물리학Ⅰ 1강 (속도·속력·가속도)

✓ **물리란?** 만**물**의 **이**치를 다루는 학문

즉, 세상의 모든 것들을 측정하고 분석해내는 학문이다.

그리고 여기서 '세상의 모든 것(=분석의 대상)'을 멋있는 말로 **'물리량'**이라 칭한다.

→ 예시) 무게, 길이, 속도, 시간

✓ **물리량의 종류** (교과과정 외)

	스칼라	벡터
크기	O	O
방향성	X	★★★O
	⇓ ex) 무게, 시간	⇓ ex) 힘

✓ **이동거리와 변위**

스칼라 ← 이동거리 : 이동한 거리 / '실제로' 이동한(걸어간) 총 거리의 합 / 경로의 총길이

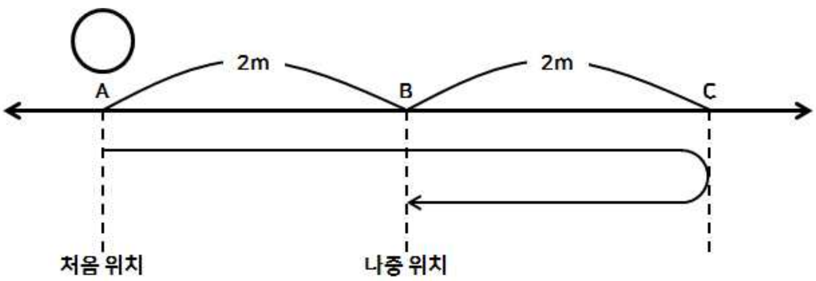
⇒ tip. 과정, 경로가 중요, 모든 길이를 더해주면 된다!

벡터 ← 변위 : 위치의 변화량 / '처음 위치'와 '나중 위치'의 차이

⇒ tip. 처음 위치에서 나중 위치까지의 최단(직선)거리와 ★방향성을 합침

$\underbrace{\text{처음 위치에서 나중 위치}}_{\text{이 두 개에 집중!}}$

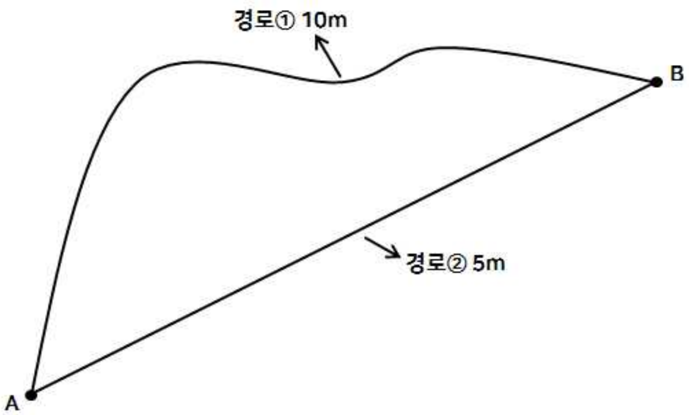
ex)



경로 : A → C → B

이동거리 : 6m

변위 : +2m (오른쪽 2m)



경로①로 A→B 이동

이동거리 : 10m

범위 : 북동쪽 5m

변위의 크기 : 5m

↳ 별거 없다. 그냥 변위에 방향성만 빼주고 쓰면 된다.

✓ 속도 vs 속력

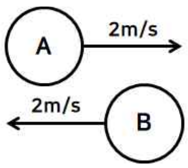
속도, 속력 … '빠르기'를 측정하는 물리량!!
즉, 어떠한 시간동안 얼마만큼 이동할 수 있는지를 측정하는 것이다.

그렇다면, 속도와 속력의 차이는 무엇일까.
우선 각각의 '정의된 개념'을 살펴보자.

속도 = $\frac{\text{위치변화량}}{\text{단위 시간}}$ → 의미 : 시간에 따라 위치가 얼마만큼 변했나요?

속력 = $\frac{\text{이동거리}}{\text{단위 시간}}$ → 의미 : 시간에 따라 이동한 거리가 얼마인가요?

자, 여기서 포인트를 잡고 넘어가자.
결국 속도는 변위를,
속력은 이동거리를 다루고 있다!
∴ 속도는 벡터 (방향성 O)
속력은 스칼라 (방향성 X)



A의 속력	=	B의 속력
A의 속도	≠	B의 속도
(오른쪽 2㎧)		(왼쪽 2㎧)

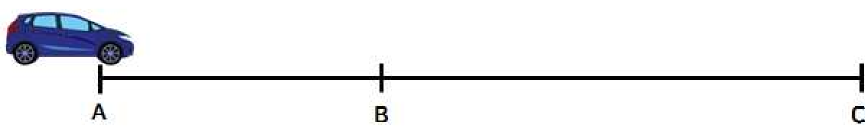
✓ 속도(속력) 변위(이동거리)와의 관계 느낌을 가져보기

2㎧ (1초에 2m 이동해요)로 5초를 달려간 자동차가 이동한 거리는?

당연하게 받아들여
- 사고과정 : 1초당 2m씩 갈 테니 5초를 가면 10m이겠네!
- 식으로 표현하기 : 2㎧ × 5s = 10m
- 정의된 개념으로 이해해보기(일반화) : $V = \frac{s}{t}$ → $s = vt$

✓ 평균속도(속력)의 정의와 쓰임새, 의미를 알아보기

위의 예시와 같이 자동차가 2㎧의 일정한 속도로 달리면
그 이동거리(변위)는 시간을 곱해버리면 된다는 것을 알 수가 있다.
그런데 만일 중간에 자동차의 속도가 변한다면 어떻게 해야 할까? 우선 아래의 예시를 살펴보자.



자동차가 A에서 B까지 2㎧의 속도로 2초동안 가고, B에서 C까지 4㎧로 2초를 갔다고 해보자.
그렇다면 우리는 다음과 같은 정보를 얻을 수 있다.
- AB의 길이 : 2 × 2 = 4m
- BC의 길이 : 4 × 2 = 8m
- A→C까지 걸린 시간 : 2초 + 2초 = 4초
- A→C까지 총길이 : 4 + 8 = 12m

따라서, 우리는 자동차가 4초 동안 12m를 갔음을 알 수 있다.
좀 더 멋있는 말로 자동차가 '평균적으로' 1초 동안 3m, 즉 3㎧의 속력으로 달렸음을 알 수 있다.
평균속도(속력)의 의미가 좀 느껴지는가.
결론은 이러하다. 평균속도라 함은 어떠한 운동에서 (그 속도가 변하든 말든) 총변위를 총시간으로 나누어 그 운동구간에서 모든 속도들을 평균낸 값이라는 것이다.

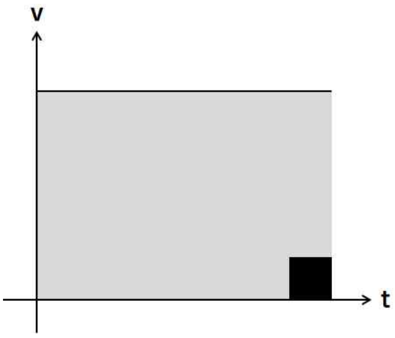
✓ **평균속도 쓰임새와 응용**

위의 예시에서 얻어낸 결과물로 또다른 결론을 하나 더 내보자.
위의 예시에서 얻어낸 '평균속도'의 정의는 $\frac{\text{총 변위}}{\text{총 시간}}$ 이다.

평균속도 = $\frac{\text{총 변위}}{\text{총 시간}}$

∴ 어떤 물체가 운동을 한 총 변위는 평균속도와 총시간을 곱하면 되는 것이다.
(물체가 등속 운동을 하든 말든 알 바가 없다.)

ex) v-t 그래프 이해해보기

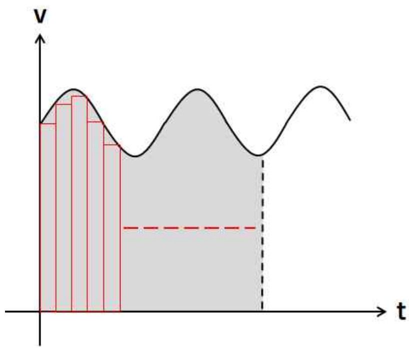


옆의 그래프와 같이
일정한 속도로 달리는 물체부터 생각해보자.
그래프의 밑면적의 넓이는 무엇을 의미하겠는가.

직사각형의 넓이 :	밑변	×	높이	=	넓이
	⋮		⋮		⋮
	시간(t)		속도(v)		변위

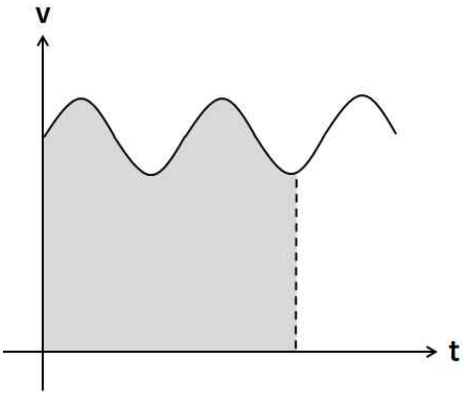
∴ v-t그래프에서 밑넓이는 변위를 의미함을 알 수 있다. ~①

그런데 문득 이런 생각이 스쳐지나갈 수 있다.
만일 일정한 속도가 아니라면??

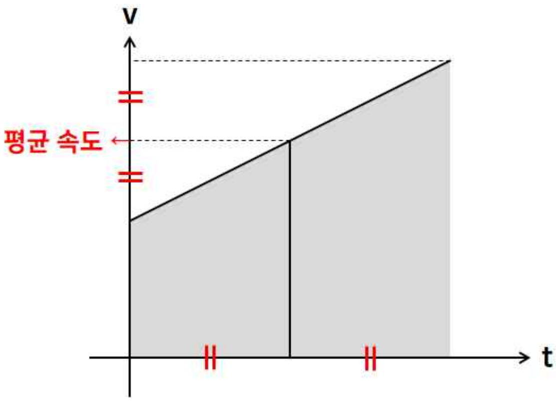


옆의 그림과 같이 꼬불이 모양 그래프라 할지라도
수학에서 적분법에 의하여 매우 얇은 직사각형들의 합으로 나타낼 수 있다.
∴ v-t그래프에서 밑넓이는 어떤 모양이든 알 바 없이 변위를 뜻한다고 할 수 있다. ~②

자, 그럼 본격적으로 평균속도를 이용해보자.



v-t 그래프 등장
자, 이제 대답해보자
v-t 그래프에서 밑면적은 뭐라고?
총변위!
그런데 우리가 아까 총변위=평균속도(속도의 평균값)×총시간임을 배웠다.
옆의 그림에서 밑면적이 변위를 의미함은 알고는 있지만
저 꼬불거리는 그래프의 밑면적은 컴퓨터밖에 계산할 수 없다.
그러나 만약 우리가 평균속도만 알 수 있다면
바로 시간을 곱해서 총 변위를 구할 수 있게 된다.



다른 그래프를 하나 더 살펴보자.
또 v-t그래프인데 이번엔 특수하시게도 일차함수모양이 나오셨다.
이 그래프의 밑면적은 사다리꼴이기 때문에
사다리꼴의 밑면적을 구하는 것으로 총변위를 구해도 된다.
그런데! 다시 한번 강조하지만 이 그래프는 일차함수 그래프이다.
수학시간에 배운 바에 의해서
일차함수 그래프 위 점들의 y좌표의 평균은 중간값과 같다.

★★★ x축 y축 값 모두 중간값

∴ v-t 그래프에서 시간에 따라 속도가 일정하게 변하는 ★일차함수 그래프라면(1) ★등가속도 운동 그래프)

우리는 $\dfrac{\text{처음속도} + \text{나중속도}}{2}$ 로 평균속도를 구할 수 있고
거기에 바로 시간을 곱해주기만 하면 총 변위를 구할 수 있다.
이것이 평균값의 위엄이다.

1) 여기서 잠깐 : 등가속도 운동이란?
다음 페이지에서 배우겠지만 속도가 변하는 운동을 가속도 운동이라고 한다.
등가속도 운동이란 가속도가 일정함, 즉 속도의 변화율이 일정한 운동을 뜻한다.

✓ **평균속도와 변위 최종정리**

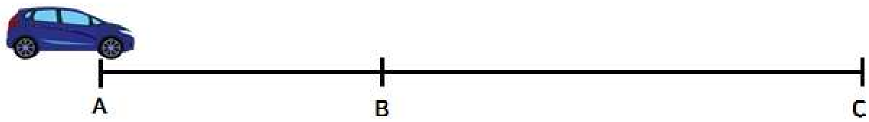
① 평균속도 = $\dfrac{\text{총 변위}}{\text{총 시간}}$ ⟶ 총변위 = 평균속도 × 총시간 $\xrightarrow{\text{기하학적 해석}}$ ③ v-t그래프에서의 밑면적의 넓이

② 평균속도를 구하기 쉬운 특수한 운동, 등가속도 운동(일차함수 그래프 모양)

⇒ $\dfrac{\text{처음속도} + \text{나중속도}}{2}$ = 평균속도 (⇒ 기하학적으로 이해)

최종점검 문제

ex) ①



AB구간에서 3㎧로 3초, BC구간에서 6㎧로 2초 갔다. 평균 속력은?

②

그림과 같이 구 모양의 물체 C가 있다.

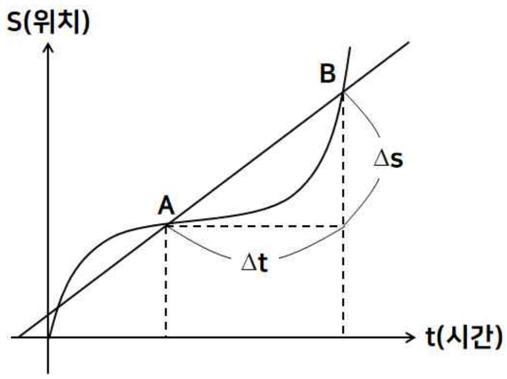
이 물체는 등가속도 운동을 하여(속도가 일정하게 바뀌는 운동) A에서 B까지 도착하였다.

A에서의 속력은 2㎧이고 B에서의 속력은 4㎧일 때, 다음 물음에 답하시오.

1) A에서 B까지 평균속력은?

2) A에서 B까지 시간이 3초 걸렸다면 AB의 길이는 얼마인가?

✓ **평균속도 s-t그래프로 이해해보기**



평균속도의 정의된 개념을 읊어보자.

$\dfrac{\text{총 변위(위치 변화량)}}{\text{총 시간}}$

어라, 근데 s-t그래프에서 y축, x축을 통해

위치와 시간에 관한 정보를 바로 얻을 수 있다.

따라서, $\dfrac{\text{총 변위}}{\text{총 시간}}$ 를 그래프 상에 표현해보면

기하학적으로 그것이 기울기를 의미함을 단번에 알 수 있다!

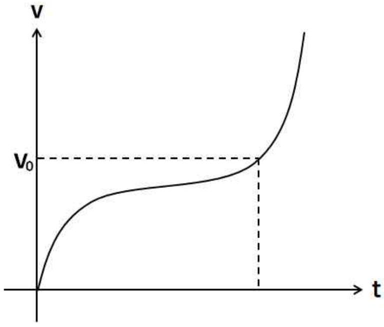
∴ 결론: s-t그래프 위의 두 점을 이은 직선의 기울기 = 평균속도

✓ 순간속도

순간속도 : 말 그대로 '순간'의 속도이다. 방금 배운 평균속도가 어느 시간 '구간'의 평균을 나타낸다면 순간속도는 말 그대로 어느 특점 시점의 속도를 가리킨다.

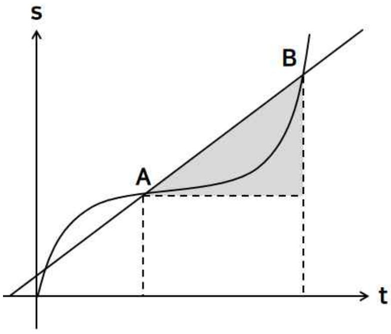
v-t그래프와 s-t그래프로 순간속도를 알아보자.

① v-t



그냥 말 그대로
어느 특정 시간의 y축(속도)을 읽어주면 된다.
어려울 게 없다.

② s-t



미분의 기본개념과 같다.
AB구간의 시간을 점점 좁혀가다 보면
A와 B가 결국 한 점이 되어
A와 B를 잇는 직선의 기울기는 결국
A에서의 접선이 되고 만다.

∴ 결론 : s-t그래프에서 한 점에서의 접선의 기울기 = 그 점에서의 순간속도

tip. s-t그래프에서 두 점의 기울기든 접선의 기울기든 우선 기울기를 물으면

$\frac{\triangle y\text{축 물리량}}{\triangle x\text{축 물리량}}$ 에 따라 $\frac{\triangle \text{위치}}{\triangle \text{시간}}$ 인 속도와 관련이 있다!

✓ 가속도

가속도 : 시간이 지남에 따라 ★★속도가 변하는 정도 = $\boxed{\dfrac{\text{속도변화량}}{\text{단위시간}}}$ = $\boxed{\text{속도 변화율}}$ (단위: ㎨) ★★벡터!!!

제대로 일러두지만 ‘속도’가 변한다.

속도는 뭐를 가진다고? ★★방향성!! 그리고 크기!! (→벡터이다!!)

즉, 속도는 $\begin{cases}\text{방향성}\\ \text{크기}\end{cases}$ 라는 속성을 가지고 있음을 배웠다.

그런데, 가속도는 속도가 변하는 운동이란다.

그러면 여기서 문제, 다음 중 속도가 변하는 운동은? +추가질문: 각각의 가속도를 나타내어보자

① 운동 방향만 바뀌는 운동

⇒

② 속도의 크기만 바뀌는 운동

⇒

③ 속도의 크기 & 운동 방향 모두 바뀌는 운동

⇒

정답은 ①, ②, ③ 모두이다.

즉, 속도라고 함은 그 크기 또는 방향 중 하나만 변하여도 ‘속도가 변했다’라고 표현할 수 있다.

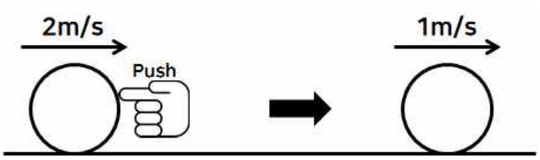
그리고 그것이 바로 ‘가속도 운동’이다.

✓ 가속도와 힘

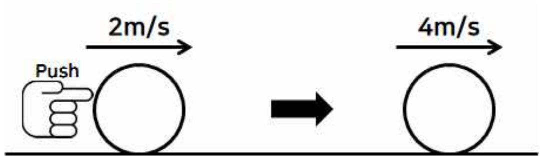
뒤에서 더 자세히 배우겠지만 물리에는 국민 공식이 있다.
그것이 바로 그 유명한 F=ma.
이 식의 의미에 대해선 다음 시간에 알아보도록 하고, 우선 오늘은 ‘F’와 ’a’의 관계성에 주목해보도록 하자.
또한 F와 a는 위 식에서 알 수 있는 비례관계~①를 가진다.

$\therefore \vec{f} \propto \vec{a}$ ⇒ 둘은 크기도, 방향성도 비례관계이다!

또한 F와 a는 서로 ’필요충분‘관계~②이다. 즉, a가 있으면 반드시 F도 있고, F가 있으면 a가 발생한다.
이 둘의 관계를 좀 더 피부에 와 닿게 느껴보자.
ex)



<힘의 방향과 운동방향(속도의 방향)이 서로 반대>
⇒ 속도가 느려짐 (-가속도)



<힘의 방향과 운동방향(속도의 방향)이 서로 나란(일치)>
⇒ 속도가 빨라짐 (+가속도)

✓ 최종정리

가속도는 항상 두 가지 의미로 읽어주자.
- ① 속도가 변한다. $a = \dfrac{v}{t}$
- ② 힘에 비례한다. (힘의 정보는 곧 가속도의 정보이다.)

✓ 여러 가지 가속도 운동

앞서 배운 내용을 잘 기억하며 따라와 보자.

첫째, 어떤 운동이 가속도 운동인지 아닌지 확인하는 법은 간단하다.

① 정의된 개념에 따라 '속도가 변하는지' 살피자. 가장 쉽고 빠르고 직관적인 방법.

② $F \propto a$에 의해 $F=0$인지 아닌지 살피자. 다시 한 번 말하지만 F와 a는 필요충분조건이다.
따라서 $F \neq 0$이면 무조건 $a \neq 0$이다.

둘째, 이번엔 가속도 운동임이 확정되었을 때(단, 가속도≠0) 그 가속도 운동의 양상을 살펴보자

가속도 운동의 양상은 크게 두 가지로 나뉘는데 그 기준은 가속도의 변화 여부이다.

가속도 운동
- 등가속도 운동 : 가속도가 일정한 운동 = 시간에 따른 속도변화가 일정한 운동
  = 물체에 가해지는 ★알짜힘이 일정한 운동
- ~등가속도 운동 : 가속도가 일정하지 않은 운동
  = 시간에 따른 속도 변화가 일정하지 않은 운동
  = 물체에 가해지는 ★알짜힘이 변하는 운동

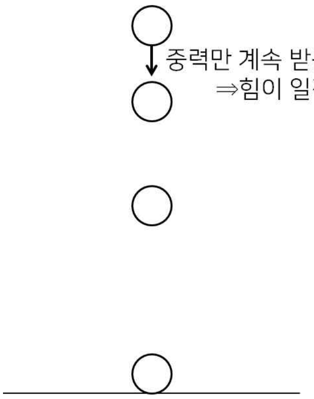
그런데, 속도 변화율을 직관적으로 파악할 수 있는 운동들의 경우 속도 변화율을 기준으로 등가속도 운동을 파악해도 되지만, 그렇지 못한 경우도 상당히 많다. 따라서 앞으로 v-t그래프와 같이 속도 변화율을 직관적으로 알 수 있는 경우가 아니라면 가속도 운동의 양상을 파악할 땐 힘의 양상을 살피자. 다시금 강조하지만 ★힘의 정보는 가속도의 정보를 알려준다.

등가속도 운동 예시
↳ 힘이 일정!!

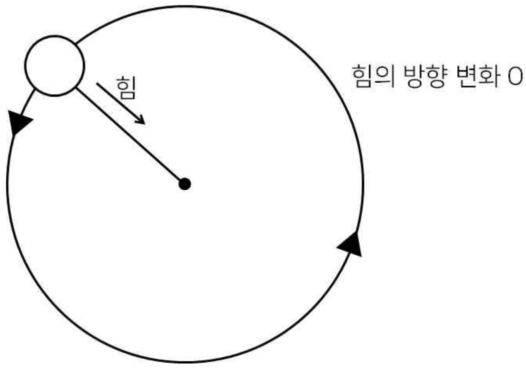
Vs

~등가속도 운동 예시
↳ 힘의 크기 or 방향
or 둘 다 바뀐다!

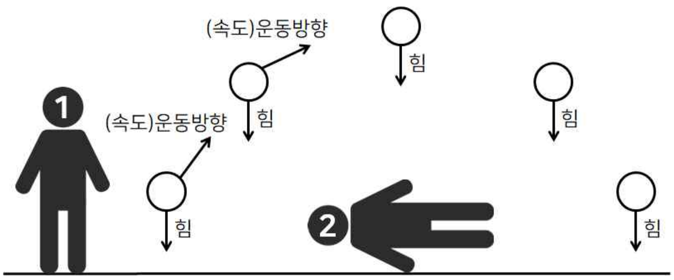
자유낙하 운동



등속(력) 원운동



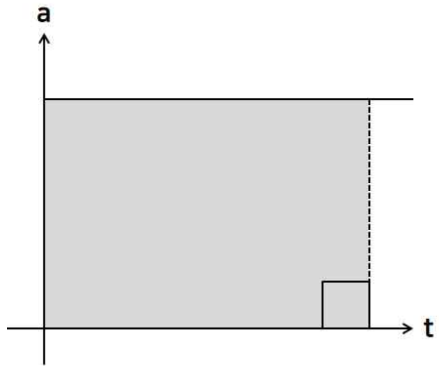
★포물선운동 { 가로방향 운동 / 세로방향 운동 } 찢어라!



❶번 ⇒ 자유낙하 운동
❷번 ⇒ 등속직선 운동

전체적으로 봤을 때
⇒ 등가속도 운동

✓ a-t그래프 (가속도-시간 그래프) & 가속도



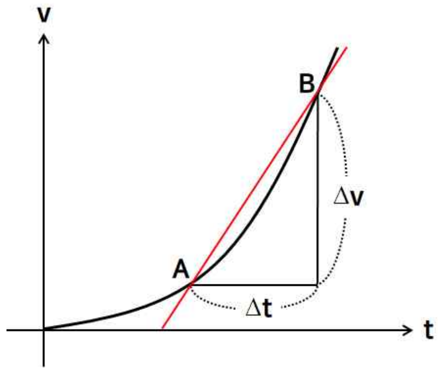
v-t그래프와 양심은 같다.
v-t그래프에서 면적은
v×t로 s(변위)를 뜻하였듯
a-t그래프에서도 밑면적이 의미하는 바는
x축 물리량인 t와 y축 물리량인 a를 곱해주면 된다.
∴ 결론: a-t그래프에서 밑면적: 속도변화량

※ 참고(혹시 몰라서...)
가속도 × 시간 = 속도변화량
① 의미 읽기 :
단위시간 동안 얼마만큼 속도가 변해요?(=가속도)
× 시간
= 해당시간 동안 속도가 변한 양
ex) 1초에 2㎧씩 빨라집니다.(=2㎨)
3초가 지나면 얼마나 빨라질까요?
⇒ 6㎧
② 그냥 수식으로 생각해보기 :

$$가속도(a) = \frac{\triangle v}{t}$$

$$\therefore a \times t = \frac{\triangle v}{t} \times t = \triangle v$$

✓ v-t그래프 & 가속도



구간 A에서 B까지의 운동은 v가 점점 커지는 가속도 운동이다.
잠시 가속도의 정의된 개념을 떠올려보자.

$$\frac{\triangle 속도}{시간}$$

어라, x축엔 시간이 y축엔 속도가 나와있다.
따라서 기하학적 의미를 위 그래프에 표시해보면
위 그림과 같이 두 점을 이은 직선의 기울기가 된다.
∴ 결론: v-t그래프에서 평균가속도=직선의 기울기

순간가속도는 어떻게 구할지 대충 감이 올 것이다.
앞서 순간속도를 s-t그래프에 구할 때와 마찬가지이다.
미분하여 접선의 기울기를 구해주면 된다.
∴ 결론: v-t그래프에서 순간가속도=접선의 기울기

어찌되었든
순간가속도가 되었든 평균가속도가 되었든
v-t그래프에서 ‘기울기’는 ‘가속도’를 의미한다는 것을 기억해야 할 것이다.