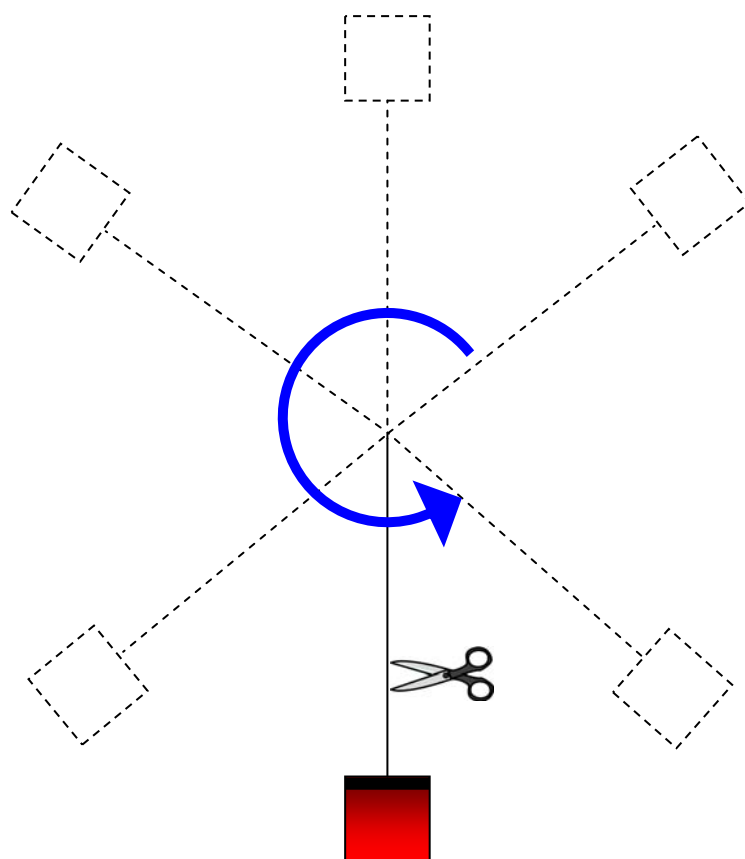


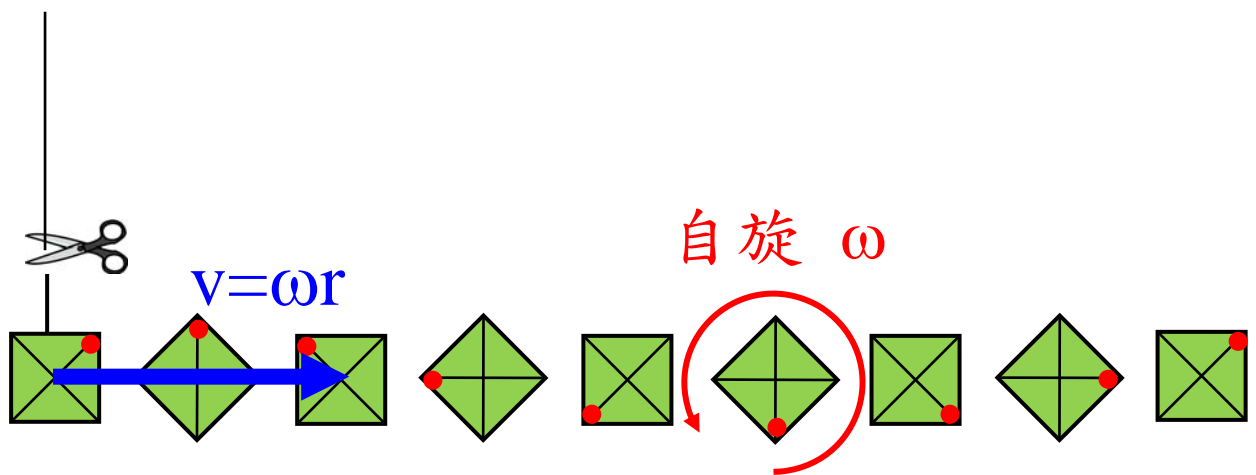
把方形木塊繫在繩端，然後作圓周運動。

如在某刻把繩子剪斷。試描述木塊之後的運動（不考慮木塊的重量）。



繩子被剪後，木塊會

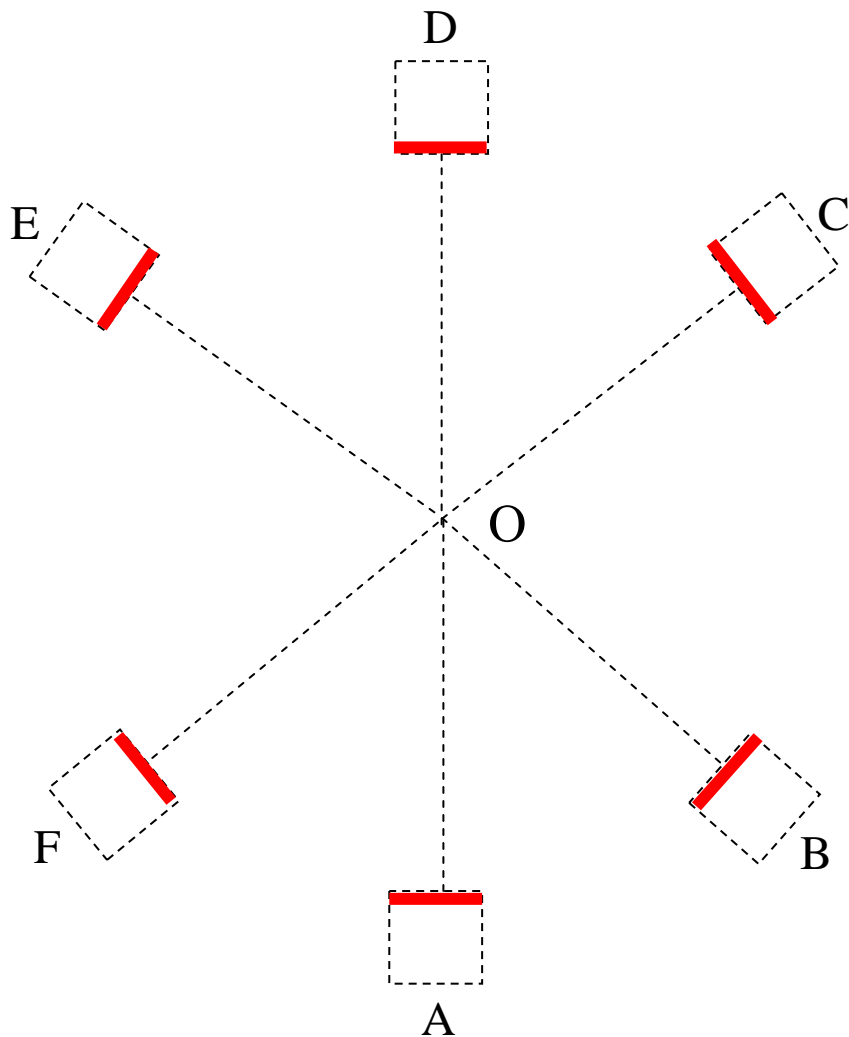
- (1) 沿切線向外飛出，並以勻速  $v = \omega r$  直線運動  
( $\omega$  是圓周運動的角速度， $r$  是圓半徑)。同時，
- (2) 木塊亦會繞自己的質心 (center of mass) 自旋  
翻滾。其旋轉角速度也是  $\omega$ 。



解釋：

在原來的圓周運動中，木塊有兩個角動量 (angular momentum)：

- (1) 木塊以繩長為半徑的 **大圓周運動**；
- (2) 木塊在作 (1) 這個大圓周運動時，自己亦 **繞自己的質心旋轉**。繞大圓周一次，自己也自旋一次。



留意上圖木塊紅色部份相對木塊中央的位置：

A: 紅色部份在木塊中央的北方

B: 紅色部份在木塊中央的西北方

C: 紅色部份在木塊中央的西南方

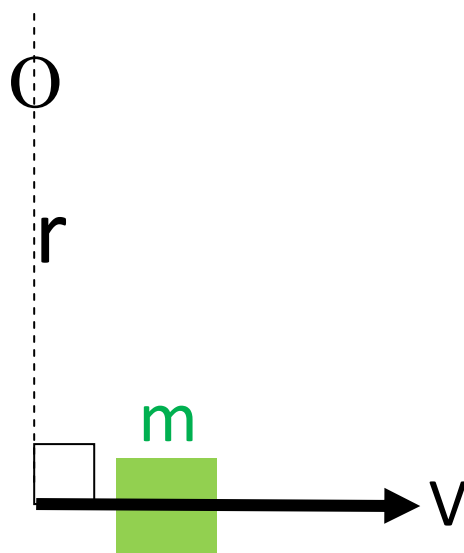
.....

明顯，木塊是以 O 為中心的大圓周運動（以下簡稱為大圓周運動）相同的角頻率自旋轉（以下簡稱為自旋運動）。

兩個轉動都有 **角動量**。

把繩切斷，木塊以慣性向外切線地飛出。飛出前後角動量必須守恆。

點質量的角動量是  $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$ 。所以，L 的量值是  $L = mvr_{\perp}$ 。



方塊作線性運動時已表現角動量  $mvr_{\perp}$ 。

方塊飛出時， $L = mvr_{\perp}$  中的  $r_{\perp}$  就是圓圈的半徑  $r$ 。

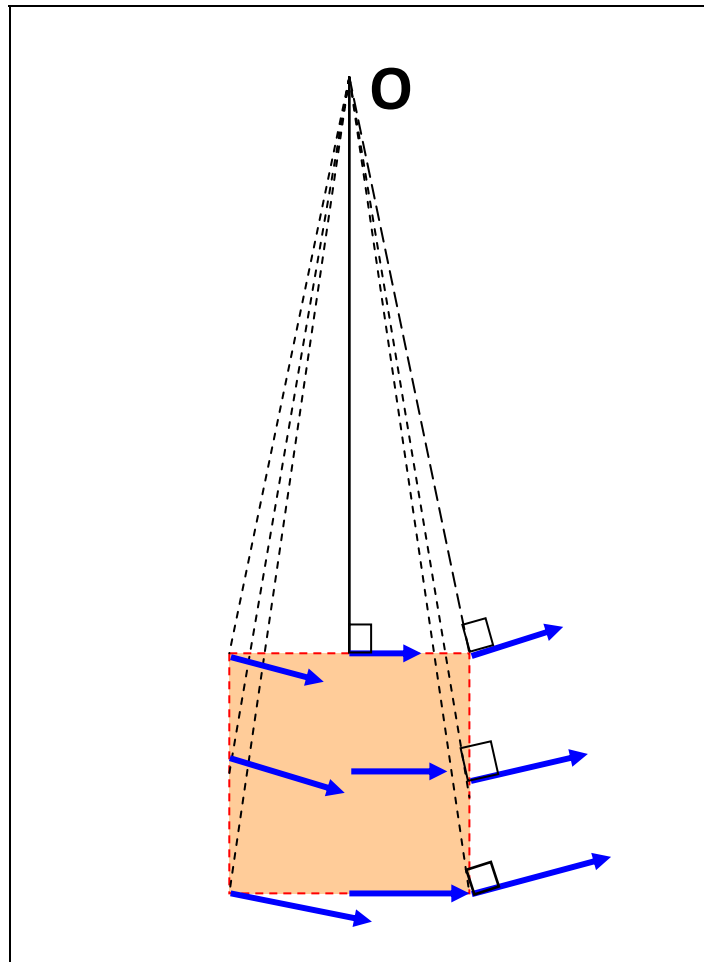
所以，原大圓周運動的角動量在木塊以切線飛出的線運動中已保留。

木塊的自旋角動量亦要守留，但這在木塊的線運動中無法表現出來。所以木塊以直線飛出時，亦要繼續保持原有的自旋運動。

或問，在木塊飛出時，它的速度不是只有向前的分量，那又何以會出現自旋？

事實上，方塊不是一點，它必有一定大小。

當木塊飛出時，它不同部份的速度(方向和量值)各異



方塊上每一點均以  $\omega$  繞 O 旋轉，但是

- (1) 方塊上每一點與圓心 O 的距離不同，所以每一點的速度量值  $v = \omega r$  均可不同。
- (2) 速度必與 r 垂直。因 r 的伸向各不相同，所以 v 的方向也各不同。

若把上圖的藍色速度箭矢減去質心的平移速度，餘下的就是一個以角速度  $\omega$  的逆時針轉動。

所以當木塊以切線飛出，它須表現一個平移線運動和一個自旋運動。

實驗影片：

[https://www.youtube.com/watch?v=dxmedyNZ\\_8s](https://www.youtube.com/watch?v=dxmedyNZ_8s)

<https://www.youtube.com/watch?v=rwOv5HfBazQ>

當物體「飛出」時，自旋運動清楚可見。

吳老師 (Chiu-king Ng)

<https://ngsir.netfirms.com>

<http://phy.hk>

電郵：[feedbackWZ@phy.hk](mailto:feedbackWZ@phy.hk) 其中 WZ 是 23 之後的質數



Other Physics Applets