

# 103\_Free Falling cm

都來比物辯了，不會連自由落體都不知道吧????

今天要模擬的是「完全彈性碰撞的自由落體運動」，簡單來說就是物體在撞擊地面後，速度變成撞擊前瞬間的速度等大反向。

超級無敵像102\_basic motion pc的（如果你有做的話）

差別只在於這裡的加速度變成 $g = 9.8(\text{m/s}^2)$

而且球體會回彈而已

好的 下列請欣賞代碼吧

## Code

```
from vpython import *

'''
1. 基礎參數設定
'''
g = -9.8
radius = 0.1
l = 1
t = 0
v = 0
dt = 0.01
collapse = 0

'''
2. 畫面
'''
scene = canvas(center = vec(0,0,0), title = "free falling", width = 1200, height = 800, background = vec(1, 0, 0))
floor = box(pos = vec(0,0,0), size = vec(l, l, 0.1*radius), color = color.blue)
ball = sphere(pos = vec(0,0,10.0), radius = radius, color = vec(0.5,0.5,0.5))
yplot = graph(title = "y-t plot", xtitle = "t(s)", ytitle = "y(m)", x = 0, y = 800, width = 800, height = 600)
vplot = graph(title = "v-t plot", xtitle = "t(s)", ytitle = "v(m/s)", x = 0, y = 800, width = 800, height = 600)
g1 = gcurve(graph = yplot, color = color.red)
g2 = gcurve(graph = vplot, color = color.red)

'''
3. 物體運動部分，碰撞次數到達20次即停止
'''
while collapse <= 20:
    rate(100)
    t += dt
    v += g*dt
    ball.pos.z += v*dt
    g1.plot(pos=(t, ball.pos.z))
    g2.plot(pos = (t, v))

    if ball.pos.z <= 0.5*floor.size.z+radius:
        ball.pos.z = 0.5*floor.size.z+radius
        v = -v
        collapse += 1

print ("t = ", t)
print ("v = ", v)
```

# Commentary

因為你們應該有慢慢開始上手了，所以我就不一行一行檢視了

```
collapse = 0
```

#這一行的目的在於，建立一個變數「collapse」以紀錄球碰撞到地面的次數

```
ball = sphere(pos = vec(0,0,10.0), radius = radius, color =  
vec(0.5,0.5,0.5))
```

# 這行的意思是我建立了一個球體(sphere)，並且令其位置為(0,0,10)，半徑[radius]為10(一開始建立的變數)，顏色[color]為(0.5,0.5,0.5)，也就是灰色

```
while collapse <= 20:
```

# 這裡我建立了一個迴圈，因為球作彈性碰撞的時候，他會不斷的上下運動（碰撞）。而如果把迴圈條件式改成「碰到地板即停止」，那麼我們將看不到他作彈性碰撞的過程。  
# 但如果不設立一個停止條件，他將無限的碰撞下去，因此我設立了一個「碰撞20次即停止的條件」

```
    if ball.pos.z <= 0.5*floor.size.z+radius:  
        ball.pos.z = 0.5*floor.size.z+radius  
        v = -v  
        collapse += 1
```

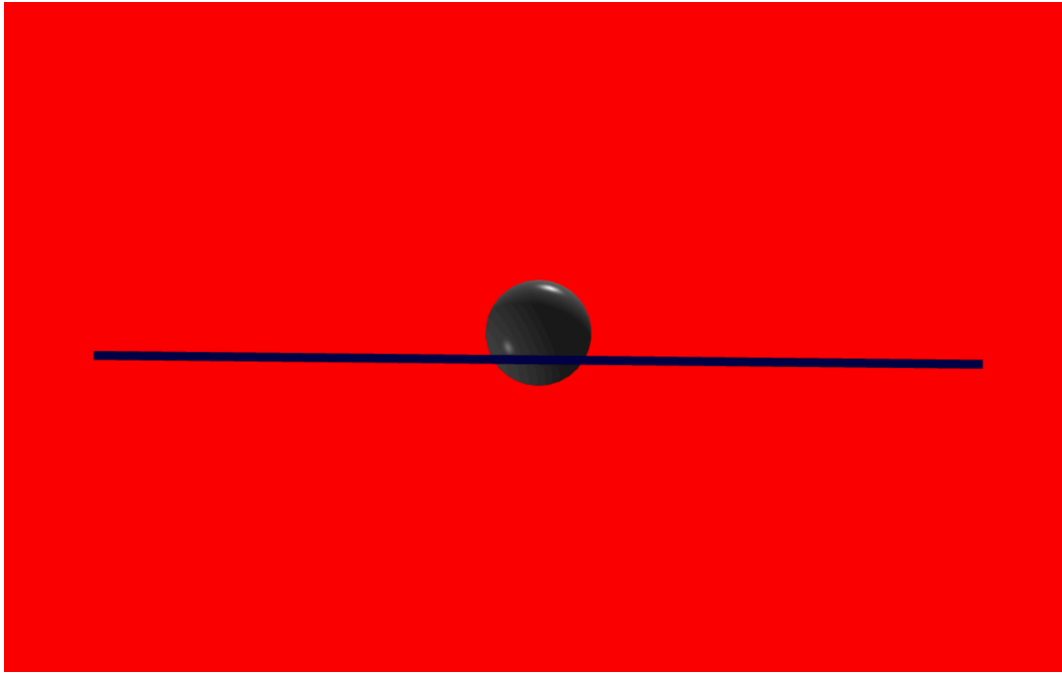
“

#這個迴圈就比較有意思了，我覺得可以花點篇幅討論  
為了使得球在碰到地面後可以等量反向的速度彈回  
我加了個條件式，條件為「當球的位置<=地板時」，而內容則有三個  
「令球的位置到地板」、「令球的速度為碰撞前速度的等量反向」與「碰撞次數+1」

後面兩個諸位應該比較能理解，但前面那個意義不明的程式代表了什麼呢？  
事實上，由於 $v*dt$ 可能會使球體的  $z < 0.5*floor.size.z+radius$   
因此我們會需要在每一次碰撞後把再出發點校正回  $y=0$

可以參考103\_free falling em1，看看球落地後的情況（如圖(a)）；或是103\_free falling em2，看看不加這一行的下場

“



圖(a) 103\_free falling em1

## Practice

請建立一個「非彈性碰撞自由落體」的動畫，並且畫出其y-t plot, v-t plot  
參數設定如下：

```
g = -9.8  
radius = 0.1  
l = 1  
t = 0  
dt = 0.001  
e = 0.8
```

其中 $e$ 為碰撞係數。