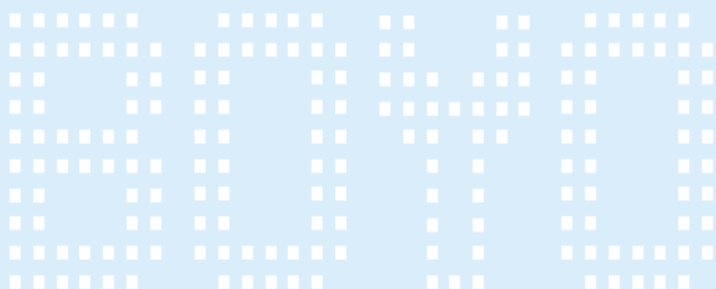


SCIENCE

讓「公斤」更精準，1 公斤將重新定義！

逾百年來，全球對「1 公斤」的定義，都以存放在國際度量衡局的「國際公斤原器」(IPK) 為標準，但這種方式即將改變，近日各國政府代表在第 26 屆的國際計量大會上，一致決議改用更精確的「普朗克常數」來定義「1 公斤」，並在 2019 年 5 月正式生效，到時候你所知道的 1 公斤，將更加精準！

教師版



2018



1 公斤有多重？

你知道 1 公斤有多重嗎？事實上，這種問法並不是很正確？這是因為我們常說的「幾公斤」，其實指的是物質的「質量」，而非是你口中常說的「重量」，只不過大多數的人在使用時，常常把兩者搞混罷了！那麼到底要怎麼使用公斤？又或者我們應該要問的是：「到底什麼是質量？」

什麼是「質量」？

什麼是「質量」？按照科學來定義，所謂的質量，就是指物體內所含物質的多寡。只不過用這樣的說法來解釋什麼是質量，實在有點抽象，雖然每一個字我們都認識，但要能明白其中所指的含意，還真的是不太容易。

所以想要具體來了解質量的話，我們不妨從自己最為熟悉的周遭來看，從桌上的鉛筆、橡皮擦，一直到教室的黑板、講台，我們眼見的這些物體，隨便你選一樣，就以橡皮擦來說好了，假如你將這塊橡皮擦一直切、一直切...，猜猜看！最後會發生什麼事？

沒錯！這塊橡皮擦最後會變成一堆成千上萬的小粒子，反過來看，這些成千上萬的小粒子不就是構成這塊橡皮擦的物質了嗎？而用現代的科學術語來說，這些構成物體的小粒子，就稱為「基本粒子」。

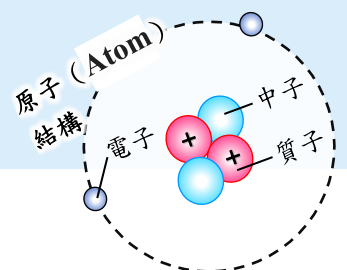
對同一個物體來說，構成這個物體的基本粒子沒改變時，想當然耳，該物體的質量亦不會有任何的改變，所以不管是拿到任何地方，就算是拿到遙遠的外太空，只要物體沒變，那麼該物體的質量就會是一「定值」。

知識報馬仔

構成物體的基本粒子為何？

這個問題其實早在 1808 年，就由英國物理學家道耳頓（John Dalton）回答出來了。道耳頓提出原子說，他認為一切物質都是由無法再分割的原子所組成。

當然以現今來看，道耳頓的理論不再正確，因為原子並非是構成物體的最小粒子，原子還可再分割成更小的質子、中子、電子等，而質子、中子甚至可以再分割出更小的夸克，只能說時代在變，我們知道「構成物質的基本粒子」也愈變愈小囉！



質量的定義——1 公斤

既然我們已經知道什麼是質量了，那接下來我們不禁要問：「這個質量的多寡又是如何測定出來的呢？」總不會要將物體先切成基本粒子後，再來數數看有多少吧？我們先別說將物體切成基本粒子是否可行，光是想要數出那些難以計量的粒子，就知道這種方法絕不可能。



命途多舛的路易十六

路易十六 (Louis XVI) 大概是法國最倒楣的國王了，他為法國歷史上唯一被處決的國王，而他的死亡也宣告了近千年的法國君主制，就此終結。

嚴格來說，路易十六是一位好國王，在其統治時期，對法國進行一連串的改革，包括建立統一的度量單位，試圖廢除農奴制，以及放鬆對糧食市場的管制等。

但當時的法國也因為在放鬆對糧食市場的管制後，導致麵包價格的上升，加之一時糧食歉收、食物短缺等問題，引發民眾暴動，也就是著名的法國大革命，最終導致路易十六被人民送上斷頭台。

諷刺的是，害死他的斷頭臺還是路易十六親自設計的，本來是為了要減輕受刑者的痛苦，沒想到自己最後卻死在這個殺人利器之下。

我死得很無辜，
但我原諒你們，
但願我的血，
能為法國
帶來希望。



所以人們需要有一個質量標準，而這個標準，最早還要從法國的國王——路易十六開始說起。在 1795 年，當時的國王路易十六，為了不讓貴族私自訂定度量單位，造成人民和國家的經濟混亂與負擔，故而決定統一度量單位，現在我們探討的質量，就是因此而產生的。

一開始，法國的科學家將「體積 1 立方公分的水在 0°C 時的質量」訂定為 1 公克 (g)，並將 1000 公克 (g) 訂定成 1 公斤。後來又過了幾年，科學家發現水在 4°C 時的體積才會最大，因此在 1799 年又將 1 公斤的標準修正為「體積 1 公升的水在 4°C 時的質量」。

既然制定了質量的標準與單位，那當然就要使用了，不過問題是用水當測量標準還是不太方便，誰會到哪裡都帶著的水啊？

所以聰明的法國科學家很快地就利用金屬「鉑」，做了一個質量與「1 公升 4°C 的水」一樣的「公斤原器」，成為 1 公斤的新標準，而其他物體的質量就跟它來比較計量，舉個例子來看，像一顆質量等同於 2 個公斤原器的大西瓜，不就是 2 公斤了嘛！



教師補充：法國大革命 影片

<https://reurl.cc/KpME>

這個公斤原器一用就用了九十年，而且很快地就成為西方各國的度量衡標準，直到 1901 年才再度被換掉。大約在 1870 年左右，法國科學家研究發現，鉑銥合金比起純鉑來說，不但膨脹率較低，而且更不容易氧化，因此又在 1901 年，以鉑銥合金製作的「國際公斤原器（簡稱 IPK）」來定義 1 公斤，還以此為範本，製作出大量的原器複製品，發給各國保存與使用。



► 美國的國際公斤原器複製品（圖片來源：NIST）

自從國際公斤原器被製造出來以後，就一直受到國際度量衡局的嚴密保管，不知道該說意料之中還是意料之外，這個具有上百年歷史的國際公斤原器，在與其他原器複製品相較之下，國際公斤原器的質量竟然變輕了！什麼？那ㄟ安捏？

不用懷疑，這是真的。根據科學家的研究，目前國際公斤原器的質量比起其他原器複製品，大約少了 0.00005 公克左右，雖然無法確定到底是國際公斤原器變輕了，還是其他原器複製品變重了，但至少有一點是可以確定，那就是以一個物體來作為質量標準，已經不再適用了，用這種方式所定義的質量不但不夠精準，而且還不夠穩定，再繼續使用下去，早晚要出亂子。

美國國家標準暨技術研究院（NIST）物理學家史蘭明格（Stephan Schlaminger）曾對此事發表看法，他說：「如果外星人來到地球，我們除了物理還能聊什麼？如果我們要聊物理，就必須要有共同單位，如果說我們的質量單位是一塊放在巴黎的金屬，那我們絕對會變成全宇宙的笑柄！」。

 教師補充：國際度量衡局是由法、俄、德等 17 國在 1875 年為維護國際單位制所設立的組織，共有 51 個會員國，其組織總部位在法國巴黎近郊的塞夫爾。

1 公斤的新定義！

但...如果不用國際公斤原器來定義 1 公斤，那要拿什麼來定義啊？就在今年的第 26 屆國際計量大會（2018.11.16）上，來自近六十個國家的科學家，全員一致決議，改用更精確的「普朗克常數」來重新定義 1 公斤，並於 2019 年 5 月 20 日的世界計量日生效，屆時國際公斤原器將正式走入歷史。



► 第 26 屆國際計量大會（圖片來源：Academie Sciences）

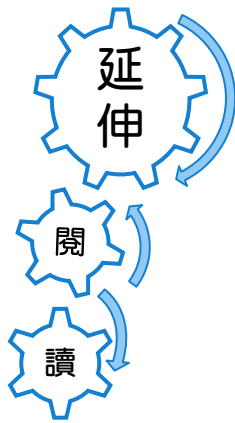
既然 1 公斤已經重新被定義了，那對現在的我們又有什麼影響啊？答案是一點影響都沒有。這是因為普朗克常數原本就是一個跟質量（公斤）相關的物理常數，所以這個常數也是根據國際公斤原器所推算出來的。

只不過，普朗克常數為一個固定的數值，也就是 $6.62607015 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ ，不像國際公斤原器會隨時間而逐漸改變，所以按造這個固定的普朗克常數來反推 1 公斤，現在的 1 公斤和明年、後年...甚至千年之後的 1 公斤，都會是一樣的，比起國際公斤原器來說，是不是更加精準多了呢！



教師補充：質量與普朗克常數 影片

<https://reurl.cc/19vnv>



重量？質量？傻傻分不清楚！

在物理學上，重量與質量就是兩種不同的物理量，只不過大多數的人在使用時，常常會把兩者搞混了，這就好比一對雙胞胎，明明長得一模一樣，但就是兩個不同的人，而質量與重量恰好就是這樣的關係。

所謂的「質量」，是指物體中所含物質的總量，可由天平來測量，不論將物體放在何處，它的質量都不會改變。然而，所謂的「重量」，則是指物體在受到地球的重力作用後，所產生的一個量值，我們用磅秤（或彈簧秤）所量出的體重，就是我們的重量了。

只不過與質量不同的是，對同一個物體而言，它的重量卻並非是固定不變的，而是隨所在之處不同而不同。為什麼？這是因為就算是在地球，物體受到的重力也並非是固定的，想當然耳，因重力而產生的重量當然也不會固定不變。

舉個例子來看，假如今天你開船去北極捕魚，當你捕完魚後，將船開到赤道把魚貨賣掉時，你會發現一個令人震驚的現象，因為船上魚貨的重量竟然變輕了！此時可別懷疑有人偷吃了，因為這少掉的重量，可是由於赤道的重力比北極小而造成的呢！

雖然重量與質量是表示兩種不同的物理量，但是兩者的表示方式卻相當雷同，像所謂的「1公斤重（kgw，w就是weight的縮寫）」，就是指質量1公斤的物體在緯度45°的海平面上受到的地球重力，其他像1公克重（gw）、1公噸重（tw）...均是如此。

在這裡要特別強調一點，1公斤物體的重量為1公斤重，是專指在緯度45°的海平面上，若物體不在此處時，那1公斤物體的重量可就不是1公斤重了，而會隨著所在地點來改變喔！





大家一起來動腦囉！

看完文章後，你對於文章介紹的內容都完全了解了嗎？還是不確定呢？沒關係！現在就來測驗一下自己，到底學會了多少吧！

中心：_____ 姓名：_____

- 下列何者可以決定物體的質量大小？（閱讀題）
(A) 組成粒子 (B) 所在地點 (C) 測量地點 (D) 以上皆是
- 下列何者可作為測量質量的工具？（理解題）
(A) 電子天平 (B) 等臂天平 (C) 三梁天平 (D) 以上皆是
- 在 2018 年時，「1 公斤」是用下列哪一個質量來定義？（閱讀題）
(A) 1 公斤重的物體之質量 (B) 1 公升的水在 4°C 時之質量
(C) 1 公斤的天平砝碼之質量 (D) 1 公斤的國際公斤原器之質量
- 在 2020 年時，「1 公斤」是用下列哪一個常數來定義？（閱讀題）
(A) 用普朗克常數來定義 (B) 用波茲曼常數來定義
(C) 用法拉第常數來定義 (D) 用亞佛加厥常數來定義
- 將 1 公斤的鐵塊與 1 公斤的棉花作比較，何者的質量比較大？（理解題）
(A) 鐵塊較大 (B) 棉花較大 (C) 兩者一樣大 (D) 兩者無法比較
- 下列有關物體的重量與質量之敘述，何者正確？（理解題）
(A) 同一物體的質量會隨地點而變
(B) 同一物體的重量不會隨地點而變
(C) 同一物體在平地的質量小於在高山之質量
(D) 同一物體在北極之重量大於在赤道之重量

閱讀理解 檢核答案

1. (A) 2. (D) 3. (D) 4. (A) 5. (C) 6. (D)