

물리 노트
(생각하며 배우는 대학물리학 - 이기영 지음)

tsshin1985@gmail.com

February 2018

Part I

힘과 운동

Chapter 1

우리 물질 세계

1.1 매우 큰 스케일의 세계

1.2 매우 작은 스케일의 세계

1.3 물리학이란 무엇인가?

Chapter 2

운동의 기술 (Description of Motion)

2.1 과학의 시작 : 관성의 법칙

아리스토텔레스 : “일정한 운동 상태를 유지하려면 일정한 힘을 계속 줘야 한다.”

갈릴레오 : 사고실험을 통해, “일단 운동하던 물체는 마찰력만 없다면 영원히 운동을 계속 한다.” (마찰¹이 없다면 운동 상태는 유지된다.)

→ 관성의 법칙 (Law of Inertia) = 뉴턴의 운동 제1법칙

→ 운동상태를 변화게 하는 요인이 바로 ‘힘’이다.²

→ 힘이란 물체의 운동상태를 변화시키는 요인이다. (힘의 정의 도출)

어떤 물체가 운동할 때, 관측자에 따라 그 운동이 다르게 보인다.

→ 관측자가 운동을 기술하는 좌표계를 ‘기준계’라고 하며, 관성의 법칙이 성립하는 기준계를 ‘관성기준계’라고 한다. 한 관성기준계에서 볼 때 일정한 속도로 운동하는 관측자의 기준계도 관성기준계이다.

2.2 물리량과 그 측정

2.3 위치벡터와 변위벡터

2.4 빠르기과 속도

2.5 직선운동에서의 속도

2.6 가속도

2.7 등가속도 운동

¹갈릴레오의 사고실험 더 찾아보기 (마찰 혹은 마찰력을 알고 있었나?)

²혹은, 운동상태를 변화게 하는 요인을 ‘힘’이라고 하자?

Chapter 3

특수상대성 이론

3.1 우주의 중심과 상대속도

3.2 특수상대성 이론

3.3 로렌츠 변환

Chapter 4

힘과 운동

4.1 뉴턴의 운동 제2법칙

힘이 작용하면 물체의 운동상태가 변한다. (뉴턴의 운동 제1법칙) → ‘어떻게’ 변하는가?

뉴턴 :

(1) 일정한 힘이 작용하는 경우, 가속도는 일정하다. (가속도 개념의 도입)

(2) 이 때 가속도와 힘의 크기는 비례한다.

→ 뉴턴의 운동 제2법칙 또는 줄여서 뉴턴의 운동 법칙

서로 일정한 속도로 운동하는 두 기준계에서 측정한 물체의 속도는 서로 다르지만, 가속도는 똑같다

→ 힘이 똑같다 (by 3장)

뉴턴은 $a \propto F$ 에 비례상수를 도입

$$a = \frac{1}{m}F$$

→ m : 자신의 운동상태가 변하는 것에 저항하는 물체 고유의 특성

→ 질량(mass)이라고 이름 붙임 (by 뉴턴), ‘관성의 척도’라고도 한다.

1

4.2 무게와 질량

뉴턴의 만유인력 발견, 중력 (지구), 중력가속도 (g), 무게 (mg, 중력의 세기)

관성질량 : $\frac{a_2}{a_1} = \frac{m_1}{m_2} = k \Rightarrow m_1 = km_2$ (관성의 상대적 크기를 이용한 측정)

중력질량 : $\frac{a_2}{a_1} = \frac{g}{g} = 1, m_1 = m_2$ (무게비교를 통한 측정)

관성질량과 중력질량이 같다.

4.3 등가성원리

아인슈타인 : “중력이 왜 질량에 비례해야 하지?” “중력은 가속되는 계의 관성력과 완전히 동등하다.”

4.4 여러가지 힘

수직항력 (전기적반발력), 부력 (전기적반발력), 마찰력, 탄성력 (=복원력, 후크의 법칙, 용수철 상수), 전기력, 자기력

¹(siunitx 패키지 사용해서 단위 입력시 에러 발생)

4.5 힘의 합력과 기본 힘

힘 F_1, F_2 가 동시에 작용한다면, $F = F_1 + F_2$ 가 작용할때의 운동과 같다. F 를 합력이라고 한다.
 $\sum F = 0$ 을 만족한다면 평형상태라고 한다.

기본힘 : 중력, 전기력, 강력(핵력), 약력

4.6 뉴턴의 운동 제2법칙의 적용

운동을 기술하는 단계

- (1) 질량이 있는 모든 물체들을 파악
- (2) 각 물체에 작용하는 힘들을 파악
- (3) 각 물체에 운동방정식 적용

수직으로 던진 공, 연결된 두 물체, 도르래에 연결된 물체, 경사면에서 미끄러지는 물체

4.7 마찰력

정지마찰력, 최대정지마찰력, 운동마찰력, 정지마찰계수, 운동마찰계수, 정지거리

4.8 저항력과 마찰력

저항력, 종단속도(=끝속도)

4.9 뉴턴의 운동 제3법칙

작용-반작용의 법칙 : 어떤 종류의 힘이든 두 물체간의 힘은 ‘상호작용’ 형태로 작용한다.

한 물체에 작용하는 중력과 수직항력은 작용-반작용 관계가 아니다.

지구가 물체를 당기는 중력과 물체가 지구를 당기는 힘이 작용-반작용이다.

“말이 마차를 끌 때 마차도 같은 크기의 힘으로 말을 당기므로 말은 마차를 끌 수 없다.” → 어떻게 답해야 하지?

Chapter 5

공간에서의 운동

5.1 지표면 근처의 공간운동

공 던지기

5.2 등속원운동에서의 가속도

5.3 만유인력의 법칙

만유인력과 전기력의 특성 : 입자를 점으로 봐도 동일하다.

5.4 인공위성의 운동

인공위성의 운동, 바닷물의 조수 현상

5.5 관성력

관성력 = 가짜힘

가속되지 않는 계, 즉 관성력이 존재하지 않는 기준계를 관성기준계라고 한다.

원심력, 코리올리의 힘

Part II

에너지와 운동량 (Energy and Momentum)

Chapter 6

에너지와 일

6.1 에너지

에너지란, ‘운동할 수 있게 하는 그 무엇’¹

6.2 일 (work)

힘을 작용해 이동시키는 것

힘 \vec{F} 가 한 일 $W_f = \vec{F} \cdot \vec{d}$ (\vec{d} : 크기가 d인 변위 벡터)

→ ‘일을 할 수 있게 하는 것’을 에너지로 정의할 수 있다.

→ 에너지의 크기는 일의 양과 같다.

변화하는 힘에 의한 일 $W = \int_A^B F(x)dx$ 또는 $W = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{r}$

일의 단위 $1J = 1N \cdot m$

6.3 일의 경로 무관성과 일률

경사면의 각도가 θ 인 경우,

$W_{\text{경사면}} = mg \sin \theta \cdot d = mg(d \cdot \sin \theta) = mgH = W_{\text{수직}}$

일률 (Power) $P(t) = \frac{dW}{dt} = \frac{dW}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = Fv$

일률의 단위 $1W = 1J/s$, $1hp = 746W$, $1kWh = 1kW$ 로 1시간동안 사용한 전력량

6.4 위치에너지와 운동에너지

위치 형태로 저장되는 에너지 (ex 도르래에 매달린 두 물체) : 위치에너지

중력위치에너지, 탄성력위치에너지, 전기력위치에너지

움직이는 물체는 얼마만큼의 일을 할 수 있는가? (= 얼마만큼의 에너지가 있는가?)

높이 H에서 중력가속도 g로 자유낙하하는 물체가 바닥에 도달하는데 걸리는 시간

$H = \text{시간} - \text{속도그래프아래의삼각형면적} = \frac{1}{2} \cdot t \cdot gt = \frac{g}{2} t^2 \quad t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$

바닥에 도달한 물체의 빠르기

$$v_0 = gt = g\sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{2gH}$$

$$H = \frac{v_0^2}{2g}$$

에너지의 양 $mgH = mg \cdot \frac{v_0^2}{2g} = \frac{1}{2}mv_0^2$ ²

¹가능한 일의 양?

²이런 식의 유도는 에너지 보존 법칙을 전제로 한 논리인가?

→ 빠르기 v 로 운동하는 질량이 m 인 물체는 $\frac{1}{2}mv_0^2$ 크기의 에너지를 갖고 있다.
→ 운동하는 물체가 가진 에너지 : 운동에너지 (위치에너지와 달리 언제나 0 이상이다.)
위치에너지의 양이 기준 위치의 높이에 따라 달라지듯이, 운동에너지의 양도 관측자(기준계)에 따라 다른 값을 갖는다. (물체의 속도로 관측자에 따라 달라지는 '상대 속도'를 사용)