

# 코딩으로 공부하는 과학이야기

## 2차시: 물체의 운동 (2)

서지범 (서울대학교 과학교육과 물리전공)  
\*jabam1264@snu.ac.kr



SEOUL NATIONAL UNIVERSITY

---

# 1. 조화진동

# 1. 조화진동

평형점을 기준으로 물체의 변위에 비례한 복원력이 작용하게 되어 일정한 주기 운동을 하는 계

## 운동 방정식 [편집]

단순 조화 진동의 운동 방정식은 다음과 같이 주어진다.

$$m\ddot{x} + kx = 0$$

보통 여기서  $\omega_0$ 를 다음과 같이 정의하여

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m}$$

운동 방정식을 다음과 같이 쓴다.

$$\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$$

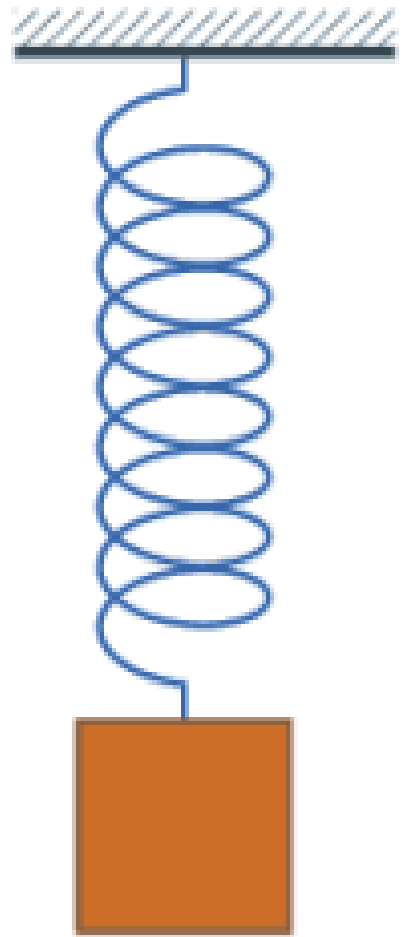
이 방정식의 해는 다음과 같다.<sup>[1]</sup>

$$x(t) = C_1 \sin \omega_0 t + C_2 \cos \omega_0 t$$

여기서  $C_1$ 와  $C_2$ 는 상수로 초기 조건에 따라 결정되는 값이다. 좀 더 식에 물리학적 의미를 부여하기 위해 다음과 해를

$$x(t) = A \cos(\omega_0 t + \phi)$$

( 또는  $x(t) = A \sin(\omega_0 t + \phi)$  )



---

## 2. 감쇠진동

## 2. 감쇠진동

속도에 비례하는 마찰력이 존재할 경우,  
이러한 조건에서의 진동을 감쇠 진동

운동 방정식 [편집]

감쇠 진동의 경우, 다음과 같은 속도에 비례하는 마찰력

$$F = -b\dot{x}$$

가 있기 때문에, 운동 방정식은 이를 포함하는 방정식이 된다.

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = 0$$

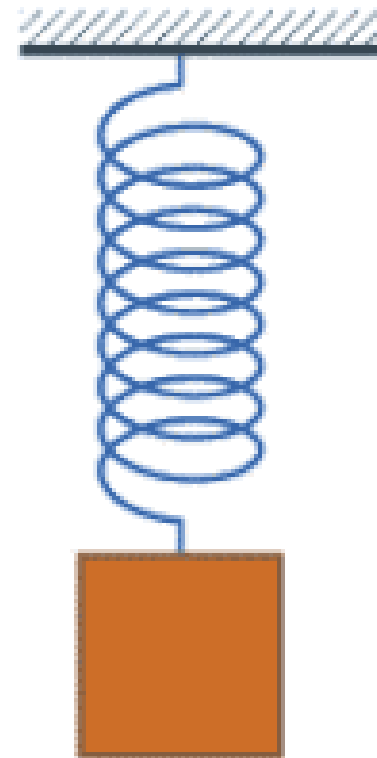
이 식을 질량  $m$ 으로 나누고,  $2\lambda = \frac{b}{m}$ ,  $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$ 라 놓으면 위 식은 다음과 같은 식이 된다.

$$\ddot{x} + 2\lambda\dot{x} + \omega_0^2 x = 0$$

위의 미분 방정식은  $e^{ct}$  꼴의 해가 항상 존재하는 것으로 알려졌다. 이를 위에 대입하면 가능한 상수  $c$ 의 값은

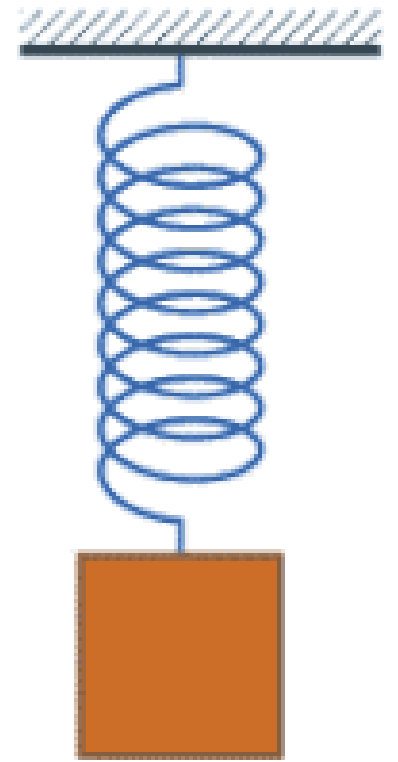
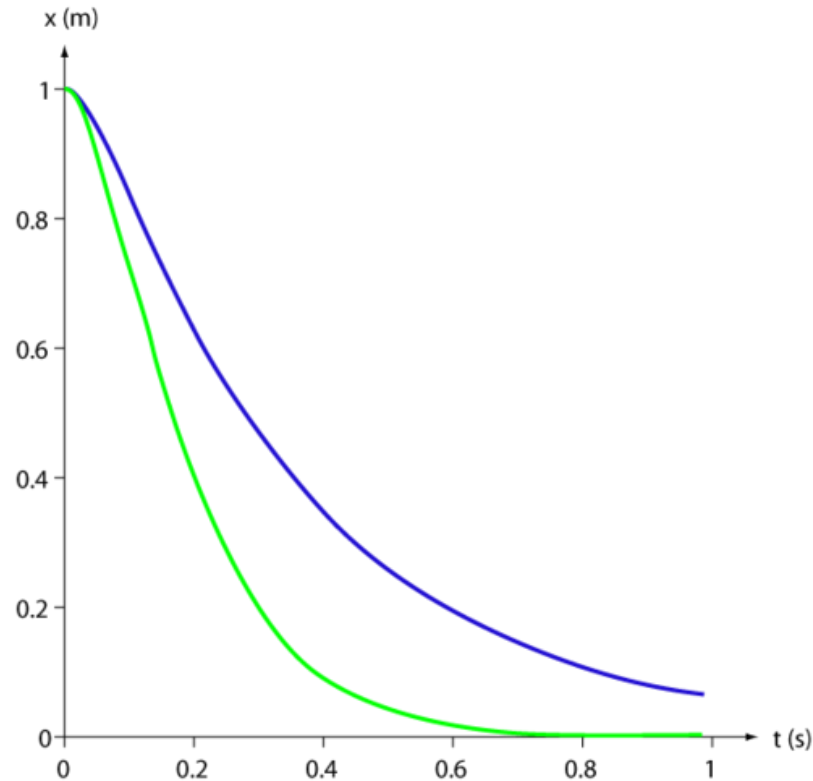
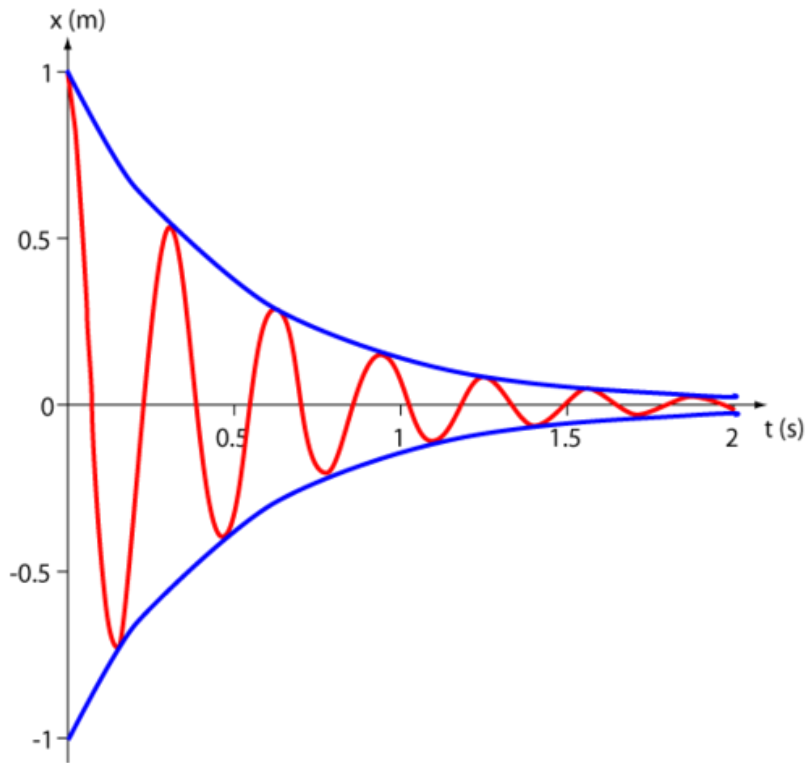
$$c = -\lambda \pm \sqrt{\lambda^2 - \omega_0^2}$$

이 된다. 여기서  $\lambda$ 와  $\omega_0$ 의 값에 따라 위 근이 두 개의 실근, 중근, 두 개의 복소수근이 되는가가 결정된다. 여기서 두 개의 복소수근을 갖는 경우는 **저감쇠 진동**(underdamped oscillation), 두 개의 실근을 갖는 경우를 **과감쇠 진동**(overdamped oscillation), 마지막으로 중근을 갖는 경우를 **임계 감쇠 진동**(critically damped oscillation)이라 한다.



## 2. 감쇠진동

속도에 비례하는 마찰력이 존재할 경우,  
이러한 조건에서의 진동을 감쇠 진동



---

# 3. 등속 원운동

### 3. 등속 원운동

단순 조화 진동은 등속 원운동의 1차원 사영으로 볼 수도 있다. 어떤 물체가 각진동수  $\omega$ 로 반지름이  $R$ 인  $xy$ 평면 위의 원에서 원운동을 하면 이 운동의  $x$ 좌표와  $y$ 좌표는 진폭이  $R$ 이고 각진동수가  $\omega$ 인 단순 조화 운동의 경우와 똑같은 방정식이 된다. 각속도가  $\omega_0$ , 초기 위치가 극좌표에서  $(A, \phi)$ 인 등속 원운동을 2차원 극좌표에 표현하면

$$r(t) = A$$

$$\theta(t) = \omega_0 t + \phi$$

인 운동이 되는데 이를 데카르트 좌표계로 변환시켜 보면

$$x = A \cos(\omega_0 t + \phi)$$

$$y = A \sin(\omega_0 t + \phi)$$

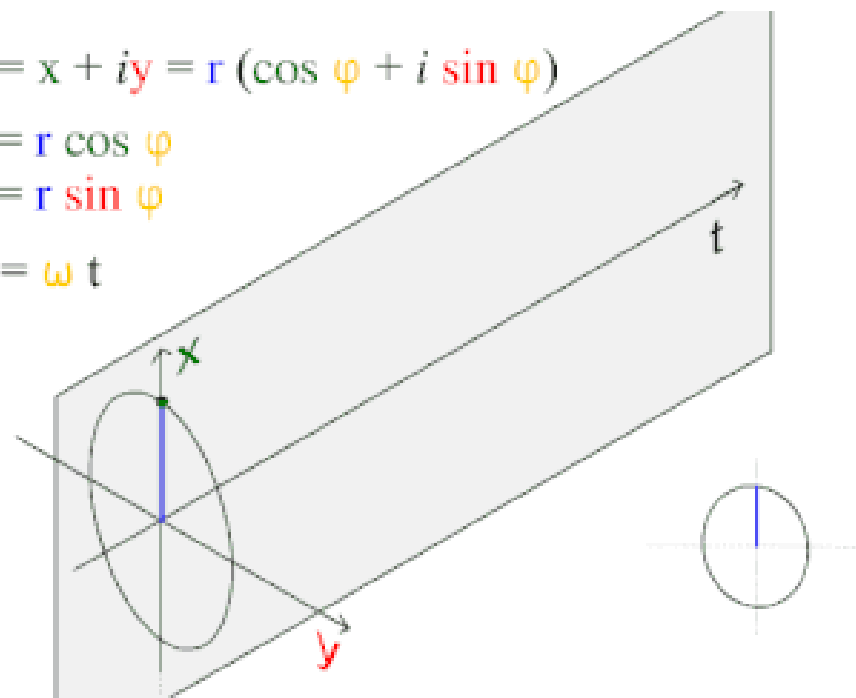
가 되어 이를 쉽게 확인할 수 있다.

$$Z = x + iy = r(\cos \varphi + i \sin \varphi)$$

$$x = r \cos \varphi$$

$$y = r \sin \varphi$$

$$\varphi = \omega t$$





# 과제

1) 오일러 방법, 호인의 방법, 4차 룽게-쿠타 방법 등 미분 방정식을 푸는 방법에 대해 조사하거나,

2) 아래에 첨부된 링크에서 본인이 원하는 글을 읽고 소감문 또는 요약문을 작성하여 jabam1264@snu.ac.kr로 pdf 파일로 보내주세요.

•진동 - 물리로 세상을 보는 첫걸음:

<https://contents.premium.naver.com/cjkim/knowledge/contents?categoryId=1886ecb1aba000gqh>

•종단속도:

<https://www.khan.co.kr/article/202409112043005>

•과속 단속 경찰도 알아야 하는 순간속도:

<https://www.khan.co.kr/article/202404242048015>





Thank you