

# 【2021 科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 高中 ( 職 ) 組 成果報告表單

題目名稱：這樣穿我就過 - 量子穿隧效應
一、摘要： <p>如果能像勞山道士一樣能在牆裡穿梭自如，那一定能使生活變得非常便利。本次研究以收尋到的資訊，「量子穿隧效應」去解釋「穿牆術」的可能性，並探討是否能運用在日常生活上，以及我們能否真的擁有穿牆的能力。</p> <p>經過這次研究，可以發現所謂的穿牆術理論上是可行的，只是以我們得角度來說，質量過大，成功的機率會變得極低，如果現在想實現穿牆術，在巨觀世界是幾乎不可能。</p>
二、探究題目與動機
<p>國文課上到〈勞山道士〉，裡面的老道士會很多種神奇的法術，而其中一種就是能夠在牆壁兩側任意行走的「穿牆術」。看到這裡時，我們就很好奇，到底真的人是否能夠像課文裡所說，無視障礙的在牆壁間穿梭呢？</p> <p>於是我們便想看看世上是否有相似的實驗與理論能達成跟穿牆術一樣或相似的結果，如果有，有甚麼限制？如果現在沒有，那未來是否能有機會實現？又有沒有可能自然界當中就有類似的運作情形？</p>
三、探究目的與假設
<ol style="list-style-type: none"><li>1. 查詢文獻資料以了解目前可能支持「穿牆術」的理論。</li><li>2. 瞭解此理論的原理與原因、限制。</li><li>3. 尋找目前常見的案例及現況。</li></ol> <div style="text-align: center;"><pre>graph LR; A[查詢文獻資料] --&gt; B[瞭解此理論的原理]; B --&gt; C[尋找案例及現況]</pre></div>
四、探究方法與驗證步驟
一、收集資料
<p>我們先透過網路查詢有無生活中的例子，但沒有找到相符的結果，可是大多的網站都有提到量子系統的概念，讓我們想到之前物理課學過單狹縫及雙狹縫實驗，說明微觀的量子世界有著與經典物理完全不同的法則，於是決定針對現代物理做研究，而很快地就找到「量子穿隧效應」這一個看似可行的理論。</p>
二、原理
● 量子穿隧效應
<p>量子穿隧效應(Quantum tunneling effect)的基礎概念是在 1927 年由 弗里德里希·洪德 發現在雙阱位能情況下，偶對稱與奇對稱量子態會因量子疊加而形成非定常波包，能夠從一個阱穿過其中間的位能障壁到另一個阱，並穿越回來，往返震盪。</p>

這樣無視位勢壘(可以想像成微觀的牆，會阻礙量子行進)，穿越位能障壁的情形不能用古典物理去解釋，就好比向牆壁丟一顆球，除非球所含有的能量高於牆壁所有的位能，那球就只會停下或是反彈回來，不可能穿越到位於牆的另一邊的空間中。但在量子物理裡，物體的位置是不確定的，因為在微觀世界中，物質(好比電子)的質量非常小，就連光子的彈射都會改變其在空間中的位置，所以我們幾乎無法準確地確認其絕對位置。

### ● 波函數

德布羅意的物質波理論，指出所有物質除了粒子性外還擁有波的特性，所以我們能透過所謂的波函數去描述量子的資訊。波函數是用於描述量子在空間中出現位置與時間的機率，而解讀薛丁格方程式所算出的波函數則可以知曉這一粒子在何時何地的空間位置。當波函數遇到位勢壘時，並不會完全反彈回來，而是一部份因為位能干擾而成指數性遞減。還有波函數有個特性，就是在我們觀察某一粒子的波函數時，會使波函數崩塌，使其變動的波函數變成一個固定的值。

### ● 如何營造「穿牆術」？

如果我們今天將波函數的特性應用在微觀粒子上，就能解釋穿隧效應。設今有一微小粒子(球)，還有一道位勢壘(牆)將其所在空間相隔成 A、B 區(球位於 A 區)，解讀其波函數，得出此例子在原來的 A 區有 99%的機率，在 B 區有 1%的機率，如果我們剛好在粒子位於 B 區時觀測它，此時波函數就會崩塌，此粒子也會出現在 B 區，那他就像是從 A 區穿越過來一樣。

### ● 有何限制？

上述的前提都是基於微觀粒子上，因質量太大的物體其物質波波長太小，經過位勢壘時波函數會下降，其出現在位勢壘的機率會變得極小，因此可以視為是不可能發生的事情。此外，當量子欲穿越位勢壘時，所擁有的能量愈大，成功穿越的機率就越大。

## 五、結論與生活應用

經過這次研究，可以發現所謂的穿牆術理論上是可行的，只是以正常人類來說，質量過大，成功的機率過低，如果現在想實現穿牆術，在巨觀世界是幾乎不可能。但雖然不能穿牆，但穿隧效應還是在現實生活中有許多應用比如說太陽的核融合與植物的光合作用，其中的庫侖位勢壘(太陽)與氫鍵(植物)都具有極高的位能，若沒有穿隧效應，這些都不可能達成，如此一來，就沒有美麗的地球，更沒有可供我們呼吸的氧氣了。

## 參考資料

1. 沒有越不過去的牆壁 - 穿隧效應  
[https://foundation.nmns.edu.tw/writing/hotnews2\\_detail.php?gid=11&id=1219](https://foundation.nmns.edu.tw/writing/hotnews2_detail.php?gid=11&id=1219)
2. 量子化時空與黑洞的半古典穿隧  
[https://www.airitilibrary.com/Publication/alDetailedMesh1?DocID=U0001-1605201722140000&fbclid=IwAR2Uz5M-5zZFVEjrZX74OPi0lynvMPxRbTc7m\\_4xn\\_N3ZCETtvSDdbF6UE](https://www.airitilibrary.com/Publication/alDetailedMesh1?DocID=U0001-1605201722140000&fbclid=IwAR2Uz5M-5zZFVEjrZX74OPi0lynvMPxRbTc7m_4xn_N3ZCETtvSDdbF6UE)
3. 非對稱量子井的多重穿隧效應與混沌現象

<https://140.113.39.130/cgi-bin/g32/tugsweb.cgi?o=dntucdr&s=id=%22NT870507022%22.&searchmode=basic>

4. Driven quantum tunneling

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0370157398000222>