

2015 개정 물리학 I

やはり俺の物理アプローチは
まちがっている。

물리 개꿀잼

2019년 9월 17일

차례

제 1 장	물체의 가속운동	5
1	운동의 물리량	5
2	등가속도 직선운동	7
제 2 장	고전역학과 운동방정식	15
1	운동량	15
2	뉴턴의 법칙	15
3	여러 가지 힘	17
제 3 장	고전역학과 에너지	23
1	에너지와 운동	23
2	일(Work)	23

1

물체의 가속운동

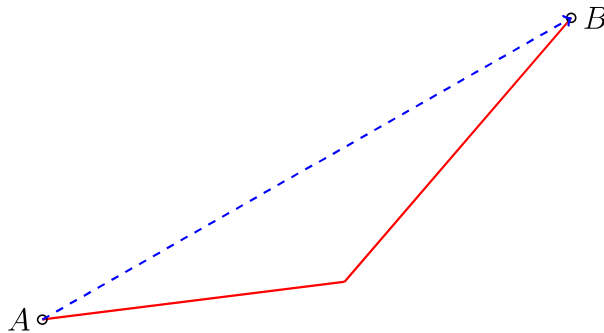
1 운동의 물리량

물체의 운동의 특성을 표시하기 위한 물리량은 **변위, 거리, 속도, 가속도**가 있다. 이들 물리량만으로, **운동상태**를 완벽하게 나타 낼 수 있다.

Definition 1: 변위와 거리

1. 변위: 최초위치(출발점)와 나중위치(도착점)를 잇는 **벡터**
2. 이동거리: 물체가 이동한 경로의 **거리**

변위는 물체의 경로에 관계없다. 처음위치와 나중위치만 신경쓰면 된다.



[변위와 거리]

* 빨간색 경로로 이동한다면 이동거리는 빨간색, 변위는 파란색이다.

[변위에 대해 덧붙이는 말] 변위와 거리에 관련된 다음의 특성들은 항상 기억!

특성 1: 물체가 직선 운동할 때, **이동거리**와 **변위의 크기**는 완전히 동일하다.

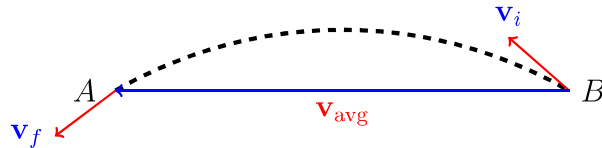
Definition 2: 속도와 속력

$$\text{속도} = \frac{\text{변위}}{\text{시간}}$$

$$\text{속력} = \frac{\text{이동거리}}{\text{시간}}$$

*당연히 여기서도, 직선운동의 경우 [속도의 크기]와 [속력]은 같다.

아래 그림에 간단한 예시를 소개하였다: 원형궤도 운동



[원형궤도 운동하는 물체의 순간속도 평균속도]

순간속도: 순간속도는 항상 물체의 궤적 방향이다.

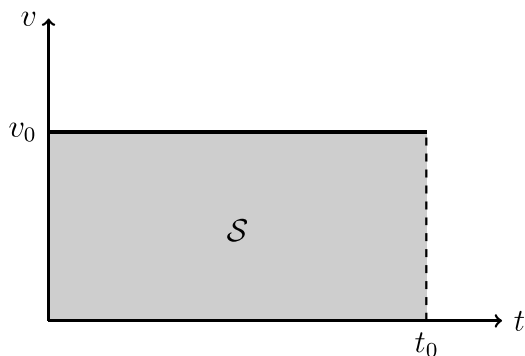
평균속도: 평균속도는 [처음위치]에서 [나중위치]로의 직선방향 ←여기서는, \vec{BA}

*속도를 다룰 때는 항상 속도의 방향에 유의하라!!

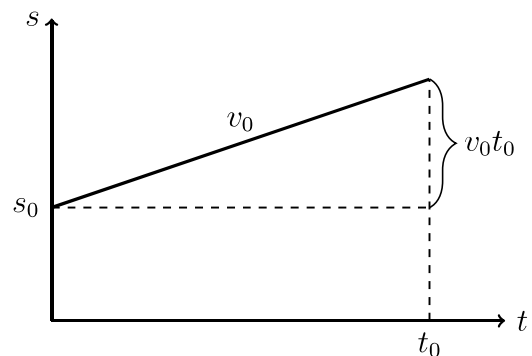
[등속도 운동] 등속도 운동은 기본적으로 속도가 바뀌지 않는 운동이다. 속도가 바뀌지 않는다는 사실은 다음의 사실을 유포함에 유의하라!

1. **운동방향**과 **속력** 모두가 바뀌지 않는다.
2. 운동과정에서 **어떠한 외력**도 작용하지 않았다.

[그래프 해석] 문제에 시간이 나오면 [v-t 그래프]를 가장 먼저 그려라.



(a) v-t 그래프



(b) s-t 그래프

[v-t 그래프]가 보여주는 것

a. 등속도 운동 하는 물체의 변위는 [v-t 그래프] 아래의 넓이 S 와 같다.

b. [v-t 그래프]의 함숫값 v_0 는 [s-t 그래프]의 기울기가 된다. ← 물론 등속도 운동에서

*기본적으로 이들 그래프가 보여주는 s 는 이동거리가 아닌 [변위]이다.

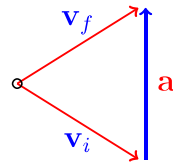
Definition 3: 가속도

가속도는 속도가 얼마나 변하는지 확인하기 위한 물리량이다.

따라서 가속도는 [단위 시간당 속도의 변화량]으로 정의한다. (벡터량)

$$\mathbf{a} = \frac{\Delta \mathbf{v}}{\Delta t} = \frac{\mathbf{v}_f - \mathbf{v}_i}{\Delta t}$$

가속도의 방향이 항상 속도의 방향과 같지 않음을 명심 하여라!



[속도와 가속도의 방향이 다른 경우]

*속도의 방향이 변하지 않았다면, 가속도는 속도방향으로만 작용한 것이다.

2 등가속도 직선운동

등가속도 직선운동은 두 가지의 아주 큰 조건들을 내포하고 있다. [등가속도운동], [직선운동]이다.

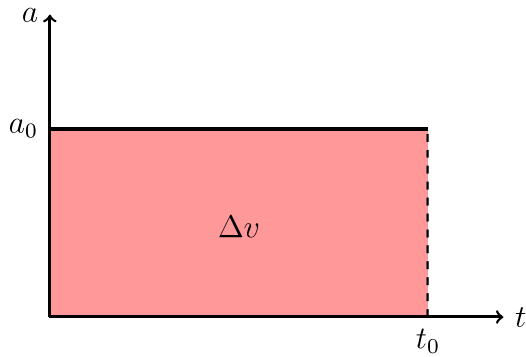
직선운동을 하기 위한 필요충분조건은 [초기속도와 가속도의 방향이 나란하다]는 것이다.

그렇다면, 결국 우리가 생각할 수 있는 경우는 두 가지이다.

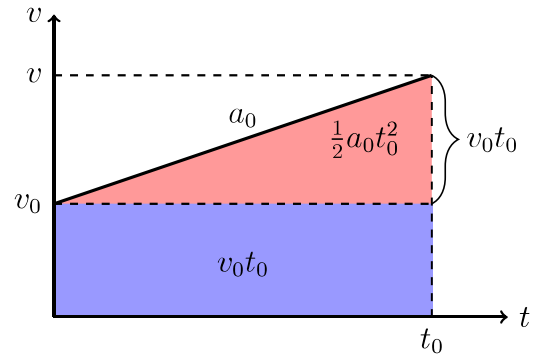
⇒속도와 가속도의 방향이 동일한 경우와 반대인 경우.

[그래프 해석] 그래서 속도와 가속도의 방향을 다음 두 가지 유형으로 나눠서 그래프들을 확인해 본다.

Case 1. [속도와 가속도의 방향이 동일한 경우]



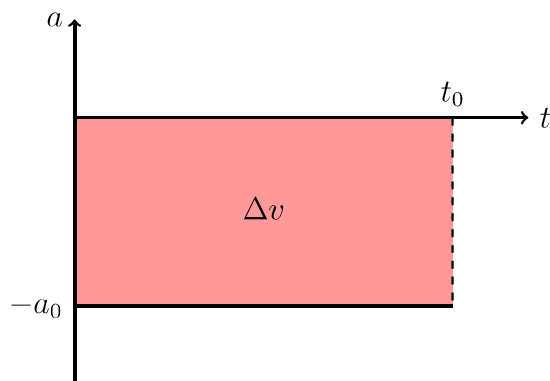
(a) a-t 그래프



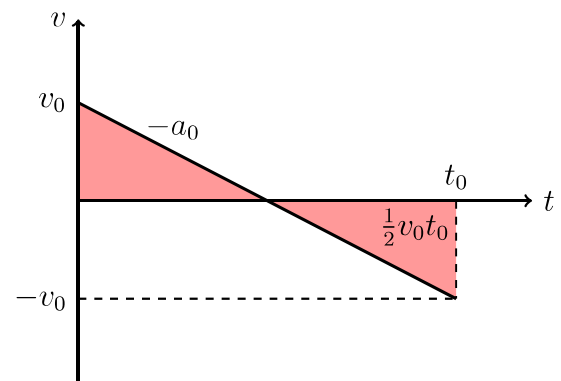
(b) v-t 그래프

$$s = v_0 t_0 + \frac{1}{2} a_0 t_0^2 \quad (1.1)$$

Case 2. [속도와 가속도의 방향이 반대인 경우]



(a) a-t 그래프



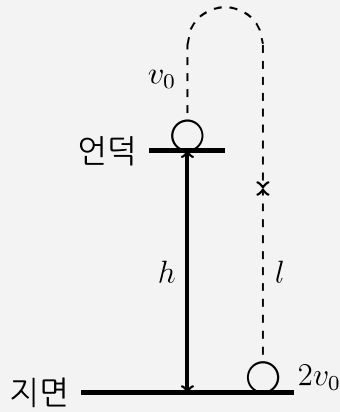
(b) v-t 그래프

[v-t 그래프]가 보여주는 것

a. 등가속도 운동을 하는 물체의 운동은 [v-t 그래프]의 아래넓이와 같다.

b. [a-t 그래프]의 함숫값 a_0 는 [v-t 그래프]의 기울기가 된다.

Example 1. (연직상방운동) 다음 그림과 같이 지면과 높이 h 의 언덕에 발사체를 각각 설치하였다. 시간 $t = 0$ 일 때, 언덕에서는 연직방향으로 v_0 의 속도로, 지면에서는 $2v_0$ 의 속도로 공을 동시에 발사한다. 이때, 두 공이 충돌하는 지점의 지면으로부터의 거리 l 는?



- ① $2h - \frac{gh^2}{2v_0^2}$ ② $2h - \frac{gh^2}{v_0^2}$ ③ $2h$ ④ $2h + \frac{gh^2}{v_0^2}$ ⑤ $2h + \frac{gh^2}{2v_0^2}$

Solution 핵심: 일단, [v-t 그래프]를 먼저 그려놓고 생각해라!

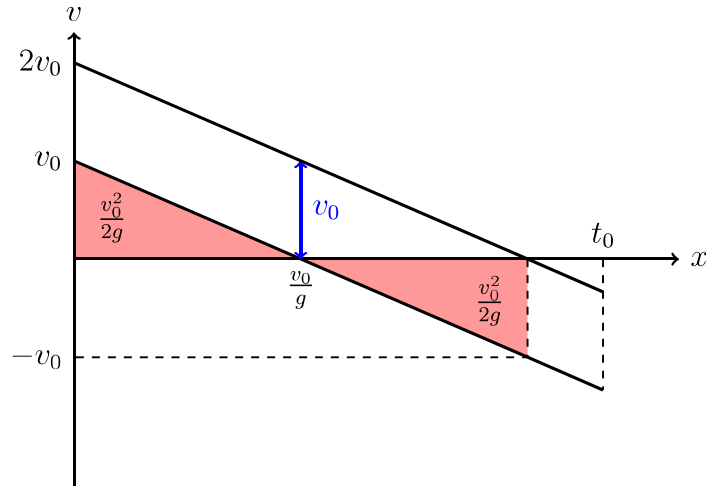


그림 1.4: 이 문제에서 두 공의 [v-t] 그래프

여러분들은 크게 두 가지의 풀이를 생각해 낼 수 있다.

1. 단순히 등가속도 공식을 이용해서 두 공의 알짜 변위가 h 라고 놓는 것
2. 두 공의 상대속도가 항상 일정함을 이용하여 풀이

첫 번째 방법은 내용은 간단하다. 그러나 계산이 매우 복잡하다.-이것은 내가 이 책에서 말하고자 하는 바가 아니다. 이 책에서는 계산이 많은 내용은 다소 지양하고, 물리적 배경지식과 그래프를 사용하여 최소한의 사칙연산으로 풀이할 수 있는 방법을 소개한다.

[상대속도가 일정함을 이용한 풀이] 내가 제시한 그림 1.4의 [v-t 그래프]를 보고 여러분은 문제표면상에는 드러나지 않았던 한 사실을 알게 된다.

두 공의 가속도는 동일하고, 두 공 사이의 상대속도는 항상 일정한 값 v_0 를 유지한다.

여러분은 여기서 그치지 않고 상대속도의 진짜 의미를 헤아려야 한다.

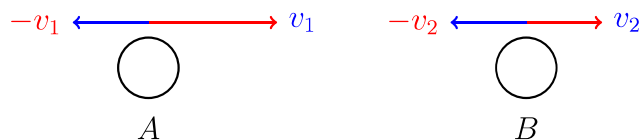


그림 1.5: 상대속도의 물리적 의미

그림 1.5처럼 운동하는 물체를 [B 공]에 있는 관측자가 본다면, 마치 [B 공]은 정지해 있고, [A 공]은 v_0 의 속도로 이동(오른쪽)하는 것처럼 보인다.

언덕에서 쏘아올린 공에 있는 관측자의 입장에서 생각하여라!

그렇다면, 언덕에서 쏘아올린 공에 있는 관측자의 입장에서 두 공의 알짜 변위가 h 이어야 한다. 사실, 관측자가 볼 때, 지면에서 쏜 공만 움직이니까 바닥에서 쏜 공이 거리 h 를 나아가는 시간이 곧 두 공이 충돌하는 시간이다.

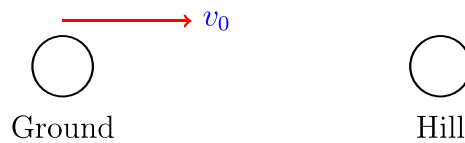


그림 1.6: 관측자가 본 상대적인 운동

그림 1.4의 그래프에 보여주듯이 두공의 상대속도는 v_0 임을 명심하라. 그렇다면,

$$v_0 t_0 = h \quad \Rightarrow \quad t_0 = \frac{h}{v_0} \quad (1.2)$$

이 된다. 이제 우리는 충돌시간을 구했으니, 충돌하는 지점의 위치도 구할 수 있다. 사실 여기서 부터는 등가속도 공식을 쓰든, 위의 그래프를 한번 더 이용하든 계산양에는 별 차이가 없다. (그래프로 운동의 해석을 마친 순간, 그래프는 역할을 다했다)

[1. 등가속도공식을 이용한 방법]

$$l = 2v_0 t_0 - \frac{1}{2} g t_0^2 = 2h - \frac{gh^2}{2v_0^2} \quad (1.3)$$

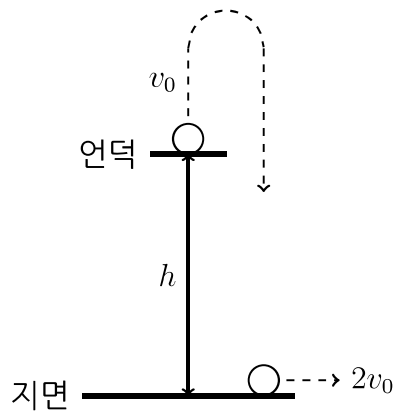
[2. 그래프를 이용한 방법]

$$l = \underbrace{\frac{1}{2}(2v_0) \left(\frac{2v_0}{g} \right)}_{\text{그래프의 양의 넓이}} - \underbrace{\frac{1}{2}g \left(\frac{h}{v_0} - \frac{2v_0}{g} \right)^2}_{\text{그래프의 음의 넓이}} = 2h - \frac{gh^2}{2v_0^2} \quad (1.4)$$

두 가지 방법 모두 동일한 결과이다.

[やはり以下の問題はまちがっている。]

1-1. 다음 그림과 같이 지면과 높이 h 의 언덕에 발사체를 각각 설치하였다. 시간 $t = 0$ 일 때, 언덕에서는 연직방향으로 v_0 의 속도로, 지면에서는 수평방향으로 $2v_0$ 의 속도로 공을 동시에 발사한다. 이때, 언덕에서 쏘아 올린 공이 지면에 도달할 때 까지 지면의 공이 움직인 이동거리 l 은?



- ① h ② $\frac{4}{3}h$ ③ $2h$ ④ $\frac{8}{3}h$ ⑤ $4h$