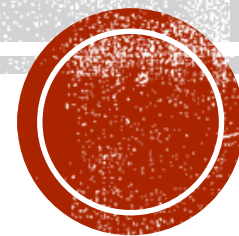


督普勒效應與雷達

葉泓佑 b07901065 劉昀昇 b07901020

林禹龍 b07901111 蘇白 b07901180



影片：<https://youtu.be/NnHr3FdWTos>

督普勒效應

- 由於波源與觀察者的移動，使得觀察者接收到的波頻率與波源發出的頻率不同
- 以下式子可以表示出督普勒效應的頻率關係

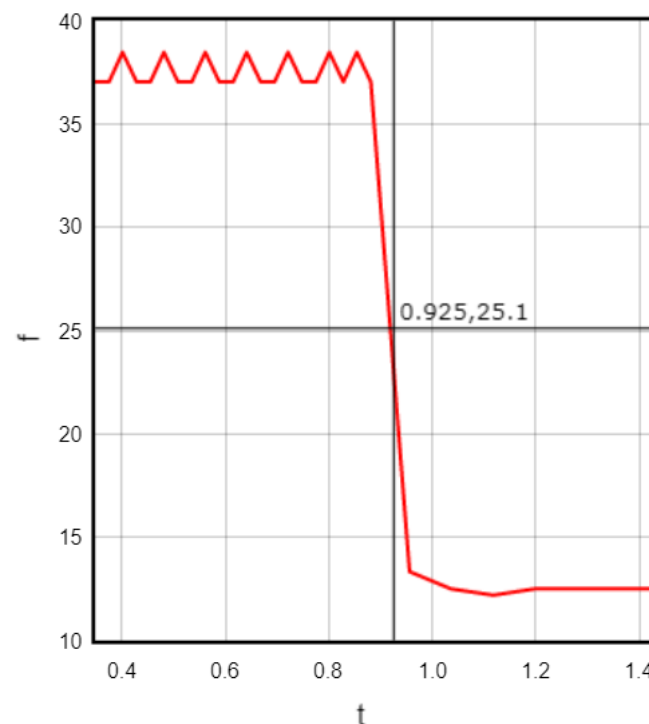
$$f' = \left(\frac{v \pm v_o}{v \mp v_s} \right) f$$

- v 為波速， v_o 與 v_s 分別代表觀察者與波源的速度



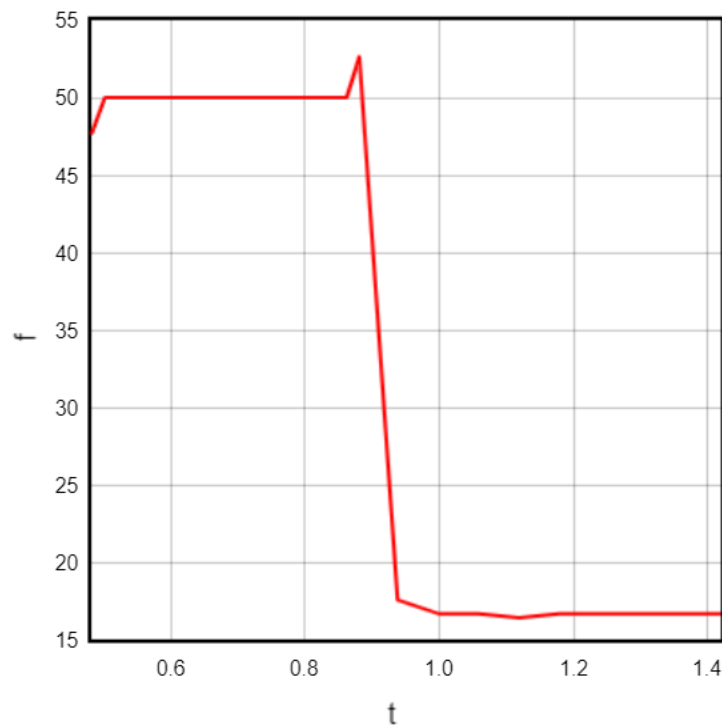
接收者移動的情況

- 假設聲速為 340m/s ，接收者以 170m/s 的速度先靠近再遠離
- 利用vpython作圖可得下圖
- 接近時，頻率約為 37.5Hz
- 遠離時，頻率約為 12.5Hz



波源移動的情況

- 假設聲速為 340m/s ，波源以 170m/s 的速度先靠近再遠離
- 用vpython作圖可得下圖
- 接近時，頻率約為 50Hz
- 遠離時，頻率約為 17Hz



綜合結論

- 當波源及觀察者互相靠近時，觀察者接收到的頻率增加
- 當波源及觀察者互相遠離時，觀察者接收到的頻率減少
- 做出來的結果皆符合公式



督普勒雷達

- 觀察者接收到的頻率由原頻率、波源速度以及觀察者速度決定
- 控制其中兩個以獲取第三個
- 計算：

$$v = v_0 * (f - f') / (f + f')$$

v: 物品移動速度

v₀: 聲速

f: 雷達發出頻率

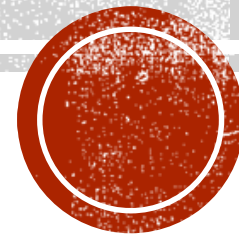
f': 雷達接收頻率



MAGNUS EFFECT

葉泓佑 b07901065 劉昀昇 b07901020

林禹龍 b07901111 蘇白 b07901180

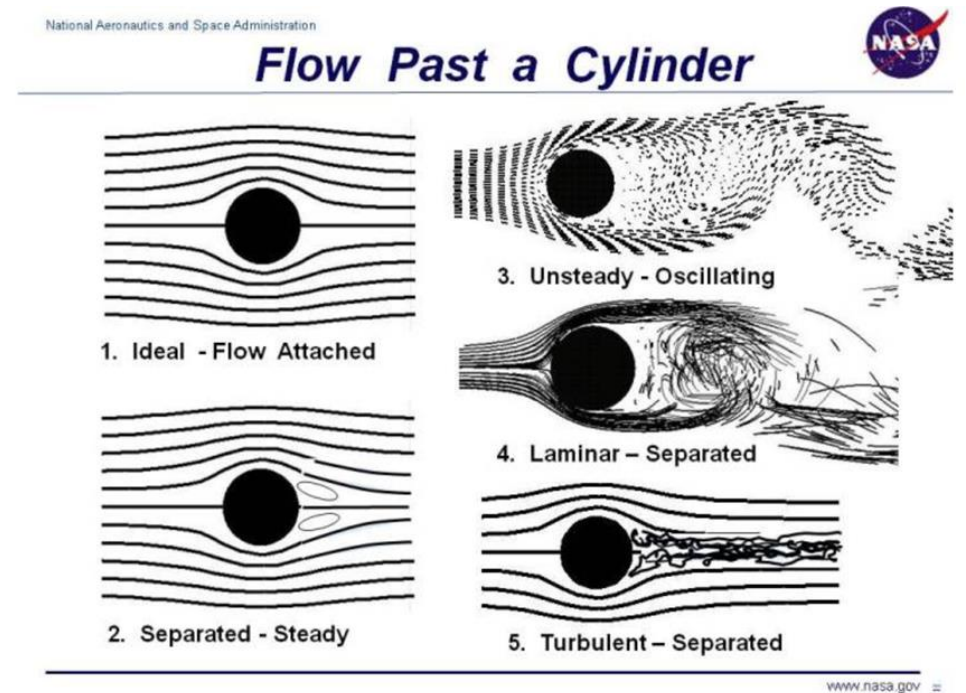


影片：

<https://youtu.be/rIgQX47xrFg>

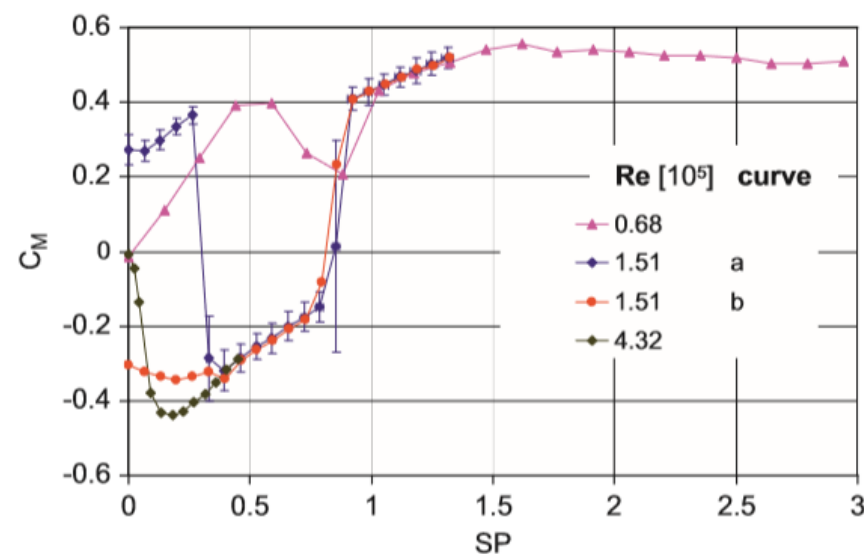
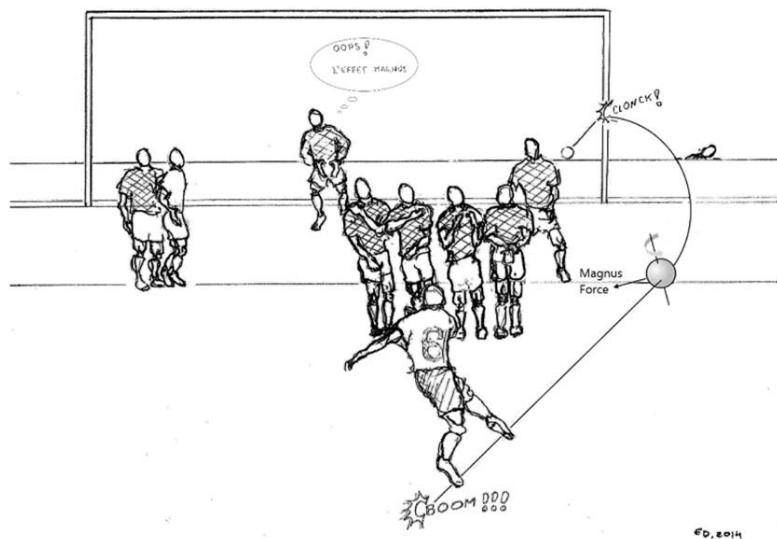
REYNOLDS NUMBER(雷諾數)

- 在流體力學中，雷諾數是流體的慣性力($\frac{\rho v^2}{L}$)與黏性力($\frac{\mu v}{L}$)比值的量度，它是一個無因次量。
- 對於在管中的流動： $Re = \frac{\rho V D}{\mu}$
- V 為平均流速， D 為管直徑， ρ 為介質密度， μ 為黏度
- 一般情況： $Re = \frac{|V_f - V_s| d_s \rho_f}{\mu_f}$
- 經過計算，足球射門時的雷諾數約 3×10^5



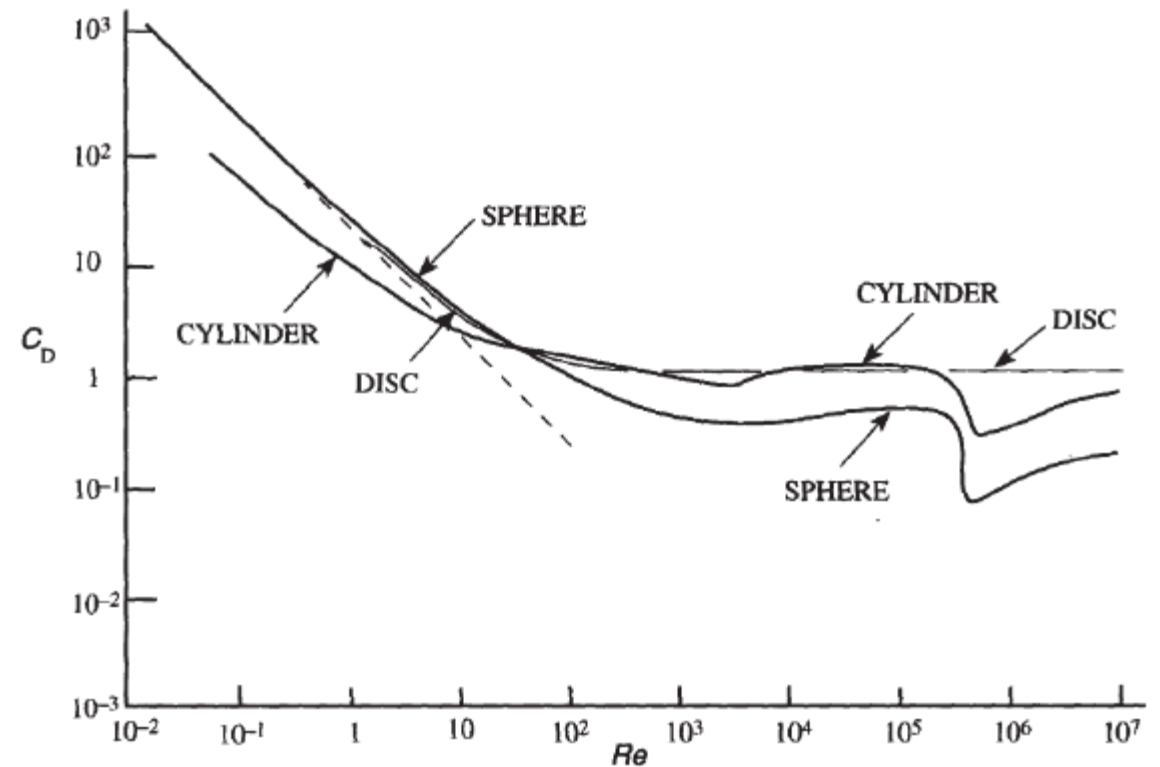
MAGNUS EFFECT(馬格努斯效應)

- 馬格努斯效應 (Magnus Effect)，以他的發現者海因里希·馬格努斯命名，是一個流體力學當中的現象，是一個在流體中轉動的物體（如圓柱體）受到的力。
- 公式: $F_m = C_m \cdot V \cdot \rho(\vec{\omega} \times \vec{v})$
- F 為物體所受之力， V 為物體體積， ρ 為介質密度， $\vec{\omega}$ 為物體轉速向量， \vec{v} 為物體速度向量，最後 C 為常數0.40



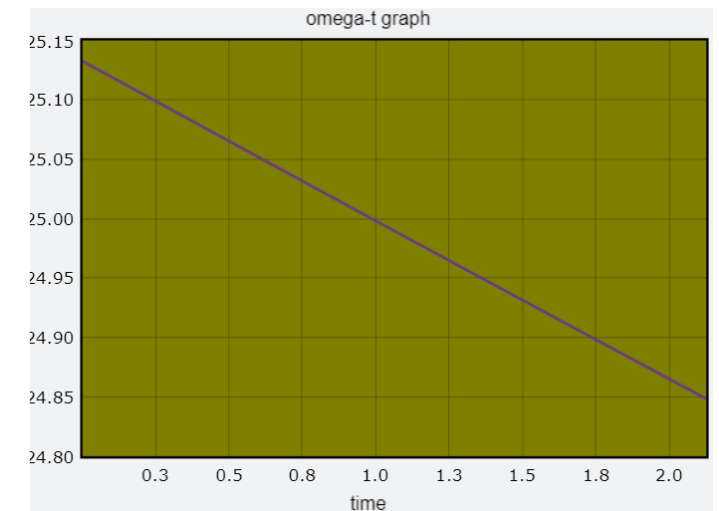
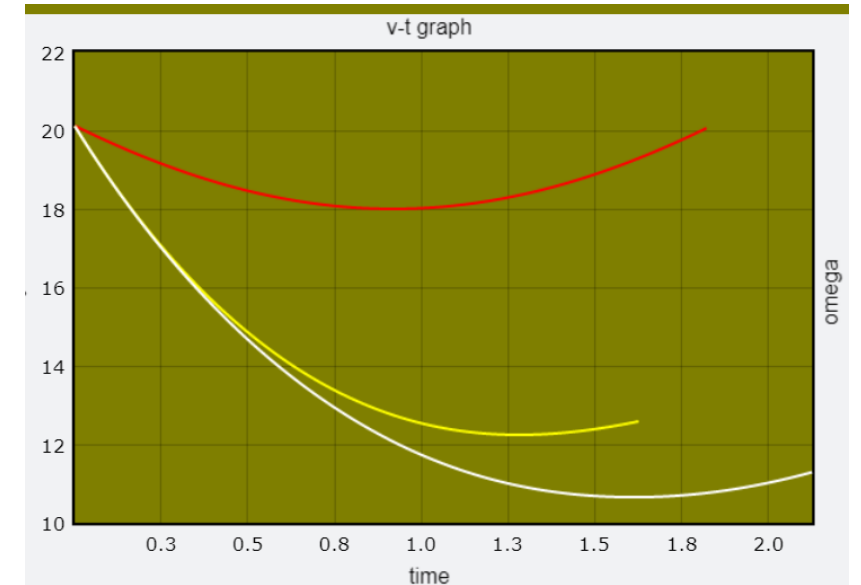
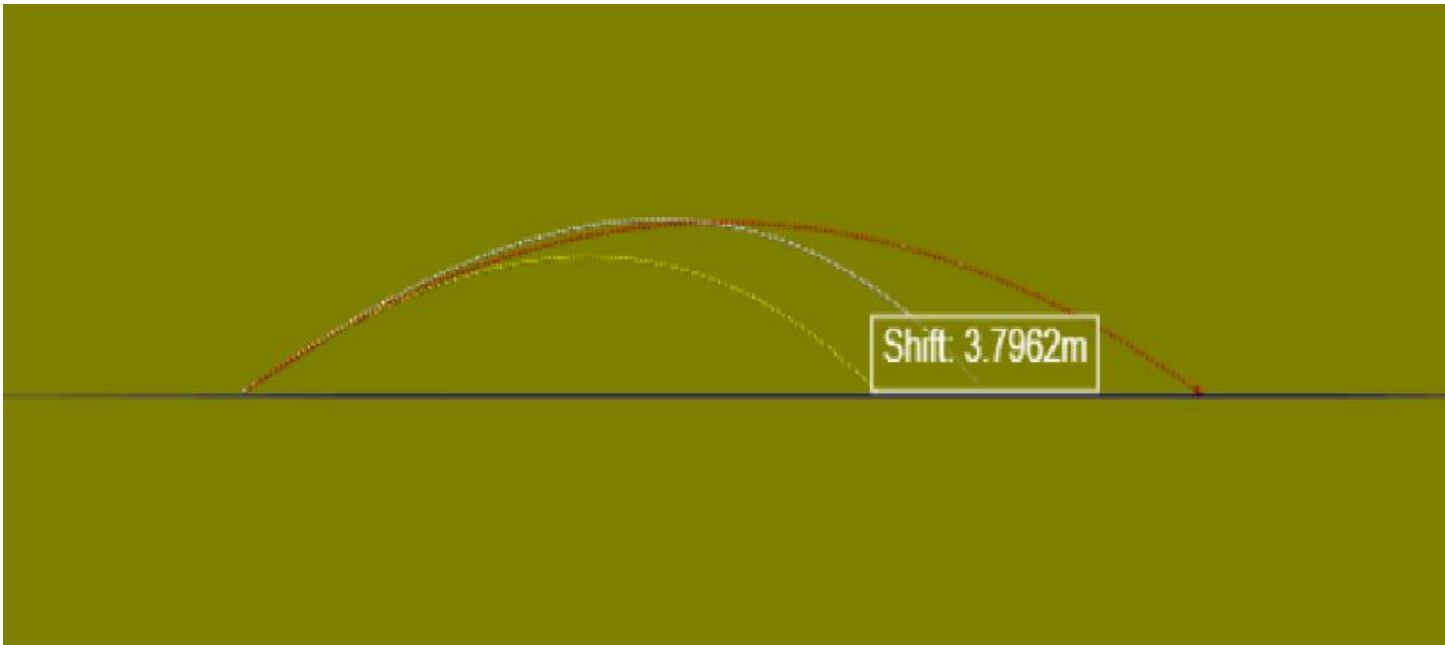
DRAG FORCE & DRAG TORQUE

- Drag Force: $F_d = -\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot C_d \cdot A$
- ρ 為流體密度， v 為流體相對於物體的速度
 C_d 為阻力係數(每個物體的 C_d 皆不同)
 A 為投影面積
- Drag Torque: $\bar{M} = -C_w \cdot \frac{\rho}{2} \cdot \bar{\omega} \cdot |\bar{\omega}| \cdot r^5$
- 球受到 Drag Force 時表面會受到一個力矩
讓球的速度方向改變

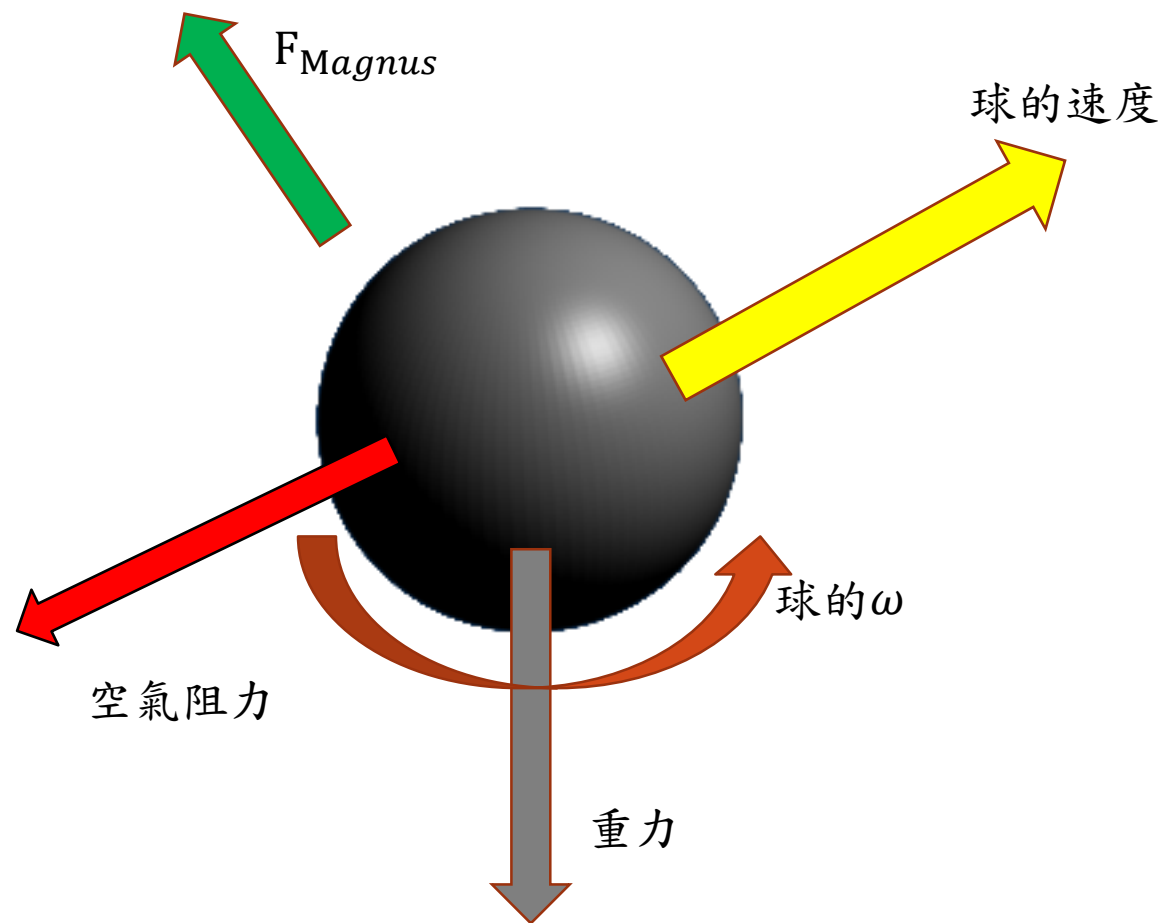


VPYTHON SIMULATION

- 紅色只受重力
- 黃色受重力與空氣阻力
- 白色受重力、空氣阻力與馬格努斯效應



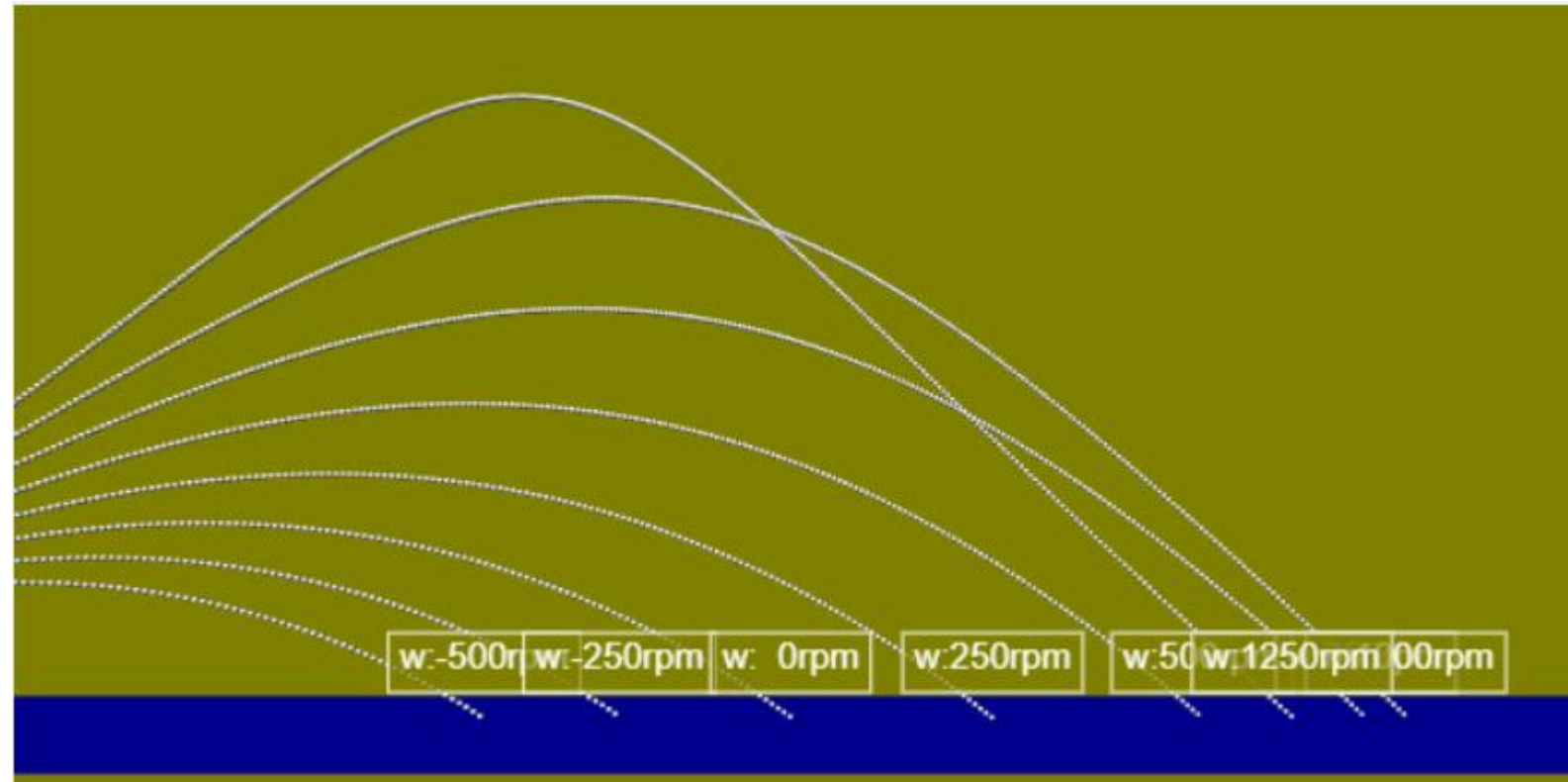
馬格努斯中球的受力



VPYTHON SIMULATION

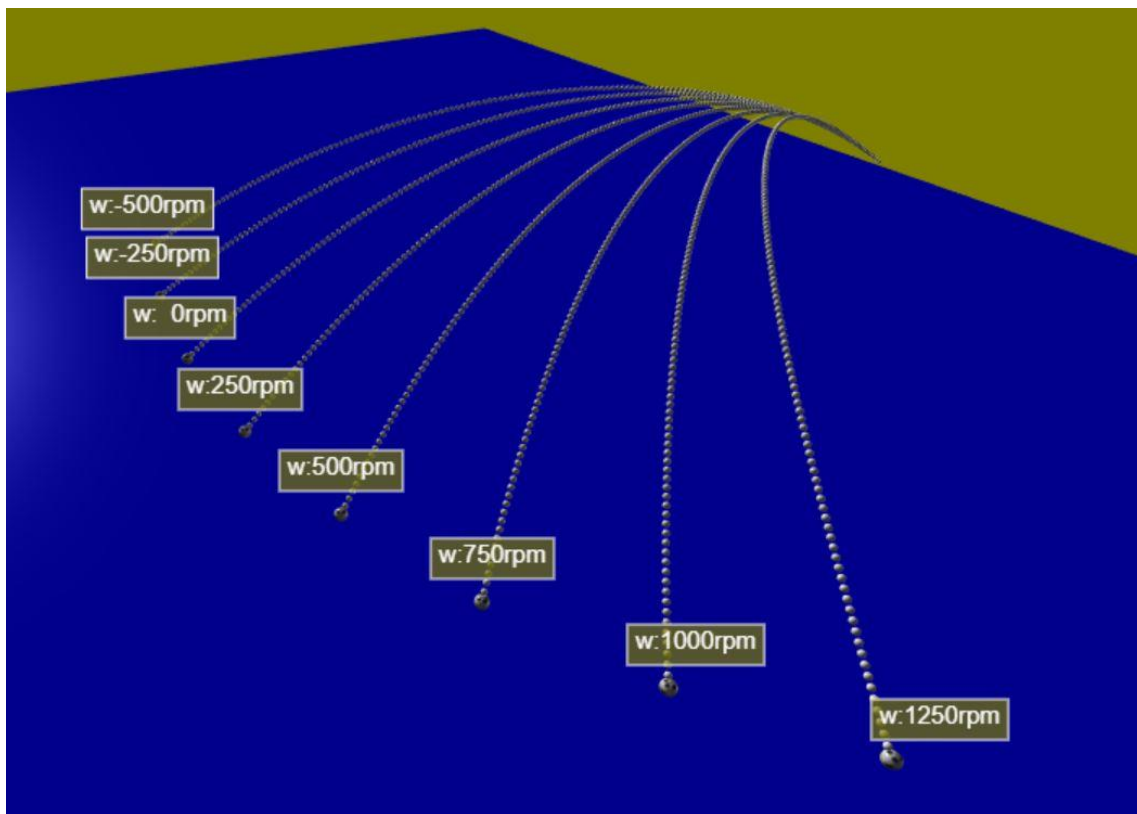
- Magnus Effect with different rpm(垂直旋轉)
- 若球順時鐘轉，馬格努斯力向下，移動距離較小
- 若球逆時針旋轉但轉速太大球飛得太高，移動距離變小

```
ball's rpm: -500, distance: 16.656  
ball's rpm: -250, distance: 18.990  
ball's rpm: 0, distance: 21.875  
ball's rpm: 250, distance: 25.280  
ball's rpm: 500, distance: 28.838  
ball's rpm: 750, distance: 31.611  
ball's rpm: 1000, distance: 32.317  
ball's rpm: 1250, distance: 30.385
```



VPYTHON SIMULATION

- Magnus Effect with different rpm(水平旋轉)
- 水平旋轉球的偏移方向會向左右

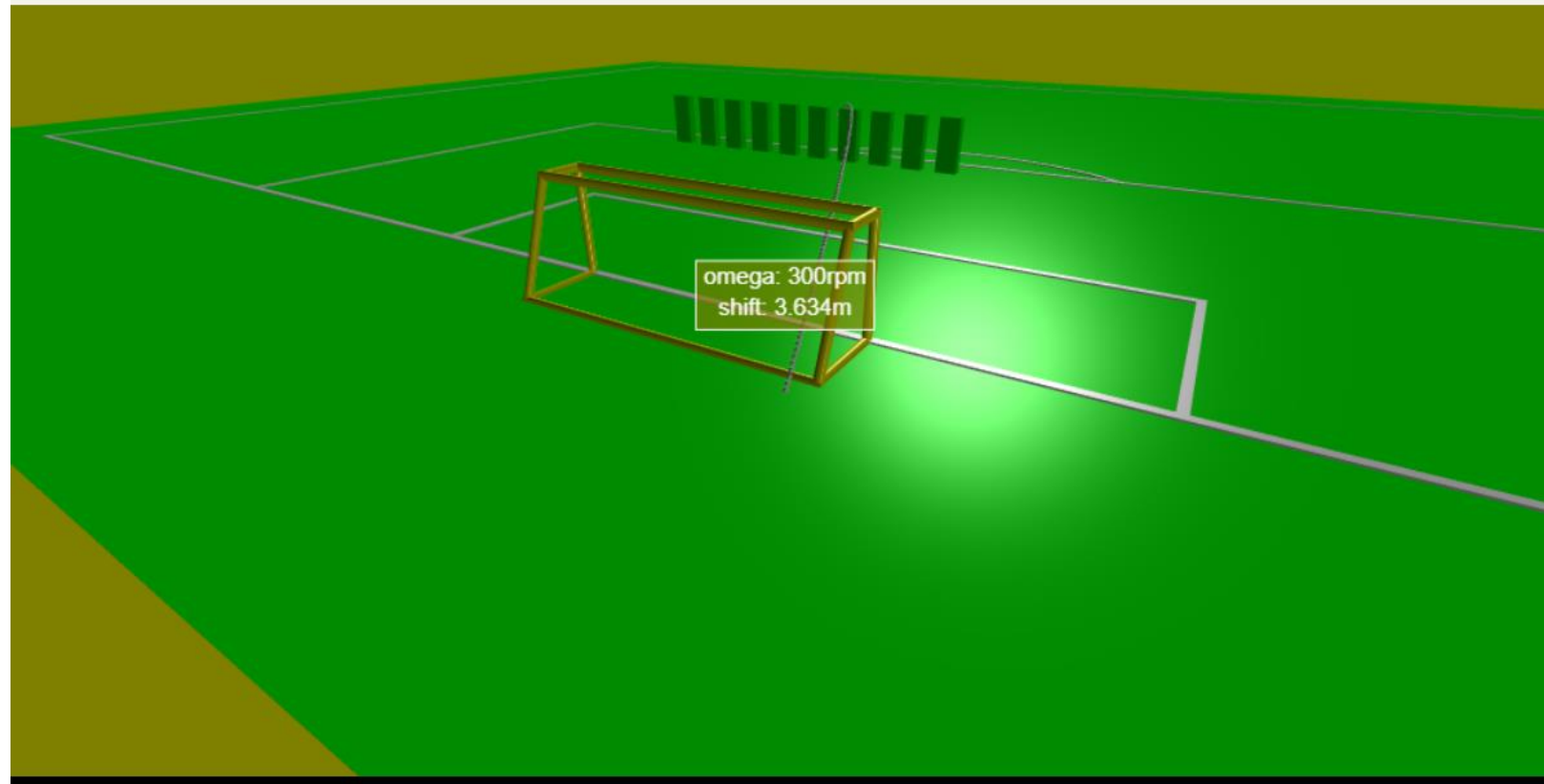


```
ball's rpm: -500, distance: 21.644  
ball's rpm: -250, distance: 21.817  
ball's rpm: 0, distance: 21.875  
ball's rpm: 250, distance: 21.817  
ball's rpm: 500, distance: 21.644  
ball's rpm: 750, distance: 21.362  
ball's rpm: 1000, distance: 20.975  
ball's rpm: 1250, distance: 20.491
```



VPYTHON SIMULATION

- Curve ball
- 球速: 112km/hr
- Rpm=300rpm
- 距離球門約25m



綜合結論

- 阻力與球的速度平方、截面積成正比(所以很難把又輕又大顆的沙灘球丟得遠)
- **Magnus effect** 對於足球的飛行軌跡影響很大
- 垂直轉速適當的情形之下($\vec{\omega} \times \vec{v}$)向上，可以讓球飛得比平常遠，但如果轉速太快，球最後會失去平速度，反而飛不遠
- 若($\vec{\omega} \times \vec{v}$)向下，會有下墜球的效果，適合踢自由球越過人牆
- 我們模擬了足球自由球抽射



THANKS

