

일반인을 위한  
물리 코딩

6주차. 축구공의 움직임 I

$$\vec{F} = -\frac{Gm_1m_2}{|r|^2}\hat{r}$$





# 프릭 시뮬레이션



## 프리킥 코딩하기

GlowScript 2.7 VPython

```
ground = box(pos=vec(0,0,0),size=vec(100,0.10,70),  
color = color.green
```

송오영 교수

세종대학교



## 프리킥 코딩하기

```
#init. positon & velocity of ball
init_pos = vec(-30,0.11,0)
ball = sphere(pos=init_pos,radius=0.11, color
= color.orange) #m
ball.m = 0.45 #kg
ball.speed = 25 #m/s
```

축구장의 면 위에  
정확히 올려놓기 위해

축구공의 초기 속도



## 프리킥 코딩하기

```
ball.angle = radians(35) #c.f) degrees
ball.v =
ball.speed*vec(cos(ball.angle),sin(ball.angle),0)
```

cos, sin 삼각함수를  
사용할 때

25m/s의 속력으로 지표면으로부터  
35도 각도로 공을 찬다고 가정하는 것



## 프리킥 코딩하기

```
attach_trail(ball)
attach_arrow(ball, "v", shaftwidth = 0.1,
scale = 0.3, color=color.yellow)
#graph
gball_x = gcurve()
```





## 프리릭 코딩하기

```
scene.range = 30
```

```
#const.
```

```
g = -9.8 #m/s**2
```

```
rho = 1.204 #kg/m**3
```

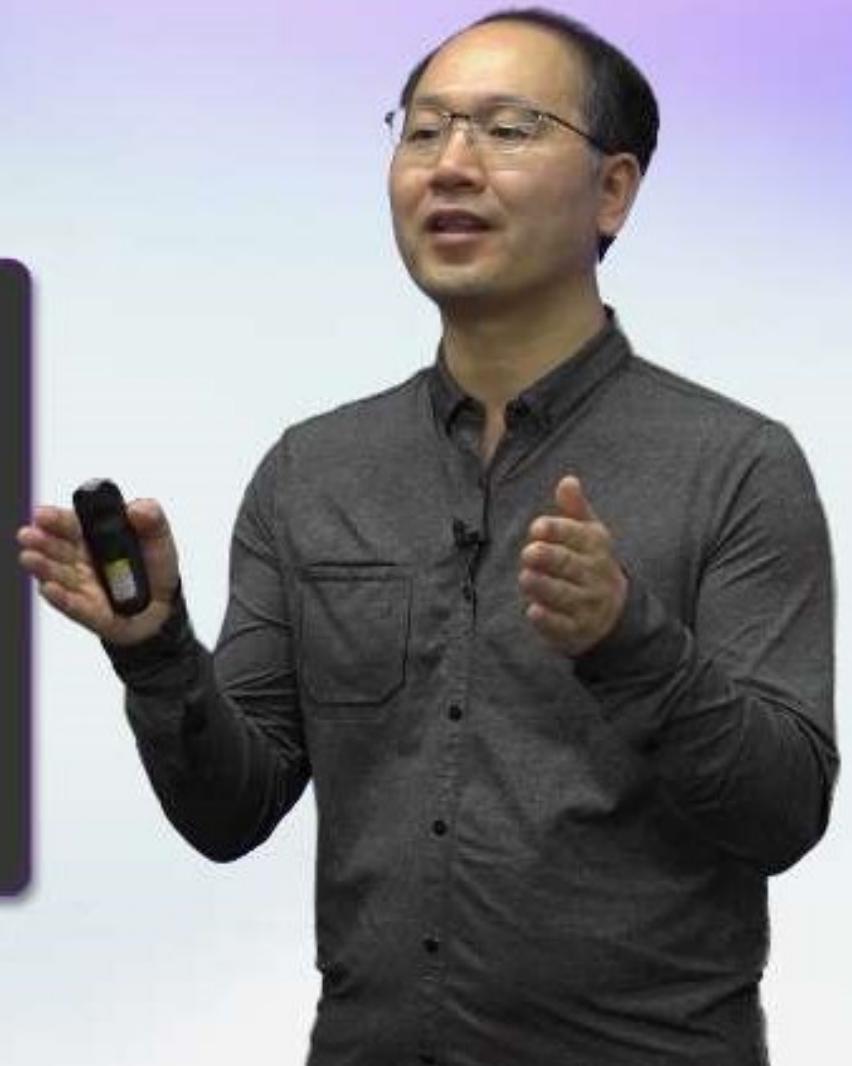
```
Cd = 0.3
```

```
#time setting
```

```
t = 0
```

```
dt = 0.01
```

x축 간격으로 약 30 정도 식을  
처음에 임의로 세팅







## 프리킥 코딩하기

```
while t < 20:
    rate(1/dt)
    #Gravity Force
    grav = ball.m * vec(0,g,0) #gravity
```



## 프리킥 코딩하기

```
#Drag Force
drag = -
0.5*rho*Cd*(pi*ball.radius**2)*mag(ball.v)**2*
norm(ball.v)
```





## 프리킥 코딩하기

```
print("gravity: ", mag(grav), 'drag force:', mag(drag))
```

```
#Sum of Forces
```

```
ball.f = grav + drag
```

```
#Time stepping
```

```
ball.v = ball.v + ball.f/ball.m*dt
```

```
ball.pos = ball.pos + ball.v*dt
```



## 프리킥 코딩하기

```
#graph
gball_x.plot(pos=(t,mag(init_pos - ball.pos)))
```

- ◆ X축: 시간
- ◆ Y축: 원래 처음 위치에서 나중 위치까지 간 거리





## 프리킥 코딩하기

```
#collision
if ball.pos.y - ball.radius < 0: break
t = t + dt
```

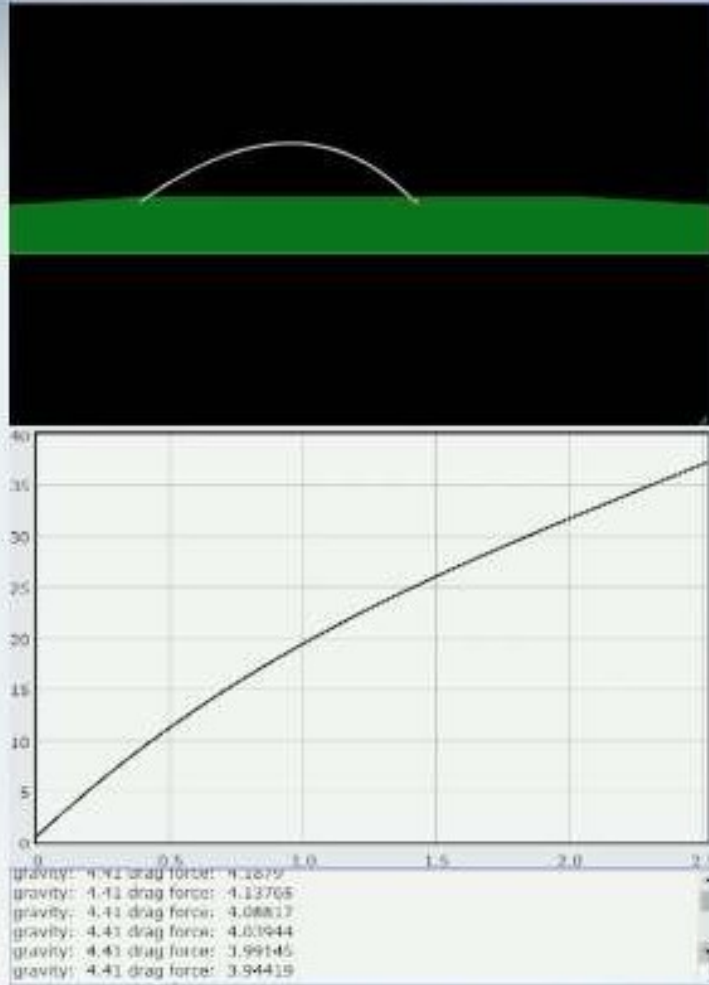
그라운드의 중심점 그 위치보다  
작아져 버리면 그라운드와 공이  
닿았다고 판단





코드 작성 → 디버깅







떨어질 때 공을 맞으면 덜 아픈 이유는?

공기저항력 때문!



## 공기 저항력이 없을 때의 축구공 궤적의 코딩







## 프리킥 코딩하기

공기저항력이 없을 때

```
#no drag force
ball2 = sphere(pos=init_pos, radius=0.11, color
= color.yellow) #m
ball2.m = 0.45 #kg
ball2.speed = 25 #m/s
ball2.angle = radians(35) #c.f) degrees
ball2.v = ball2.speed*vec(cos(ball2.angle), sin(ball2.ang
le), 0)
```

## 프리킥 코딩하기

공기저항력이 없을 때

```
#graph object  
gball_x = gcurve()  
gball2_x = gcurve(color = color.blue)
```

공기저항력을 안 받고  
단지 중력만 받음



## 프리킥 코딩하기

공기저항력이 없을 때

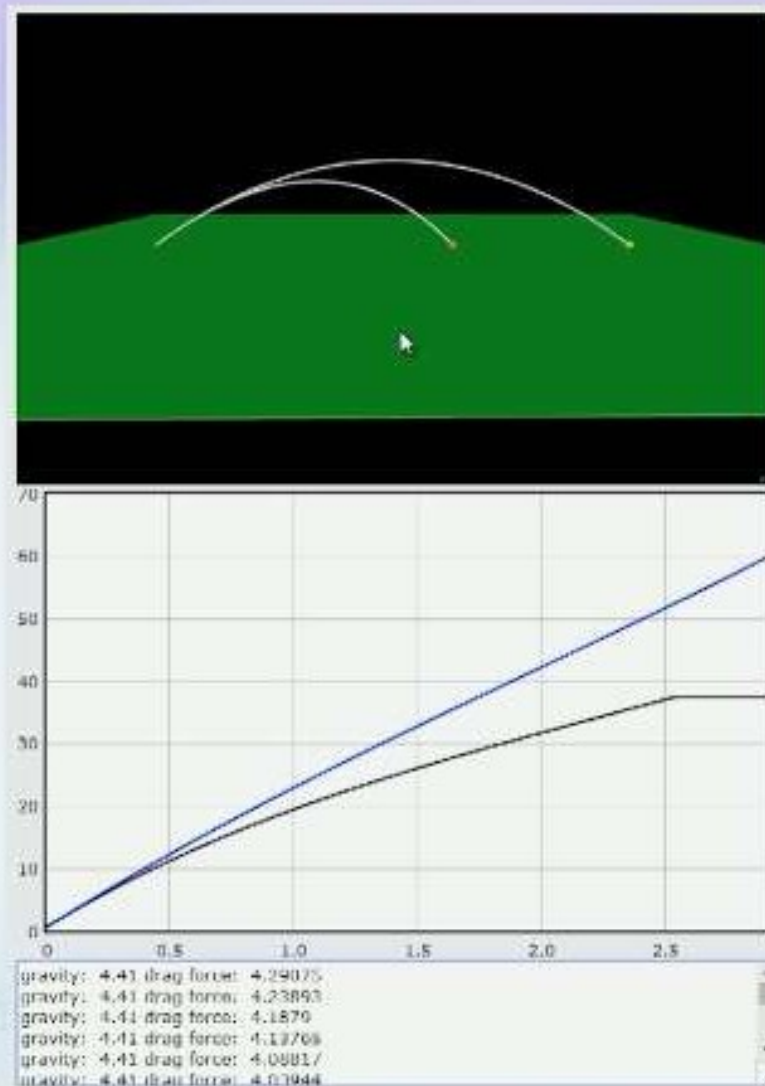
```
#graph  
gball_x.plot(pos=(t,mag(init_pos - ball.pos)))  
gball2_x.plot(pos=(t,mag(init_pos - ball2.pos)))
```



## 프리킥 코딩하기

공기저항력이 없을 때

```
#collision
if ball.pos.y - ball.radius < 0:ball.v = vec(0,0,0)
if ball2.pos.y - ball2.radius < 0:break
t = t + dt
```







## 프리킥 코딩하기

바람이 불 때

축구는 항상 바람이 없을 때 한다?

바람이 불 경우 축구공 궤적이 달라짐

바람이 불 경우 → 코드 수정

## 프리킥 코딩하기

바람이 불 때



$$\vec{F}_d = -\frac{1}{2} C_d \rho A v^2 \hat{v}$$

속도가 0일 때 저항력도 0

축구공이 정지해 있을 때 공기 저항력이 없음!

## 프리킥 코딩하기

바람이 불 때



저항력은 0이 아니다!

- 기체 분자들은 축구공과 충돌
- 축구공은 계속 오른쪽으로 가려고 하는 힘





# 프리킥 코딩하기

바람이 불 때



축구공의 속도와 바람의 속도의  
차이로 변환



## 프리킥 코딩하기

바람

축구공의 속도  
- 바람의 속도



$$\vec{F}_d = -\frac{1}{2} C_d \rho A v^2 \hat{v}$$

어떠한 방향으로 불어와도  
축구공의 움직임을 재현



## 프리킥 코딩하기

바람이 불 때

```
#wind  
wind_speed = 5 #m/s  
wind_v = wind_speed*vec(1,0,0)
```



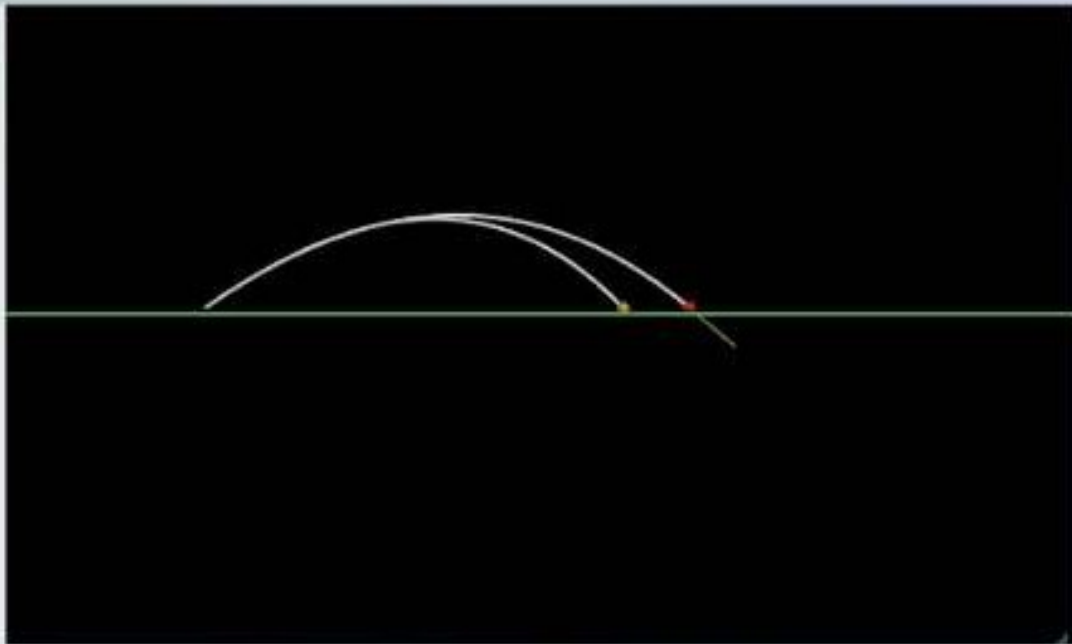


# 프리킥 코딩하기

바람이 불 때

```
ball.v_w = ball.v - wind_v
drag_wind = -0.5*rho*Cd*(pi*ball.radius**2)*
            mag(ball.v_w)**2*norm(ball.v_w)
```





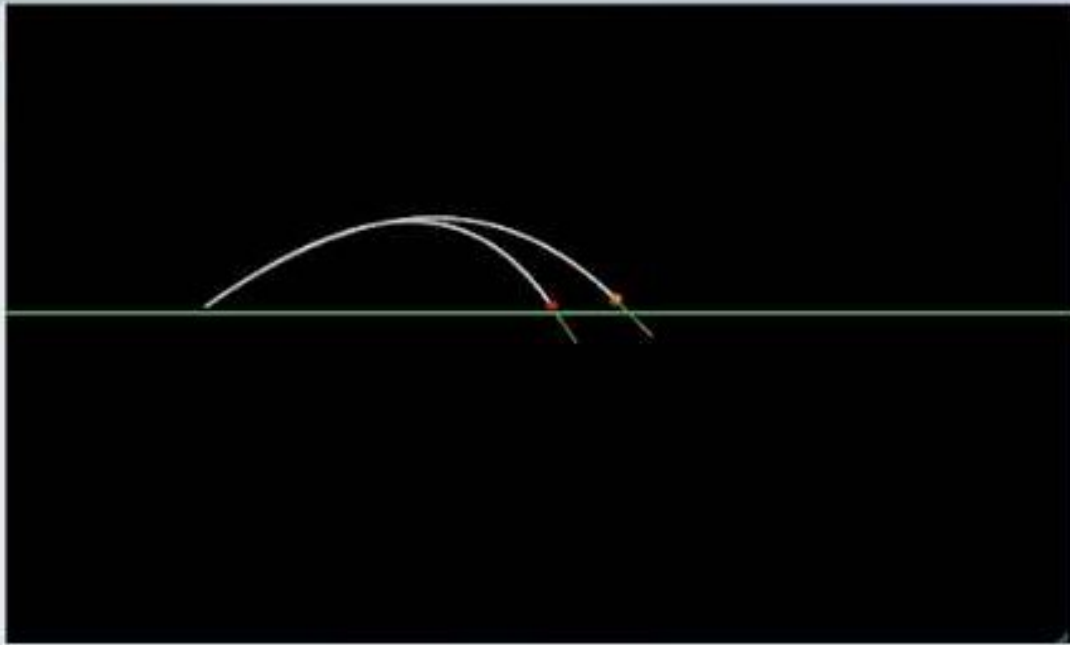
## 프리킥 코딩하기

바람이 불 때(역방향)

```
#wind  
wind_speed = -5 #m/s  
wind_v = wind_speed*vec(1,0,0)
```





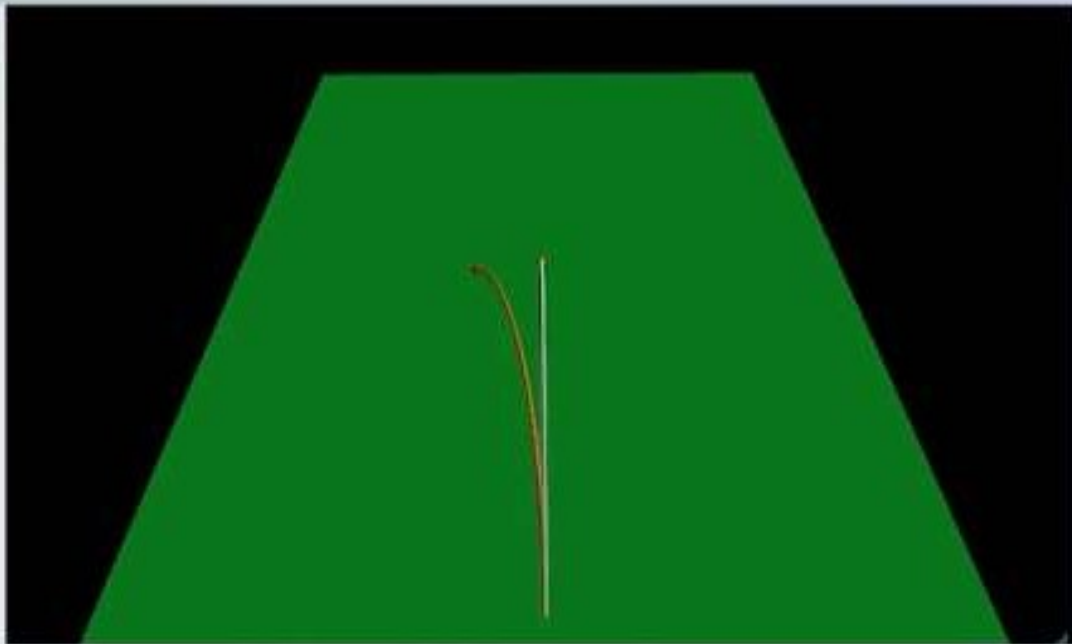


## 프리킥 코딩하기

바람이 불 때(옆에서)

```
#wind  
wind_speed = -10 #m/s  
wind_v = wind_speed*vec(0,0,1)
```







# 바람이 전혀 불지 않아도 공을 휘어차는 축구 선수들





**세종대학교**  
**SEJONG UNIVERSITY**