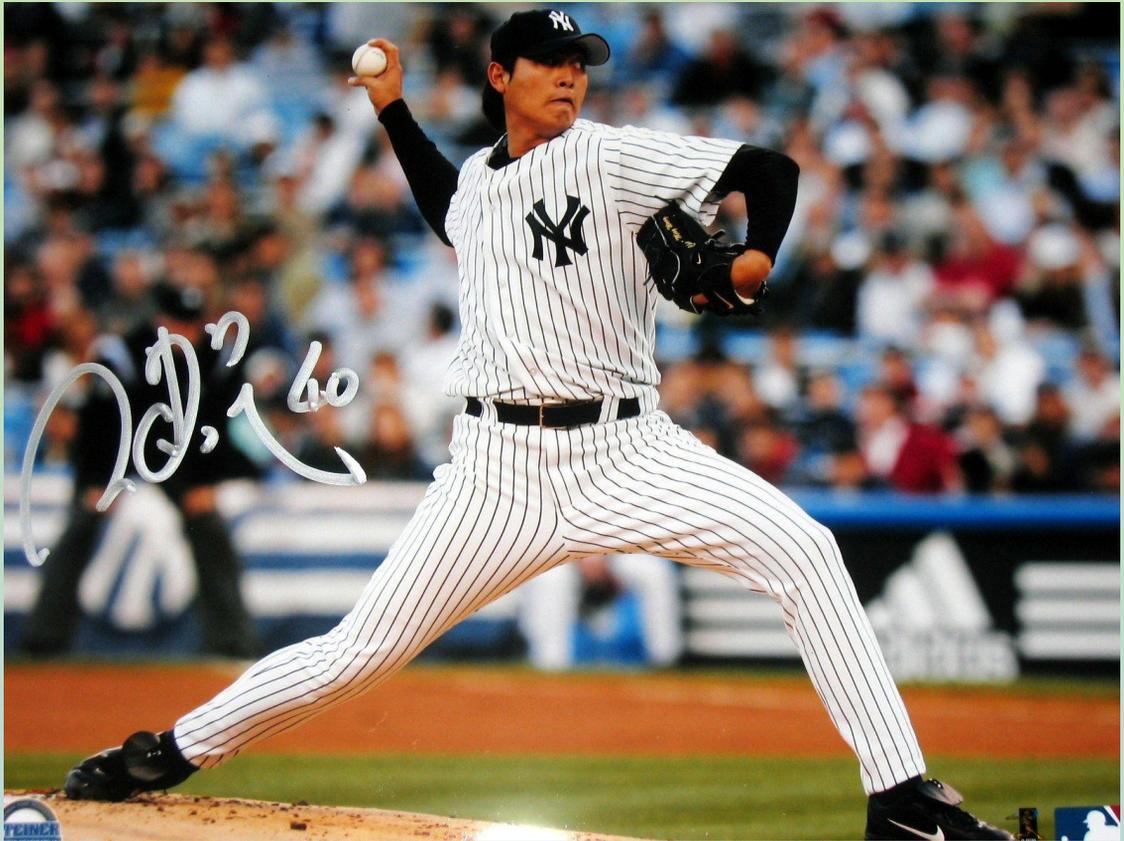


# 魔力棒球



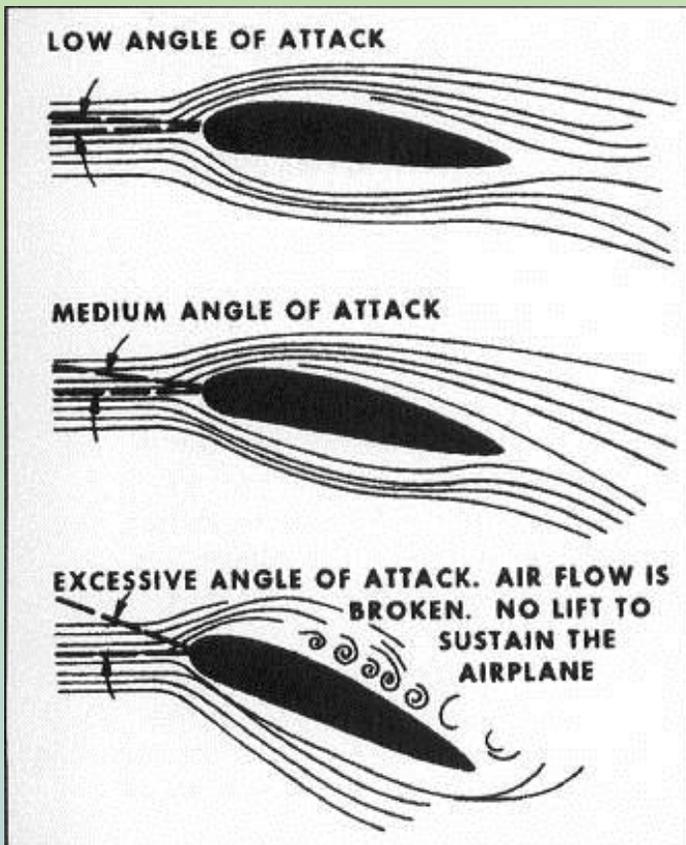
## 白努力定律

$$\frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh + P = \text{constant}$$

流體流速快 → 壓力小

流體流速慢 → 壓力大

# 飛機是怎麼飛起來的？



1.白努力定律：機翼上方空氣流速快，下方流速小，導致上方壓力小，下方壓力大，對機翼產生一抬升力。

2.柯恩達效應(Condă effect)：流體傾向於黏著表面移動。

3.機翼為前高後低的形狀：這點加上柯恩達效應，會導致氣流離開上翼面時，角度是略為向下的（稱為下洗，Downwash）。就是這一點點的向下推力，讓飛機飛起來的。

## 雷諾數與流體力學

$$\text{雷諾數公式：} N_R = \frac{vD\rho}{\mu} = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

$v$ ：流體之流速

$D$ ：流體運動之尺度大小(直徑)

$\nu$ ：運動黏度

$\rho$ ：流體之密度

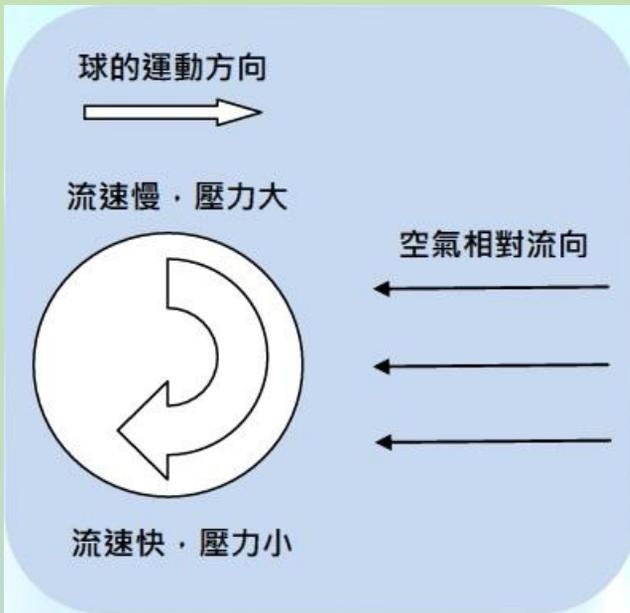
### 流體的狀態

1.層流(Laminar flow)：流速小時，流體分層流動，互不混合。

2.過渡流：流速增加，流線有波浪狀擺動。

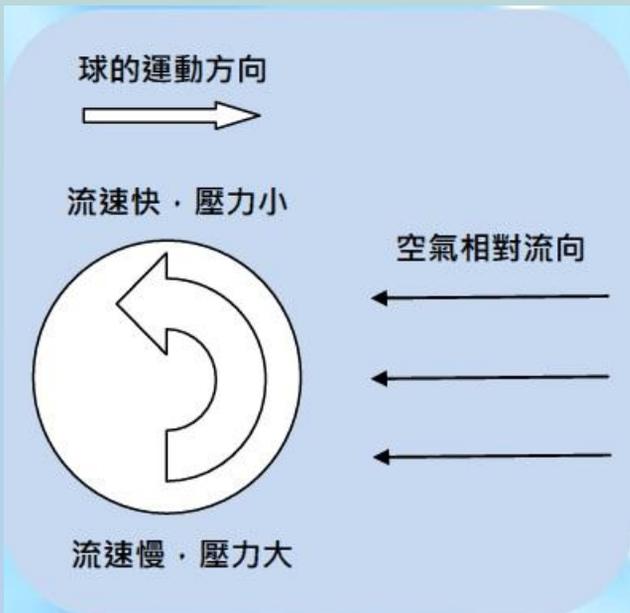
3.紊流(Turbulent flow)：流速大時，流速不再清晰，流場中有小漩渦。

## 下墜球



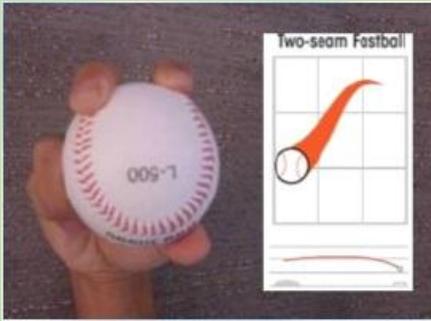
在介紹過白努力原理後，我們用下墜球來做個示範吧！當球向下旋轉的時候，球上緣的旋轉方向會跟空氣的流向相反；反之球下緣旋轉方向跟流向相同。可以得知球上緣的空氣流速較慢，下緣較快。根據白努力原理，產生一個向下的力，讓球產生下墜的效果。

## 上升球

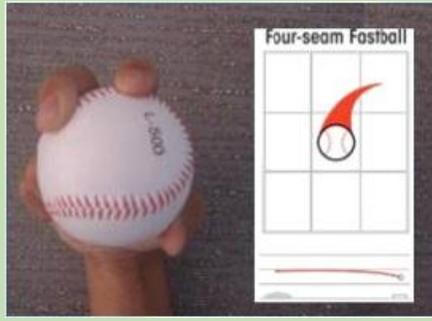


介紹完下墜球後來談談上升球吧！它的旋轉方向與下墜球相反，因此球上緣的空氣流速快，壓力小；下緣流速慢，壓力大，球因而受到向上的力，使球下向掉的力道減小，而產生往上飄的錯覺。

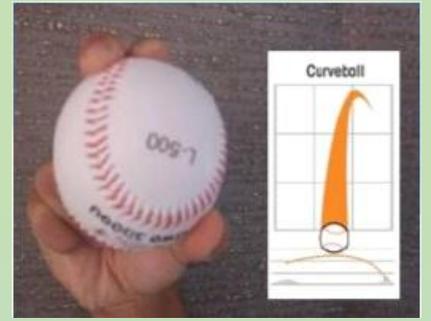
# 變化球的握法



**二縫線速球**：球投出旋轉的時候，同時有兩條縫線對周圍空氣產生加速減速的作用，變化較多，也較難控制。



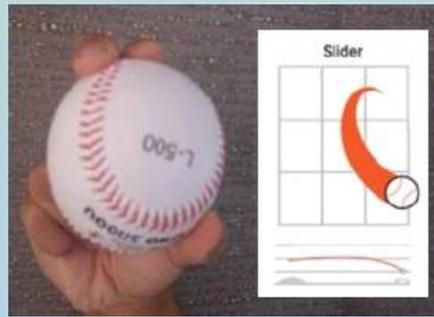
**四縫線速球**：比二縫線多兩條縫線對空氣作用，因此變化幅度較二縫線更明顯。通常是一個投手所能投出的最快球路。



**曲球**：是變化球中變化幅度最大的球種。曲球投出後，拇指會位於較高的位置。根據白努力定律，球會下墜。



**伸卡球**：握法與二縫線類似。食指用力使球產生側向旋轉，球通過本壘板時，會向右打者的內側移動。



**滑球**：與伸卡球類似，也是讓球造成側向旋轉。但因為旋轉方向不同，所以在經過本壘板時，則是朝右打者外側移動。



**蝴蝶球**：蝴蝶球需要特殊的握法來讓球達到不旋轉的狀況，因為沒有旋轉，球很容易受到外界的氣流干擾而飄忽不定。