



# 축구공을 찼을 때의 움직임

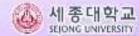


출처: pixabay



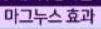
### 8주차, 축구공의 움직임 2

마그누스 효과





세종대막교 SEJONG UNIVERSITY









# 바나내



원하는 각도로킥가능

출처: pixabay





바람없이공을휘게하는 시뮬레이션







회전하는 방향으로 공이 휨

출처 : 게티이미지벵크



마그누스 효과

# 마그누스 효과





출처: pixabay

마그누스 효과

# 마그누스 효과



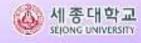
물체 주변의 공기

물체의 회전



진공 상태에서는 절대로 공이 휘지 않는다!







# 마그누스 효과



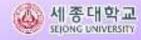
모든 상황에서 공의 움직임을 구하는 것은 불가능

### 마그누스 효과

+ 공기속도 빠름 + 압력 낮음

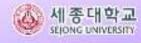


기체 분자가 축구공에 미치는 알짜힘 → 위쪽 방향으로의 힘



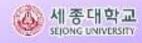


$$\vec{F}_m = \frac{1}{2} \frac{R_m \rho AR \omega(\hat{\omega} \times \hat{v})}{C_m \rho AR \omega(\hat{\omega} \times \hat{v})}$$



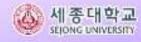


$$\vec{F}_m = \frac{1}{2} \frac{C_m \rho AR\omega(\widehat{\omega} \times \widehat{v})}$$
공기의밀도





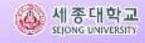
$$\vec{F}_m = \frac{1}{2} C_m \rho A R \omega (\hat{\omega} \times \hat{v})$$





$$\vec{F}_m = \frac{1}{2} C_m \rho A R \omega (\hat{\omega} \times \hat{v})$$



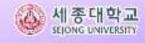




## 마그누스공식

공의 회전을 나타내는 속도의 크기

$$\vec{F}_m = \frac{1}{2} C_m \rho A R \omega (\widehat{\omega} \times \widehat{v})$$





### 마그누스 공식

$$\vec{F}_m = \frac{1}{2} C_m \rho A R \omega (\widehat{\omega} \times \widehat{v})$$

1초당 1회전 = 2π

1초당 2회전 = 4π

•





$$\vec{F}_m = rac{1}{2} C_m \rho A R \omega (\widehat{\omega} \times \widehat{v})$$

ਾਹਿਸ਼ਤ ਬੰਬੀ ਚੁੰਦਰ ਬੰਬੀ ਚੁੰਦਰ ਕੁਸ਼ੇ



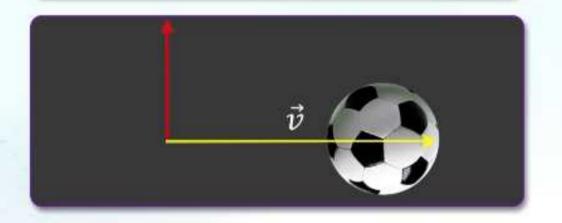




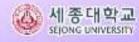
### 마그누스 공식

회전축에 대한 단위벡터(길이:1)

$$\vec{F}_m = \frac{1}{2} C_m \rho A R \omega \underline{(\hat{\omega} \times \hat{v})}$$









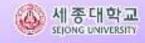
### 마그누스 공식

회전축에 대한 단위벡터(길이:1)

$$\vec{F}_m = \frac{1}{2} C_m \rho A R \omega (\hat{\boldsymbol{\omega}} \times \hat{\boldsymbol{v}})$$

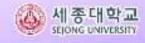
속도의 단위벡터







$$\vec{F}_m = \frac{1}{2} C_m \rho A R \omega (\widehat{\omega} \times \widehat{v})$$





### 마그누스 공식

$$\vec{F}_m = \frac{1}{2} C_m \rho A R \omega (\hat{\boldsymbol{\omega}} \times \hat{\boldsymbol{v}})$$

위쪽 방향

▷ 위쪽으로 마그누스의 힘이 생성

아래쪽 방향

▷ 아래쪽으로 마그누스의 힘이 생성

임의의 방향

⇒둘다에 수직인 방향으로 힘이 작용

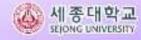


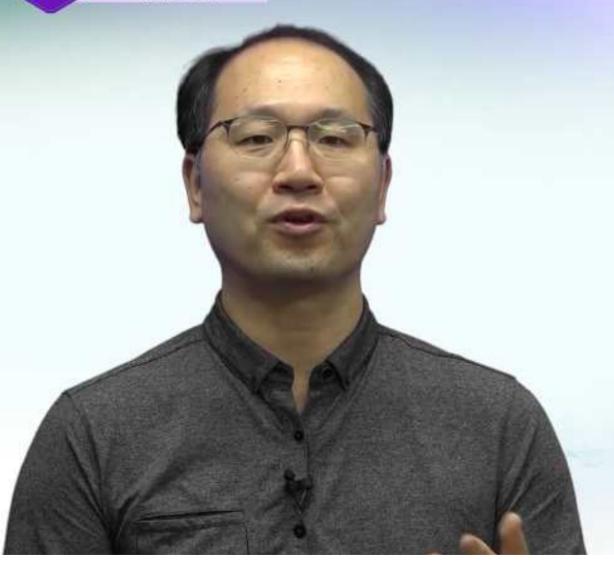


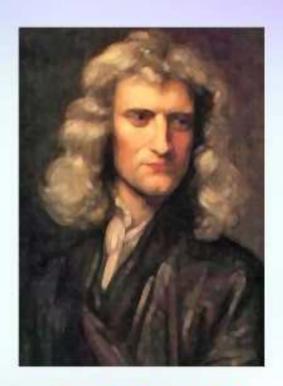
하인리히 구스타프 마고누스

마그누스보다 먼저 공의 궤적을 분석한 사람이 있었다?

l:위키피디아

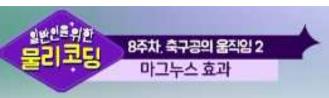






아이작 뉴턴

출처 : 위키피디아



### [자료 출처]



### \*네이버뉴스

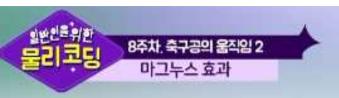
 https://sports.news.naver.com/kfootball/vod/index.nhn?id=460623&category=kfootball &listType=total

### \*게티이미지뱅크

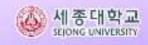
-951937264

### \* 픽사베이(pixabay.com)

https://pixabay.com/ko/%EC%B6%95%EA%B5%AC%EA%B3%B5-%EC%B6%95%EA%B5%AC-%EB%B8%94%EB%9E%99-%ED%99%94%EC%9D%B4%ED%8A%B8-%EC%8A%A4%ED%8F%AC%EC%B8%A0-%EA%B3%B5-220205/







### \*위키피디아

- https://ko.wikipedia.org/wiki/%ED%95%98%EC%9D%B8%EB%A6%AC%ED%9E%88\_%EA%B5%AC%EC%8A%A4%ED%83%80%ED%94%84\_%EB%A7%88%EA%B7%B8%EB%88%84%EC%8A%A4#/media/File:Heinrich\_Gustav\_Magnus.jpg
- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:GodfreyKneller-IsaacNewton-1689.jpg

