

이거야말로 최후의 氣體라고 했던 헬륨이 液化되었으니 그럴만도 하다.

즉 液體헬륨은 常壓에서 絕對溫度 4.2度에 沸點을 가

진 既知의 元素中 제일 低溫이다. 이것을 眞空펌프로 減壓하면 溫度는 내려가 영하 섭씨 270.4度(絕對 2.7度)以下가 된다.

이것을 「헬륨 2」라 부르고 여기서부터 괴이한 성격을 나타낸다.

헬륨은 옛날 스펙터分折法으로 太陽의 大氣속에서 발견되었다.

그리스神話에 太陽을 헬리오스(Helios)라 불렀기 때문에 여기서 따온 이름이다.

太陽이 빛을내고 熱을 방출하는 에너지 起源은 水素原子 4개가 核融合하여 헬륨原子 1개를 만들때 나오는 原子에너지(제2型)이다.

超流動現象

보통 氣體元素는 같은 原子가 2개 以上 들어붙은 分子狀態이지만 헬륨만은 아무리 생각해도 原子狀態로 있다.

또 하나의 특이한 성격은 液體水素를 14度K(絕對溫度)까지 냉각하면 固體水素가 되는데 液體헬륨은 絕對零度까지 냉각해도 固體가 안된다.

그러나 약 25氣壓以上の 壓力을 가해야 겨우 固體헬륨을 만들어낼 수 있는 묘한 물질이다.

제2헬륨이된 液體헬륨도 同族 혹은 異族間의 原子間引力이 전혀없는 原子狀態로 있기 때문에 粘度가 없다.

즉 풀같이 달라붙는 전득전득한 성격이 전혀 없다.

그래서 제 2의 헬륨液體를 그릇속에 넣어두면 壁을 타고 밖으로 흘러나가 버린다. 이런 氣가 막힐 일이 어디 있느냐?

결국 粘性이 없기 때문에 제멋대로 무질서하게 흘러

가 버린다.

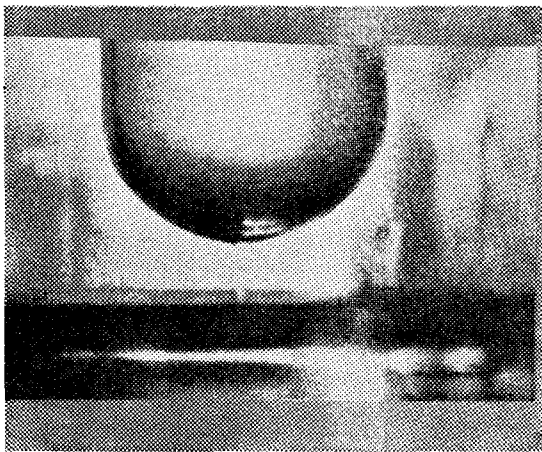
이 現象을 超流動現象이라고 부른다.

物質을 구성하고 있는 原子가 太陽系의 惑星이나 宇宙船같이 牛頓力學의 法則대로 하면, 最低에너지狀態(絶對零度狀態)의 原子는 모두 靜止하고 運動에너지는 零이 되어야 하는데 그렇지 않은 모양이다.

말하자면 絶對零度の 物質中에도 原子는 運動하고있는 物質이 있다.

이것을 零點運動 혹은 零點振動이라고도 부른다.

즉 絶對零度에서 物質中の 原子는 完全한 질서있는 運動을 하고 溫度가 올라가면 無秩序해지고 溫度에 따



〈사진 1〉 컵을 타고 밖갈로 흘러 내려가는 液體 헬륨의 超流動現象



〈사진 2〉 噴水效果

라 점점 심해지는데 헬륨의 경우는 그와 正反對이다.

사실 液體헬륨의 超流動現象은 絶對零도가 아니라 絶對零度에 가깝지만 그래도 無秩序가된 모양이다.

超流動現象은 그릇속의 헬륨이 밖으로 흘러나가 버리는 것뿐만 아니라 液體헬륨 속에 빈그릇을 담가주면 外部에서 그 그릇의 壁을 타고 그릇 속에 들어가기도 한다.

헬륨液體 위에 작은 튜브를 세워두고 밑부분에 光線을 비추면 튜브위로 噴水 같이 솟아 올라 마치 헬륨의 噴水を 보는것 같다.

이것을 噴水效果라 부른다.

그러나 이 有限한 溫度속에서 液體헬륨은 또 秩序整然한 超電導現象이 共存하고 있으니 더욱 놀라울 일이다.

### 超電導現象

水銀을 零下 268.9度(絶對溫度 4度)까지 냉각시키면 電氣가 흘러가는 傳導度가 無限大로 커지고 傳導를 방해하는 抵抗은 하나도 없다.

말하자면 電氣의 흐름이 1백% 傳達된다는 뜻이다.

이것은 우리 일상생활에서는 상상도 못할 현상이다.

水銀뿐만 아니라 어떠한 金屬도 이러한 超低溫 속에 두면 電氣傳導度가 無限大로 되고 만다.

이것을 超電導現象이라고 부른다.

이 原理를 이용하여 電力消耗가 전혀 없는 送電線이나 變壓機를 만들어 MHD發電이나 核融合裝置에 응용하고 있다.

超低溫의 寒劑로는 液體헬륨을 주로 사용하고 있는데 예를들면 鉛으로 만든 코일을 電池에 연결시켜 스위치를 넣고 코일에 電流를 흐르게 한채 液體헬륨속에 넣고 냉각시킨다.

그다음 스위치를 끊으면 코일에는 外部로부터 電力의 공급을 전혀 받지 않는데도 電流는 계속해서 흐르고 있다.

이것은 그옆에 磁針을 두면 磁針이 움직이니까 당장 알수 있다.

이것을 永久電流라 부른다. 그리고 永久電流가 存在한다는 것은 導體의 抵抗이 零이란 것을 立證해준다.

이때 코일에서 생기는 磁場을 超電導磁力이라고 부른다. 그래서 電氣모터나 發電機에도 應用되고 있다.

電力需要가 점점 늘어나고 있는 1980年代 이후부터 送電線을 液體헬륨管 속에 통과하도록 하여 電力의 消耗를 없애고 液體헬륨속에서 움직이는 모터를 싣고 幹線

鐵路의 電車가 앞으로 등장하게 될 것이다.

液體헬륨을 얻는 방법은 보통 空氣液化機의 原理(斷熱膨脹)를 이용한다.

대개 常壓에서 絶對溫度 4.2도가 되면 液化되지만 強한 眞空펌프로 減壓시키면 絶對 1도에서 0.8도까지 내릴 수 있다.

이 以上の 냉각을 종래의 空氣液化法으로는 되지 않는다. 대신 斷熱消磁法을 이용하는데 즉 常磁性鹽(加里크롬明礬 같은 것)을 磁場속에서 絶對 1도의 헬륨속에 넣으면 常磁性鹽을 구성한 原子系의 電子運動이 中止되고 일정한 방향으로 整列固定된다.

整列할 때까지는 熱이 발생하고, 이것을 液體헬륨으로 냉각하면 된다.

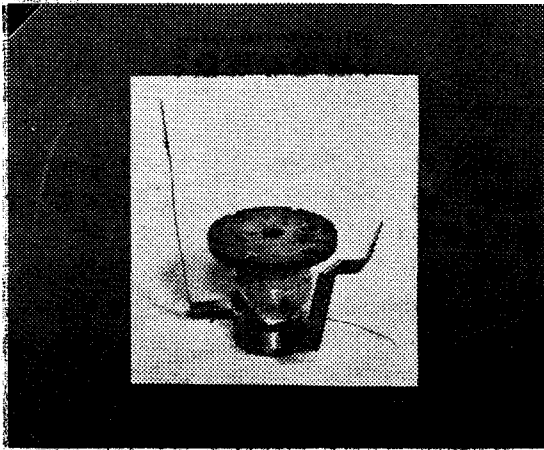
이런 狀態를 「엔트로피가 낮은 狀態」라고 부르는데 이때 냉각한채 磁場을 들어내면 固體의 溫度는 더한층 低下해서 0.01도 내지 0.001도까지 내릴 수 있다.

이 방법을 최초로 발견한 사람은 1933년 미국의 지오르르였다.

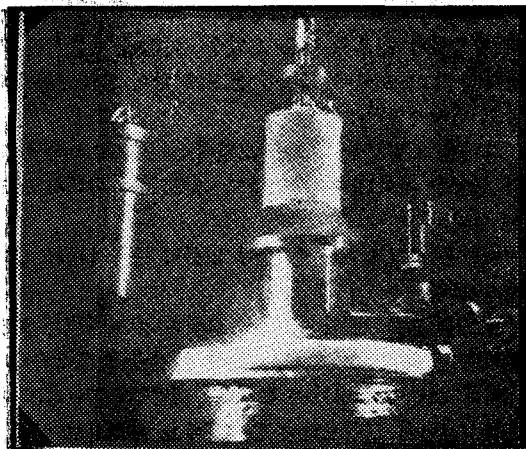
이와같은 電子의 磁氣能率(磁石의 성격은 原子核에도 있다. 그러니까 原子核斷熱消磁法을 이용하면 絶對 1萬分の 1도 혹은 10萬분의 1도까지의 超低溫度 만들 수 있다.

低溫測定은 放射性元素를 이용한다.

(계 속)



〈사진 3〉 電子顯微鏡用 小型超電導磁石



〈사진 4〉 미국 벨研究所製作 超電導磁石 7萬 瑰스의 磁場을 낸다.

에너지는 國力이다  
아껴써서 愛國하자!