

Orientation

Part I. 으쌰으쌰 세상

chapter 1. 3대 분석 도구

chapter 2. 3대 가속 운동

chapter 3. 강체역학

chapter 4. 유체역학

Part II. 앳뜨거 세상

chapter 5. 열현상

chapter 6. 열역학

Part III. 찌릿찌릿 세상

chapter 7. 정전기학

chapter 8. 직류회로

chapter 9. 정자기학

chapter 10. 전자기유도

chapter 11. 교류회로

Part IV. 아눈부셔 세상

chapter 12. 파동역학

chapter 13. 광학

chapter 14. 현대물리

Orientation

§ 1-1. 공부 방법

1. 물리 공부방법

1) 추천 기초 문제집 : ebs 수능특강 물리1,2, 퍼펙트물리

2) 이론교재 : Halliday 일반물리학, Young 대학물리학 등
하이탑 비추, 고등자습서 추천(완자, 누드교과서 등)

3) must have item : 3공 바인더

4) 스터디 : 스터디를 통해서 모르는 것을 물어볼 수도 있고, 긴장감을 유지할 수도 있으며 인맥을 넓힐 수도 있음.

2. 강의태도

1) 필기는 선생님과 동시에!!!

→ 필기하는 곳은 프린트물 여백이나 노트, 연습장 등.

2) 판서뿐만 아니라 입으로 설명하는 것도 적기! 심지어 농담까지. 특히 농담은 복습시 기억을 되살리는 데 도움이 많이 됨

3) 문제푸는 시간을 주면 문제를 다 풀고 가만히 있지 말고, 그 다음 예제를 풀기!

4) 강의 시간에 최대한 집중하기.

강의 시간에 줄거나 딴 생각하면 나중에 복습할 때 감당이 안 됨. 왜냐하면 진도나간 분량도 너무 많고, 책을 읽어도 이해가 안 되는 경우가 많음. 그러므로 강의 시작 전에 휴대폰을 꺼놓고, 강의 도중 졸음이 오면 강의실 뒤에서 서서 듣기!

일반적으로 합격생들의 특징은 강의 시간에 토시하나 안 빠뜨리고 다 들은 후(또는 필기한 후), 복습시 간단하게 내용을 훑어본 후 바로 연습문제를 풀어봄!

3. 복습의 구체적 형태

1) 내용측면

① 총론 : 숲을 보는 과정. 전체 내용을 map으로 표현하는 것이 중요(concept map 그려보기)

② 각론 : 세부내용을 보는 과정. 각론끼리 Link를 시키는 것이 중요.

e.g. 질량은 역학적 관성을 나타내고, 비열은 열역학적 관성을 나타내고, 자체유도계수는 전자기적 관성을 나타낸다.

e.g. 자기장 파트를 배운 후 전기장 파트와 비교해보기.
또는 에너지 파트를 배운 후 뉴턴2법칙 파트와 비교해보기.

③ 이론 복습시 타인에서 설명하듯이 혼자 중얼거려본다. 그리고 복습이 끝나면 머리 속으로 복습한 내용을 되뇌어 보거나 연습장에 써본다.

④ 이론이 잘 이해가 안 되는 경우 : 이론이 이해가 안 되면 안 될수록, 교재를 읽어보는 것보다 해당 예제를 더 풀어보는 것이 낫다. 그리고 선생님한테 질문해 본다.

그래도 안 되면 교재를 3개월에 걸쳐서 3회 정도 반복적으로 읽어본다.(한 번에 이해하겠다는 욕심 버리기! 절대, 한 번에 이해 안 됨!)

2) 방법측면

① **즉시 복습** : 강의 후 쉬는 시간이나 점심 시간에 바로 복습할 것. 늦어도 강의 당일 저녁에 복습할 것.

→ 에빙하우스의 망각곡선 : 학습 후 10분부터 망각이 시작되어서 1시간 만에 무려 50% 망각

② 주간복습 : 누적 복습(지금까지 배운 내용 총복습)

③ 월간복습 : 총정리(A4 용지에, 자기 손으로 직접)

단 이때 자신의 공부방법이 옳은지 반성하고 수정한다.

4. 연습문제 공부방법

1) 어느 정도 시간을 재서 10~20개의 문제를 풀어보고 채점을 한다.

2) 맞은 문제와 틀린 문제 모두 해설을 참고한다.

나의 풀이와 해설지의 풀이가 일치하는지 확인할 것. 만약 다르다면 나의 풀이와 해설지의 풀이가 왜 다른지 확인할 것. 물리는 풀이방법이 다양할 수 있으므로 나의 풀이와 해설지의 풀이 모두 기억해둘 것.

3) 한편 틀린 문제의 해설을 볼 때는 수식 전개 과정에 수식전개의 이유를 간단하게 쓸 것.

예를 들어 충돌 문제인 경우, ‘두 공이 충돌했기 때문에 운동량보존법칙을 쓴다.’라고 해설지에 코멘트 달기.

4) 10분 넘게 해설을 봐도 이해가 안 되면 표시를 해 두고 넘어간다. 왜냐하면 그 해설은 내가 풀 수 있는 문제가 아니라 그냥 ‘모르는 문제’이기 때문이다. 이런 경우는 동료나 선생님한테 질문을 하는 게 시간관리 측면에서 효율적이다.

5) 해설을 다 이해했으면 연습장에 다시 풀면서 과정이 외워졌는지 확인!!!

→ 이전의 공부과정은 ‘리포트 100장짜리를 워드작업한 다음 그냥 컴퓨터를 꺼버린 것’과 비슷했다. 즉 저장과정을 거치지 않았다.

반드시 복습한 내용이 머리에 남아 있는지 확인해야 한다! 만약 연습장에 스스로 써내지 못하면 다시 해설을 본다. 그 후에 다시 새로운 연습장에 다시 또 풀어본다. 풀다가 기억이 안 나면 다시 해설을 보고, 새로운 연습장에 처음부터 또 다시 풀어본다... 이런 식으로 1문제를 완벽하게 머리에 저장한 다음 그 다음 문제의 해설을 본다.

6) 이것들보다 더 중요한 게 있다. 바로 물리 실력은 2회독째 복습할 때 상승한다는 것이다! 복습에 너무 많은 시간을 투자하면 심적으로 지치고, 시간적으로 진도도 밀리므로, 잘 이해가 안 되더라도 빨리 빨리 넘어가는 게 좋다. 독서의 대표적 두 방법인 정독과 다독 중에 후자가 고시공부에 좋은 방법임을 명심하자!!!!

6. 물리 공부 십계명

- 1) 없음
- 2) 없음
- 3) 너무 어려운 문제는 일단 skip하고, 1회독이 끝난 후 2회독 때에 다시 풀어본다.
- 4) 조금 어려운 문제는 그냥 통째로 외운다. 그 후 선생님께 질문한다.
- 5) 오전 7시에 등원해서 물리문제 10개를 풀고 하루일과를 시작한다.
- 6) 점심식사 후, 저녁식사 후 무조건 앞드려 잔다.
- 7) 수업시간엔 100% 집중한다. (카톡을 지운다. 2G로 바꾼다. 머리카락을 짧게 자른다.)
- 8) 쉬는 시간엔 앞시간 내용을 복습하거나 해당 연습문제를 풀어본다. 또는 수업시간에 놓친 부분을 선생님께 질문한다(즉시 복습).
- 9) 강의 중 필기는 필요한 부분만 한다.
- 10) 강의 중 졸음이 오면 뒤에서 서서 듣는다.

7. 총론

1) 물리 5대 영역

- ① 역학 { 질점역학
강체역학
유체역학

② 열역학

- ③ 전자기학 { 전기
자기

- ④ 파동 { 줄, 물, 소리
빛

- ⑤ 현대물리 { 상대론
양자론
핵물리

2) 4대역학

고전역학, 열및통계역학, 전자기학, 양자역학

3) 역학 중 질점역학의 내용

→ 이름에서 추측해보는 질점역학의 내용 : 힘에 대한 이론이다.

→ 누가 : 힘이 어떻게 작용하는지에 대한 이론이다.

→ 누구에게 : 힘이 질점에 어떻게 작용하는지, 그리고 그 후에 어떻게 되는지에 대한 이론이다.

→ 어떻게 : 힘을 받은 질점은 움직인다(v). 그리고 질점이 이동한다(s). 그리고 시간이 걸린다(t). 즉 질점역학은 s, v, t 에 대해서 공부하는 파트이다.

→ 힘을 주면 속력이 빨라진다(변한다). 이것을 가속도(a)라고 한다. 그래서 질점역학에서는 가속도에 대해서 공부한다.

→ 한편 $a = \frac{F}{m}$ (뉴턴2법칙)에 의해 가속도를 발생시키는 원인이 힘(f)이므로 힘에 대해서도 공부한다.

§ 1-2. 단위와 차원

1. 단위

1) SI 단위 : 프랑스 주도의 국제 표준 단위계. 한국은 1989년 국가표준기본법 제정으로 SI 단위 의무 사용 법제화

① 기본단위 : 길이[m], 질량[kg], 시간[s], 전류[A], 온도[K], 몰[mol], 광도[cd] ; 7가지

② 유도단위 : 속도[m/s], 가속도[m/s²], 힘[N][kg·m/s²], ...

2) 접두어 : 거듭제곱의 형태를 쉽게 쓰기 위해 만듦.

지수	12	9	6	3	2	1	-1	-2	-3	-6	-9	-12	-15
접두어	T- (테라)	G- (기가)	M- (메가)	k- (킬로)	h- (헥토)	da- (데카)	d- (데시)	c- (센티)	m- (밀리)	μ- (마이크로)	n- (나노)	p- (피코)	f- (펨토)
예	Tbyte	Gbyte	Mbyte	kg	hPa		dl	cm	mm mg	μm μF	nm	pm	fm

e.g. $1000m = 10^3m = 1km$

2. 차원(dimension)

길이 - 단위 : [m], 차원 : [L]

질량 - 단위 : [kg], 차원 : [M]

시간 - 단위 : [s], 차원 : [T]

전류 - 단위 : [A], 차원 : [I]

속도 - 단위 : [m/s], 차원 : [LT⁻¹]

Quiz1. 힘의 차원은?

sol) $F=ma$ [kg·m/s²]을 이용하면 힘의 차원은 [MLT⁻²]

Quiz2. 토크의 차원은?

sol) $\tau=rF$ 에서 [mN][kgm²/s²]

∴ [ML²T⁻²]

Quiz3. 각운동량의 차원은?

sol) $L=rp$ 에서 [mkgm/s]=[kgm²/s]

∴ [ML²T⁻¹]

Quiz4. 자기선속의 차원은?

sol) $\Phi=BA$ 와 $F=BIL$ 을 이용하면

$$[\frac{N}{Am} m^2] = [\frac{kgm}{s^2} \frac{1}{Am} m^2] = [\frac{kgm^2}{s^2A}]$$

∴ [ML²T⁻²I⁻¹]

Quiz5. 플랑크 상수의 차원은?

sol) $E=hf$ 에서 [Js]=[Nms]=[kg $\frac{m}{s^2}$ ms]=[$\frac{kgm^2}{s}$]

∴ [ML²T⁻¹] → 각운동량과 동일 차원(∵ $L=n\frac{h}{2\pi}$)

Quiz6. 진공의 유전율의 차원은?

$$\text{sol) } F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qq}{r^2} \text{ 에서 } [\frac{C^2}{Nm^2}] = [\frac{A^2s^2}{(kgm/s^2)m^2}] = [\frac{A^2s^4}{kgm^3}]$$

∴ [M⁻¹L⁻³T⁴I²]

Quiz7. 힘의 CGS 단위인 dyne 과 에너지의 CGS 단위인 erg 의 단위 변환?

sol)

1) $F=ma$ 를 이용하면

$$1[\text{dyne}][g\cdot\text{cm}/s^2][10^{-3}\text{kg } 10^{-2}\text{m}/s^2][10^{-5}\text{kgm}/s^2][10^{-5}\text{N}]$$

2) $W=Fs$ 를 이용하면

$$1[\text{erg}][\text{dyne cm}][10^{-5}\text{N } 10^{-2}\text{m}][10^{-7}\text{Nm}][10^{-7}\text{J}]$$

§ 1-3. 오차의 전파

1. 측정값, 참값, 근사값

1) 측정값 : 어떤 양을 측정하여 얻은 값

2) 참값 : 측정값의 실제값

e.g. 우리반 학생 수 42명은 참값에 해당한다.

e.g.2 참값이 15.37cm인 연필의 길이를 30cm 자로 측정했더니, 연필의 끝이 15.3cm와 15.4cm 중에서 15.4cm에 가까웠다. 이 경우 15.4cm가 측정값이 된다.

3) 근사값 : 참값은 아니지만 참값에 가까운 측정값

e.g. 위의 예에서 근사값 : 연필의 길이 15.4cm

2. 오차, 편차

1) 오차 : 근사값에서 참값을 뺀 것

ex. 참값 $\frac{1}{3}$ 의 근사값을 0.3로 택했을 때 오차는?

정답 : $0.3 - \frac{1}{3} = -\frac{1}{30}$ 즉 오차 : $\frac{1}{30}$

2) 편차 : 측정값과 평균값의 차

3. 참값의 범위

연필의 길이 같이, 측정값에 대해서 참값을 모르는 경우가 대부분이다.

참값을 모르면 근사값에 대한 오차를 구할 수는 없지만, 근사값으로부터 참값이 있는 범위를 구할 수 있다.

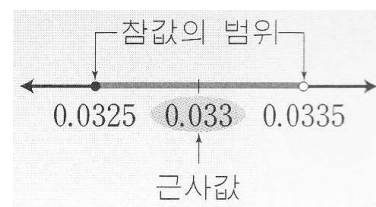
예를 들어 반올림하여 얻은 근사값이 3.6 이라면 참값의 범위는 $3.55 \leq a < 3.65$ 이다.

참고로 통계나 물리에서는 (참값) = 3.6 ± 0.05 라고 쓴다.

4. 오차의 한계(선거 관련 뉴스에서 맨날 오차 범위라고 부르던 그 말임) : 오차의 절대값이 어떤 값 이하일 때, 그 값을 근사값에 대한 ‘오차의 한계’라고 한다.

ex1. 지구 대기 중에서 이산화탄소가 차지하고 있는 부피의 비율은 0.033%라고 한다. 근사값 0.033%의 오차의 한계를 구하여라. 여기서 0.033은 반올림하여 얻은 값이다.

정답 :



$0.0325 \leq (\text{참값}) < 0.0335$ 또는 $(\text{참값}) = 0.033\% \pm 0.0005\%$ 이므로 (오차의 절대값) $\leq 0.0005\%$ 이다. 그래서 오차의 한계는 0.0005%이다.

ex2. 축구장의 관중이 28300명인 경우, 십의 자리에서 근사한 숫자라면 오차의 한계는 ()이다. 일의 자리에서 근사한 숫자라면 오차의 한계는 ()이다.

정답 : 50, 5

ex3. 최소 눈금이 10 g 인 저울에서 어떤 물체의 무게가 410 g인 경우

정답 : 참값 a의 범위 : $405g \leq a < 415g$ or $a = 410g \pm 5g$
오차의 절대값 $\leq 5g$
오차의 한계 : 5 g

⇒ 반올림한 측정값의 경우 오차의 절대값은 최소 눈금의 반을 넘지 못한다. 따라서 오차의 한계는 ‘최소 눈금의 $\frac{1}{2}$ ’이다.

ex4. 측정값이 2.4 m 이고 측정도구의 최소 눈금이 0.1 m 인 경우 참값의 범위와 오차의 한계는?

정답 : 참값의 범위 : $2.35 \leq a < 2.45$ or $a = 2.4m \pm 0.05m$
오차의 절대값 $\leq 0.05m$
오차의 한계 : 0.05m

ex5. 어느 공장에서 생산되는 제품의 크기는 오차의 한계가 0.001 mm 이어야 품질합격 판정을 받는다. 이 공장에서 측정하는 자의 최소 눈금 단위는 얼마이어야 하는가?

정답 : 오차의 한계는 최소 눈금의 $\frac{1}{2}$ 이므로 자의 최소 눈금 단위는 0.002 mm 이다.

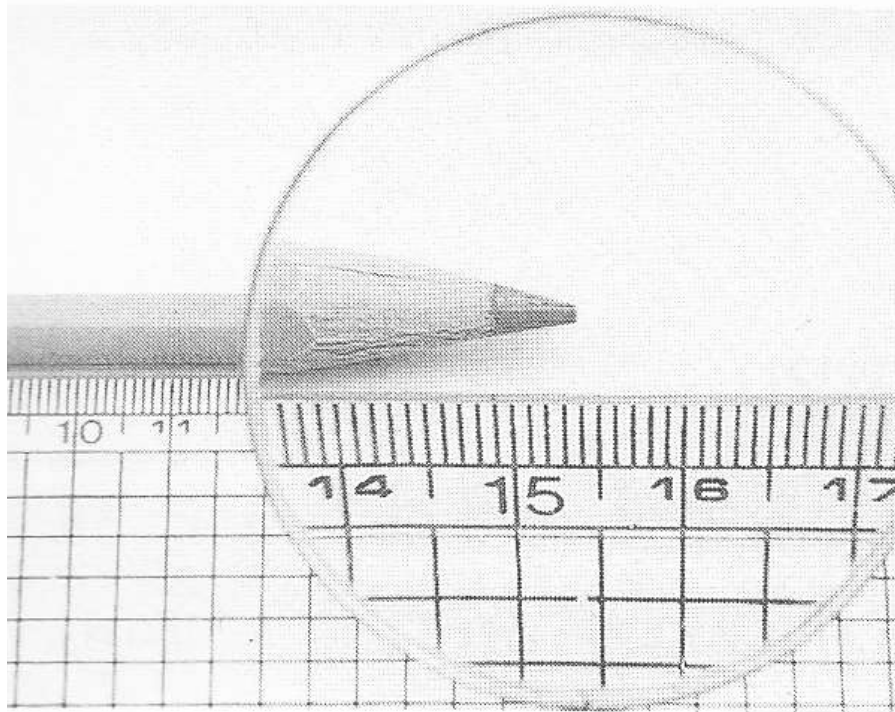
5. 물리 실험에서 측정값을 읽는 방법

수학이나 통계에서 측정값은 최소눈금값으로 하고, 대신 오차의 한계를 최소눈금의 0.5 또는 $\frac{1}{2}$ 로 하고 있다.

그러나 물리실험에서는 측정값을 ‘최소눈금의 $\frac{1}{10}$ ’까지 눈대중으로 읽는 것으로 약속한다. 그리고 오차의 한계는 그것의 세 배, 즉 ‘최소 눈금의 $\frac{1}{10}$ 의 세 배’로 한다.

예를 들어 중학생들이 흔히 들고 다니는 15cm 자의 최소눈금은 0.1cm인데, 측정값을 정할 때에는 15.18cm, 뭐 이런 식으로 최대한 정확하게 읽어주고, 답안지에 측정값을 쓸 때에는 $15.18\text{cm} \pm 0.03\text{cm}$ 라고 쓴다. 만약 수학 시험이라면 $15.2\text{cm} \pm 0.05\text{cm}$ 라고 쓰면 된다.

ex. 다음 그림에서 연필의 길이를 측정한 결과를 적어보시오.



정답 : $15.37\text{cm} \pm 0.03\text{cm}$

6. 유효숫자 : 반올림하여 얻은 근사값에서 반올림하지 않은 부분의 숫자나 측정하여 얻은 믿을 수 있는 숫자.

ex1. 일의 자리에서 반올림한 근사값이 28300인 경우 참값의 범위는? 유효숫자? 유효숫자의 개수는?

정답 : $28295 \leq a < 28305$, 2, 8, 3, 0, 4개

ex2. 십의 자리에서 반올림한 근사값이 28300인 경우 참값의 범위는? 유효숫자?

정답 : $28250 \leq a < 28350$, 2, 8, 3

7. 유효숫자를 사용한 근사값의 표현 : 근사값의 유효숫자 부분을 정수 부분이 한 자리인 수와 ‘10의 거듭제곱’을 곱한 형태로 표현

ex1. 근사값 500에서 유효숫자가 2개인 경우 : 5.0×10^2

ex2. 근사값 500에서 유효숫자가 3개인 경우 : 5.00×10^2

ex3. $R_E = 1.276 \times 10^4 \text{km} = 12760 \text{km}$ 에서 참값의 범위와 오차의 한계는?

정답 : 참값의 범위 : $12755\text{km} \leq a < 12765\text{km}$
오차의 한계 : 5 km

ex4. 분동의 질량이 0.05200 kg이다. 유효 숫자의 개수는?

정답 : 4개(5,2,0,0)

8. 근사값의 계산

① 덧셈 : 오차의 한계가 큰 수의 끝자리를 맞추어 계산, 즉 소수점 자리가 작은 수를 기준으로 반올림

$$\begin{array}{r} 123.68 \\ + 8.9 \\ \hline = 132.58 \rightarrow 132.6 \end{array}$$

② 곱셈 : 유효숫자의 최저 개수를 기준으로 반올림

$$\underbrace{3.1415}_{5\text{개}} \times \underbrace{2.34}_{3\text{개}} \times \underbrace{0.058}_{2\text{개}} = 0.42636... \rightarrow \underbrace{0.43}_{2\text{개}}$$

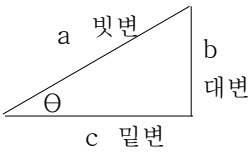
Part I. 으쌔으쌔 세상

chapter 1. 3대 분석 도구

§ 1. 물리에 필요한 수학

1. 삼각함수

1) sine, cosine, tangent 의 정의



$\sin\theta \equiv \frac{b}{c}, \cos\theta \equiv \frac{a}{c}, \tan\theta \equiv \frac{b}{a}$

2) 주요각에 대한 삼각함수의 값

	$\sin\theta$	$\cos\theta$	$\tan\theta$
0°	0	1	0
30°	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$
45°	$\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$	1
60°	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$
90°	1	0	∞

2. 비례와 1차함수

지금부터 물리 공식이 어떻게 만들어지는지, 그리고 이것이 수학적으로 몇 차 함수에 대응하는지, 그리고 그래프에서 어떤 의미를 가지는지 알아보자.

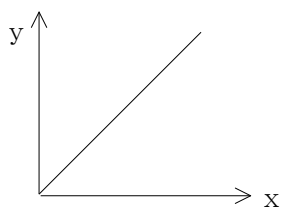
1) 1차함수

사람은 나이가 들수록 이해심이 많아진다. 공부하는 시간이 많을수록 성적은 올라간다. 이처럼 x 가 증가하면 y 도 증가하는 관계를 ‘비례 관계’라고 부르고, $y \propto x$ 로 표현한다.

비례 관계를 표로 나타내면 다음과 같다.

x	0	1	2	3
y	0	3	6	9

이를 그래프로 나타내면 다음과 같다.



이를 함수로 나타내기도 하는데 $y = ax$ 로 쓰고, 1차 함수라고 부른다. 여기서 a 는 그래프에서 ‘기울기’를 나타낸다.

수학적으로 기울기의 정의는 $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ 또는 $\frac{y_f - y_i}{x_f - x_i}$ 이다. 물리학에서는 a 를 비례상수라고 부른다.

2) 물리적인 예

예를 들어 보겠다. 냄비에 물을 담아서 가스렌지로 가열하면 냄비가 받은 열은 물의 질량(mass)에 비례하고, 물의 온도(temperature)변화에 비례한다.

$$Q \propto m$$

$$Q \propto \Delta t, \text{ 단 } \Delta x \equiv x_f - x_i$$

이를 1차 함수로 표현하면 비례상수 ‘ c ’를 이용하여 다음처럼 표현할 수 있다.

$$Q = cm\Delta t$$

또 다른 예를 들어보겠다. 저항에 흐르는 전류(current)는 전압(voltage)에 비례한다.

$$I \propto V$$

이를 1차 함수로 표현하면 비례상수를 ‘ $\frac{1}{R}$ ’로 정하여 다음처럼 표현할 수 있다.

$$I = \frac{1}{R} V$$

이것이 바로 옴의 법칙($V = IR$)이다.

앞으로 물리 공부를 하면서 이런 식으로 모든 공식을 유도하겠다. 이 원리만 알면 모든 공식을 쉽게 이해할 수 있게 된다.

Quiz. 자기장(B) 속에 놓인 도선은 자기력을 받는다. 이 자기력은 도선의 전류(I)와 도선의 길이(L)에 비례한다. 그리고 자기장에도 비례한다. 비례상수는 1이라면, 자기력 공식은 무엇인가?

3. 미분과 적분

1) 물리량에는 7가지의 기본 물리량이 있다. 길이, 질량, 시각, 온도, 전류, 물, 광도 등이다.

2) 기본 물리량을 합쳐서 만든 물리량은 수 십 가지이다. 이 때 두, 세 물리량을 곱하거나 나누는 방식으로 정의를 내린다.

3) 두, 세 물리량을 나누어서 물리량을 정의한 경우를 알아보자.

예를 들어 속력 공식은 $v \equiv \frac{s}{t}$ 이다.

이것을 읽을 때는 ‘단위 시간당, 이동거리’라고 말한다.

이것의 의미는 ‘1s 동안 물체가 이동한 거리’이다.

항상 분모가 기준이 되는 물리량이고 분자는 관찰하는 물리량이라는 것을 기억하라.

전류 공식은 $I \equiv \frac{q}{t}$ 이다.

이것은 ‘단위 시간당, 전하량(전기량)’이라고 읽는다.

그리고 ‘1s 동안 흘러간 전하량’이라고 해석한다.

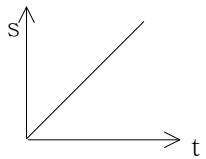
4) 일반적으로 그래프 문제를 풀 때는 네 가지를 해석한다.

x절편, y절편, 기울기, 면적

나누기로 정의된 물리량은 그래프에서 기울기에 해당한다!!!

한편 그래프의 기울기는 수학적으로 미분으로 표현한다.

그러므로 속력 공식은 $v \equiv \frac{s}{t}$ 이 아니라 $v \equiv \frac{ds}{dt}$ 로 정의하는 것이 일반적이다. 그리고 이것을 그래프로 그릴 때는 반드시 분자는 y축, 분모는 x축에 표현해야 한다!!!



그래서 고급물리 수준에서는 속력의 정의를 외울 때 $v \equiv \frac{s}{t}$ 가 아니라, ‘s-t 그래프의 기울기’라고 외운다. 다만

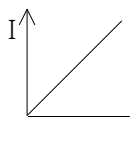
1차함수일 때는 $v \equiv \frac{\Delta s}{\Delta t}$ 로 표현해도 된다!

5) 그런데 여기서 주의할 점이 있다.

압력의 정의 $P \equiv \frac{F}{S}$ 은 ‘변화량’이 아닌 ‘단순 나누기’로 정의내린다.

이것의 의미는 ‘1m²의 면적에 작용하는 힘’이고, 읽을 때는 ‘단위 면적당 작용하는 힘’이라고 말한다. 그럼에도 불구하고, 압력은 1차 함수 그래프와 전혀 상관이 없다.

옴의 법칙 $\frac{1}{R} = \frac{I}{V}$ 도 단순히 단순히 ‘나누기’로 정의내린

다. 간혹 중고등학교 책에는 에서 기울기의 역수가 저항이라고 서술되어 있는데, 명백히 오개념이다! 물론 중고등학교 내신 수준에서는 크게 상관없다.

6) 두, 세 물리량을 곱해서 물리량을 정의한 경우를 알아보자.

예를 들어 일 공식은 $W \equiv F s$ 이다.

충격량은 $I \equiv F t$ 이다.

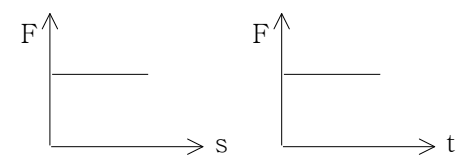
곱하기로 정의된 물리량은 그래프에서 면적과 동일하다.

한편 그래프의 면적은 수학적으로 적분으로 표현한다. 그

러므로 일 공식은 적분 형태로 $W \equiv \int F ds$ 으로 나타내는

것이 일반적이다. 충격량은 $I \equiv \int F dt$ 로 정의내리는 것이

일반적이다. 그리고 이것을 그래프로 그릴 때는 반드시 피적분함수를 y축, 적분변수를 x축에 표현해야 한다!!!



그래서 고급물리 수준에서는 일의 정의를 외울 때 $W \equiv F s$ 가 아니라, ‘F-s 그래프의 면적’이라고 외운다. 다만 상수 함수일 때는 $W = F \Delta s$, $I = F \Delta t$ 처럼 표현해도 된다!

Quiz1. 열역학에서 실린더 내부에 있던 기체가 피스톤에게 한 일의 정의는 $W \equiv \int P dV$ 또는 $W \equiv P \Delta V$ 이다. 여기서 P 는 압력(pressure), V 는 부피(volume)이다. 이 개념을 그래프로 그려서 의미를 부여해보시오.

Quiz2. 전기장(electric field)의 정의는 $E \equiv -\frac{dV}{dx}$ 또는 $E \equiv -\frac{\Delta V}{\Delta x}$ 이다. 여기서 V 는 전위(electric potential), x 는 위치이다. 이 개념을 그래프로 그려서 의미를 부여해보시오.

4. 간단한 적분

간단한 미분과 적분이 시험에 출제된다. 그 중에서 $\frac{1}{x}$ 을 적분하는 것은 빈번히 출제된다. 적분과정은 다음과 같다.

$$\int_2^3 \frac{1}{x} dx = [\ln x]_2^3 = \ln 3 - \ln 2 = \ln \frac{3}{2}$$

두 번째로 많이 나오는 적분은 다음과 같다.

$$\int_2^3 \frac{1}{x^2} dx = \left[-\frac{1}{x}\right]_2^3 = \left(-\frac{1}{3}\right) - \left(-\frac{1}{2}\right) = \frac{1}{6}$$

꼭 알아두자.

5. 벡터

1) 스칼라 물리량과 벡터 물리량

① 스칼라 물리량 : 크기만 갖는 물리량

e.g. 거리, 시간, 질량, 온도 등

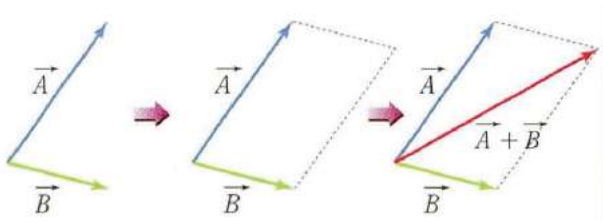
② 벡터 물리량 : 크기와 방향을 동시에 갖는 물리량

e.g. 변위, 속도, 가속도, 힘 등

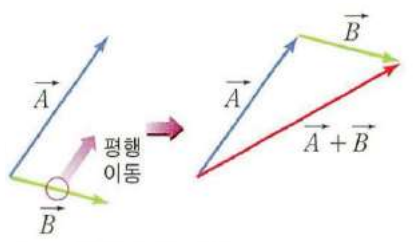
2) 벡터의 합성

두 스칼라끼리 더하거나 뺄 때는 단순히 대수적으로 더해 주면 된다. 그러나 두 벡터를 더하거나 뺄 때는 그렇게 계산하면 안 된다.

① 두 벡터의 합 - 평행사변형법

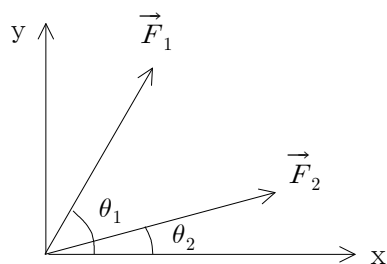


② 두 벡터의 합 - 삼각형법



※ 벡터는 평행이동이 가능하다. or 벡터는 시점을 따지지 않는다.

③ 성분별 합산법

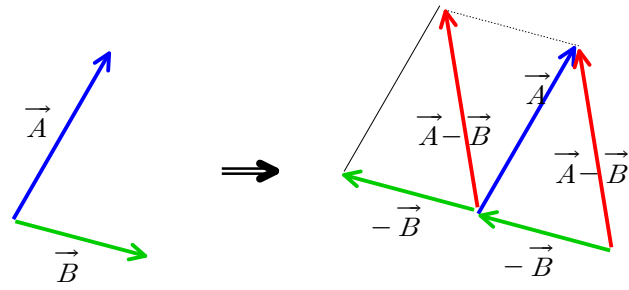


합벡터의 x성분 : $F_1 \cos \theta_1 + F_2 \cos \theta_2$

합벡터의 y성분 : $F_1 \sin \theta_1 + F_2 \sin \theta_2$

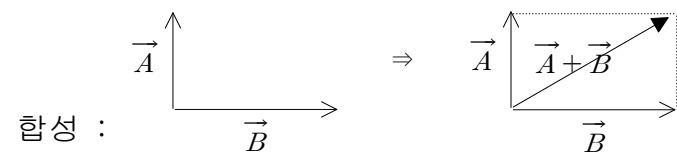
④ 두 벡터의 차

$$\vec{A} - \vec{B} = \vec{A} + (-\vec{B})$$

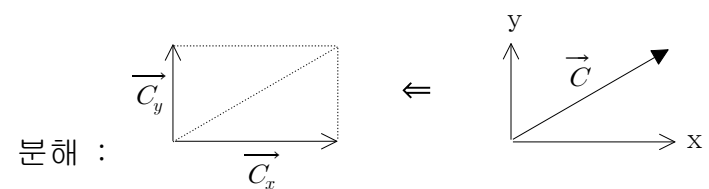


3) 벡터의 분해

① 의미 : '벡터의 합성'의 역과정이다.



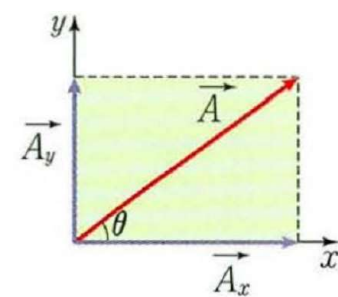
합성 :



분해 :

② 수학적 관계 :

다음 그림처럼 하나의 벡터를 두 개의 벡터로 분해할 수 있다.



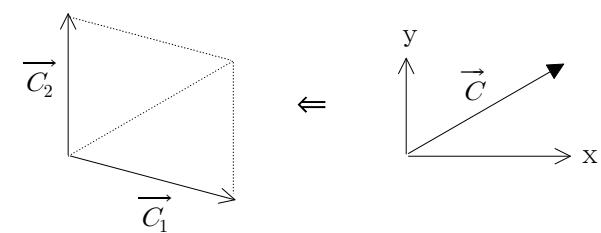
이 때 A_x 를 A 의 x 성분, A_y 를 A 의 y 성분이라고 부른다. 크기는 다음과 같다.

$$A_x = A \cos \theta$$

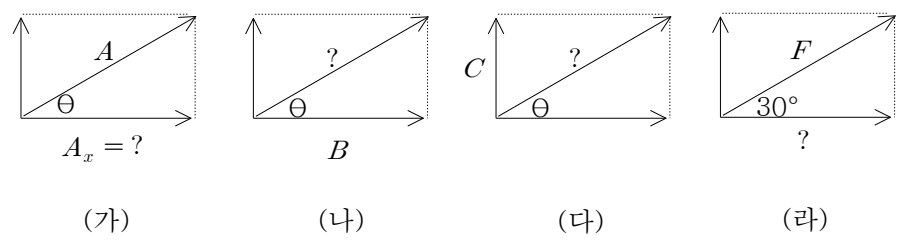
$$A_y = A \sin \theta$$

단 반드시 $\vec{A}_x + \vec{A}_y = \vec{A}$ 를 만족해야 한다.

③ 주의 : 성분벡터들이 반드시 x 축이나 y 축일 필요는 없다. $\vec{A}_x + \vec{A}_y = \vec{A}$ 만 만족하면 되기 때문에, 원칙적으로는 다음처럼 벡터분해해도 틀린 것은 아니다.

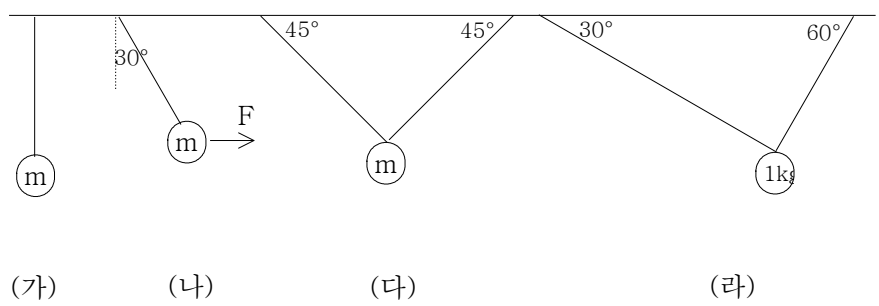


Quiz1. 다음 그림은 벡터를 분해한 것이다. 물음표의 내용이 각각 무엇인지 쓰시오.



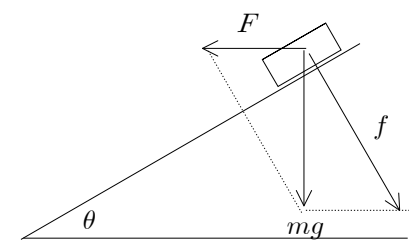
정답 : $A \cos \theta$, $\frac{B}{\cos \theta}$, $\frac{C}{\sin \theta}$, $\frac{\sqrt{3}}{2} F$

Quiz2. 다음 그림에서 실의 장력을 각각 구해보시오.



정답 : $T_{가} = mg$, $T_{나} = \frac{mg}{\cos 30^\circ}$, $T_{다} = \frac{mg}{\sqrt{2}}$, $T_{라} = 5, 5\sqrt{3}$

Quiz3. 기울기가 θ 인 빗면에 질량이 m 인 물체가 놓여 있다. 물체가 받는 중력을 수평방향 분력 F 와 빗면에 수직한 분력 f 로 분해하려고 한다.



각 분력의 크기로 적당한 것은?

- ① $F = m g \sin \theta$, $f = m g \tan \theta$
- ② $F = m g \cos \theta$, $f = m g \tan \theta$
- ③ $F = m g \cos \theta$, $f = m g \sin \theta$
- ④ $F = m g \sin \theta$, $f = \frac{m g}{\sin \theta}$
- ⑤ $F = m g \tan \theta$, $f = \frac{m g}{\cos \theta}$

정답 : ⑤

§ 2. 기본적인 이론

1. 기본 운동 물리량

1) 이동거리와 변위

① 이동거리(distance) : 물체가 이동할 때 누적된 총 거리

예를 들어 동쪽으로 100m를 이동하고 서쪽으로 40m를 이동했다면 총 누적 거리는 140m이다. 이를 이동거리라고 한다. 기호는 s 를 쓴다.

② 변위(displacement) : 처음 위치와 최종 위치만 따진 거리

예를 들어 동쪽으로 100m를 이동하고 서쪽으로 40m를 이동했다면 최종위치는 동쪽으로 60m이다. 이를 변위라고 한다.

→ 변위(displacement)는 ‘시점에서 종점까지의 직선거리’이다.

③ 이동거리와 변위의 차이점

이동거리는 방향성이 없지만 변위는 방향성을 지닌다. 전자를 스칼라(scalar) 물리량, 후자를 벡터(vector) 물리량으로 구분한다. 변위의 기호는 $\vec{s}$ 를 쓴다.

2) 속력과 속도

① 속력(speed) : 속력은 이동거리를 시간으로 나눈 값이다. 이동거리가 스칼라였듯이 속력도 스칼라로 분류한다. 기호는 v 를 쓴다.

② 속도(velocity) : 속도는 변위를 시간으로 나눈 값이다. 변위가 벡터였듯이 속도도 벡터로 분류한다. 기호는 $\vec{v}$ 를 쓴다.

③ 평균속력 : 속력이 일정하지 않을 때 쓰는 개념이다. 총거리를 총시간으로 나눈 값이다. 스칼라이다. 기호는 $\bar{v}$ 를 쓴다.

④ 순간속력 : 속력이 변하는 경우, 매순간 순간의 속력을 ‘순간속력’이라고 한다. 공식은 ‘찰나의 거리(ds)’를 ‘찰나의 시간(dt)’으로 나눈 값이다. 스칼라이다. 기호는 v 를 쓴다.

⑤ 평균속도 : 속도가 일정하지 않을 때 쓰는 개념이다. 총변위를 총시간으로 나눈 값이다. 벡터이다. 기호는 $\vec{v}$ 를 쓴다.

⑥ 순간속도 : 속도가 변하는 경우, 매순간 순간의 속도를 ‘순간속도’라고 한다. 공식은 ‘찰나의 변위($d\vec{s}$)’를 ‘찰나의 시간(dt)’으로 나눈 값이다. 벡터이다. 기호는 $\vec{v}$ 를 쓴다.

⑦ 상대속도(relative velocity) : 운동하는 관찰자가 본 물체의 상대적인 속도.

경찰이 본 도둑의 속도 : $\vec{v}_{\text{경찰, 도둑}} \equiv \vec{v}_{\text{도둑}} - \vec{v}_{\text{경찰}}$

3) 가속도(Acceleration)

① 가속도 : 속도의 변화를 뜻하는 말이다. 속도의 변화량을 시간으로 나눈 값이다. 속도가 벡터였듯이 가속도도 벡터로 분류한다. 기호는 $\vec{a}$ 이다.

cf. 속력과 가속

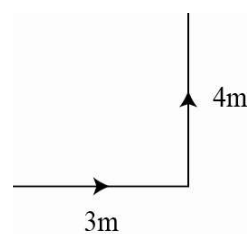
속력이 증가 : 가속

속력이 감소 : 감속

속도가 증가 : 가속

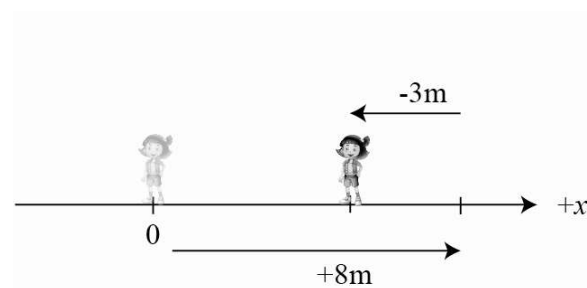
속도가 감소 : 감속

Quiz1. 다음 2차원 운동에서 이동거리와 변위는?



정답 : 7m, 5m(북동쪽)

Quiz2. 영희가 원점에서 +x 방향으로 8m를 이동한 후, 다시 -x 방향으로 3m를 이동하였다. 총 운동시간은 10s이다. 다음 질문에 답하시오.



- 1) 이동거리는?
- 2) 변위는?
- 3) 평균속력은?
- 4) 평균속도는?
- 5) 최종 위치에서 순간속도는?
- 6) 최종 위치에서 실제 운동방향을 나타내는 물리량은?

정답 : 1) 11m 2) +5m 3) 1.1m/s 4) +0.5m/s 5)

방향은 서쪽, 크기는 알 수 없음 6) 속도의 부호

→ 특징 : 이동거리 $\geq$ |변위의 크기| 즉 $s \geq |\vec{s}|$

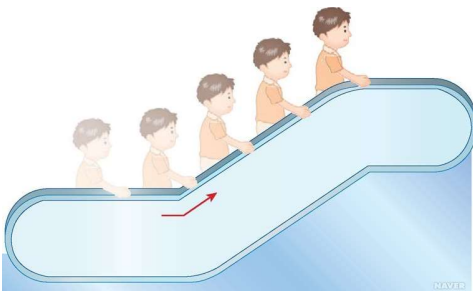
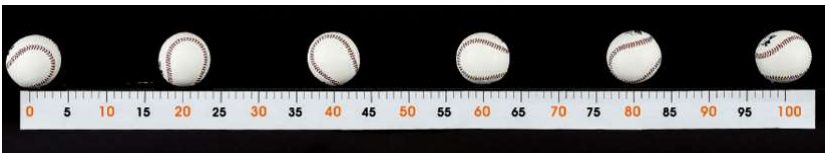
속력 $\geq$ |속도의 크기| 즉 $v \geq |\vec{v}|$

2. 간단한 운동

1) 등속도 운동

- ① 등속도 운동 : 같은 속도로 움직이는 운동
- ② 등속도 공식 : 거리(*Shift*) = 속력(*Velocity*) × 시간(*Time*)

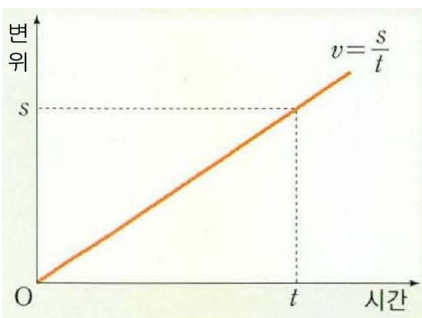
③ 다중섬광사진(multiflash photograph) 촬영 결과 :



→ 특징 : 다중섬광사진에서 '간격'은 '구간의 평균 속도'를 나타낸다.

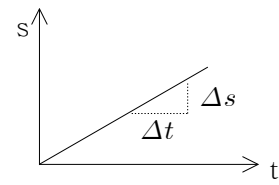
④ s-t 그래프

시각	0s	1s	2s	3s
위치	0m	2m	4m	6m



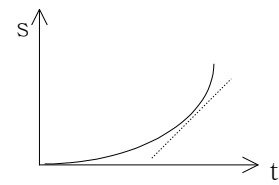
→ 특징 : s-t 그래프에서 직선의 기울기가 속도다.

⑤ 4가지 종류의 s-t 그래프



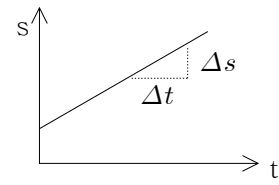
$$\text{기울기} \equiv \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \bar{v}$$

$$\text{면적} = \frac{1}{2}(\Delta s)(\Delta t) : \text{정의내리지 않음}$$



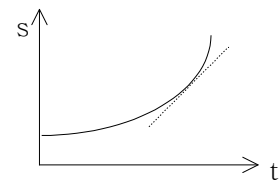
$$\text{접선의 기울기} \equiv \frac{dy}{dx} = \frac{ds}{dt} = v_{\text{순간}}$$

면적 : 정의내리지 않음



$$\text{기울기} \equiv \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \bar{v}$$

$$\text{면적} = \frac{1}{2}(\Delta s)(\Delta t) : \text{정의내리지 않음}$$



$$\text{접선의 기울기} \equiv \frac{dy}{dx} = \frac{ds}{dt} = v_{\text{순간}}$$

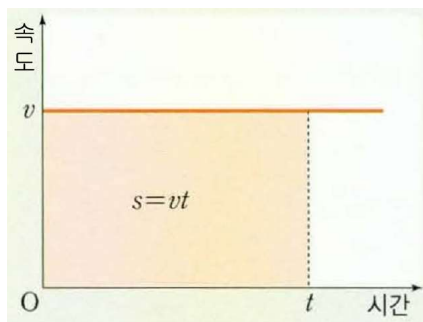
면적 : 정의내리지 않음

단 첫 번째 경우, '원점을 지나는 1차 함수'인 경우,

$$\text{기울기} \equiv \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y}{x} = \frac{s}{t}, \text{로 표현 가능하다!!!}$$

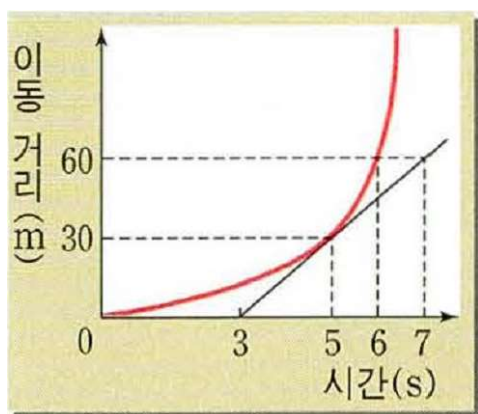
⑥ v-t 그래프

시각	0s	1s	2s	3s
속도	2m/s	2m/s	2m/s	2m/s



→ 특징 : v-t 그래프의 면적이 변위다.

ex. 아래 그래프는 이동거리 - 시간 그래프이다.



1) 0~ 6 초 동안 물체의 평균 속력은 몇 m/s 인가?

casel. 값 제시 : $\bar{v} = \frac{\text{총거리}}{\text{총시간}}$

casell. s-t 그래프 제시 : $\bar{v} = \text{두지점을연결한 직선의 기울기}$

2) 5초일 때 물체의 순간 속력은 몇 m/s 인가?

casel. 거리 함수 제시 : 미분

casell. s-t 그래프 제시 : $v = \text{접선의 기울기}$

정답 :

1) 평균 속력 = 이동거리 / 걸린 시간 = $60\text{m} / 6\text{s} = 10\text{m/s}$

2) 순간 속력은 접선의 기울기와 같다.

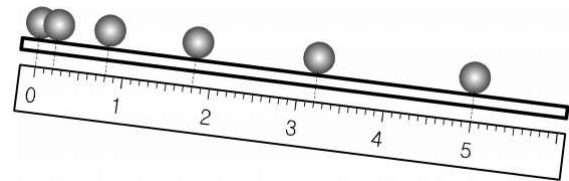
$$v = \frac{(60-0)\text{m}}{(7-3)\text{s}} = 15\text{m/s}$$

2) 등가속도 운동

① 등가속도 운동 : 가속도가 일정한 운동이다. 또는 속도가 일정하게 증가하거나, 일정하게 감소하는 운동이기도 하다.

② 등가속도 공식 : 뒤에서 자세히 다룬다.

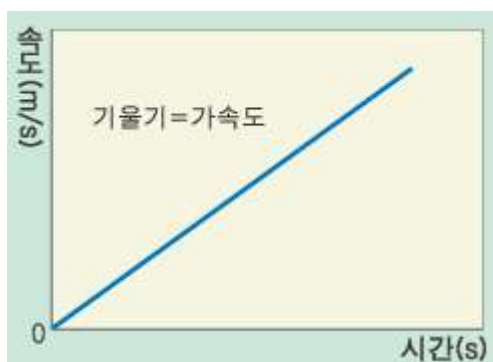
③ 다중점광사진 촬영 결과 :



→ 특징 : ‘간격’이 점점 벌어지므로, 공의 속력이 점점 빨라지고 있다고 추론할 수 있다.

④ v-t 그래프

시각	0s	1s	2s	3s
속도	0m/s	2m/s	4m/s	6m/s

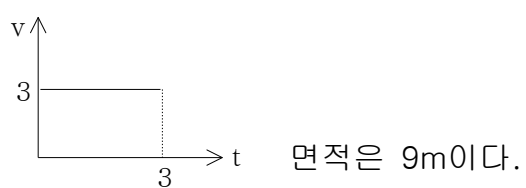


→ 특징 : v-t 그래프에서 직선의 기울기가 가속도다.

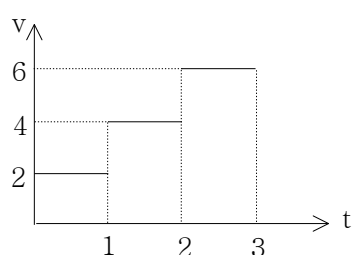
단 면적은 $s = \frac{1}{2}at^2$ 으로 표현가능하다!!!

Quiz1. 위의 v-t 그래프를 평균 속도 그래프로 바꿔보시오. 그리고 면적을 구하시오.

정답 :

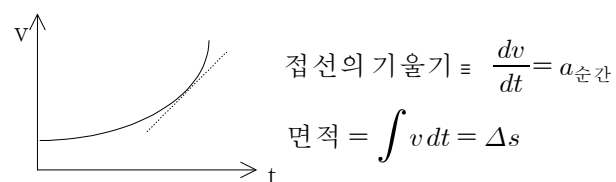
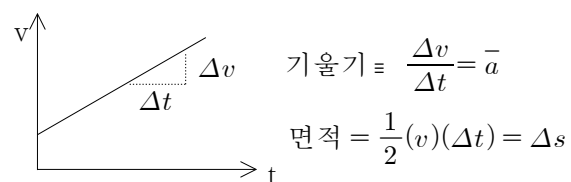
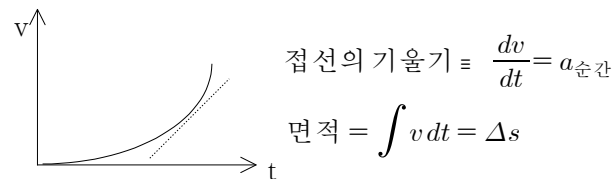
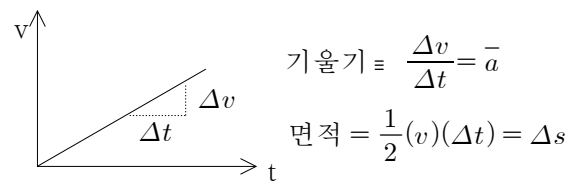


Quiz2. 다음은 등가속도 운동하는 경주용 자동차의 구간별 평균 속력을 나타낸 것이다. 이 자동차의 가속도는 얼마인가?



정답 : $2m/s^2$

* 4가지 종류의 v-t 그래프



⑤ a-t 그래프

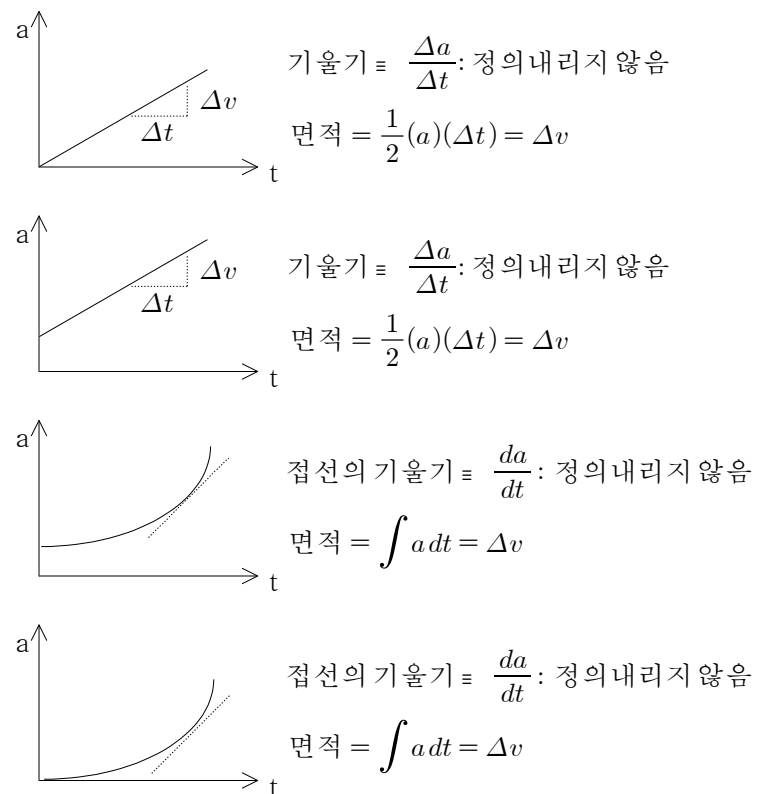
시간	0s	1s	2s	3s
가속도	2m/s^2	2m/s^2	2m/s^2	2m/s^2



→ 특징 : a-t 그래프의 면적이 속도(의 변화량)이다.

⑥ 주의 : 속도가 증가할 때도 ‘가속운동’이라고 부르고, 속도가 감소할 때도 ‘가속운동’이라고 부른다.

* 4가지 종류의 a-t 그래프



⑦ 속도와 가속도의 관계

- caseI. 동쪽으로 점점 빨라짐 : $\vec{v} > 0, \vec{a} > 0$
caseII. 동쪽으로 점점 느려짐 : $\vec{v} > 0, \vec{a} < 0$
caseIII. 서쪽으로 점점 빨라짐 : $\vec{v} < 0, \vec{a} < 0$
caseIV. 서쪽으로 점점 느려짐 : $\vec{v} < 0, \vec{a} > 0$

★ 정리

1. 기본 물리량

s	$\vec{s}$
v	$\vec{v}$
	$\vec{a}$

2. 운동의 기본 분류

casel. 등속도 운동 → 거속시 공식

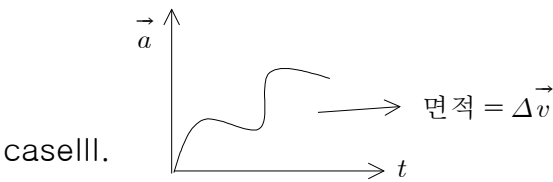
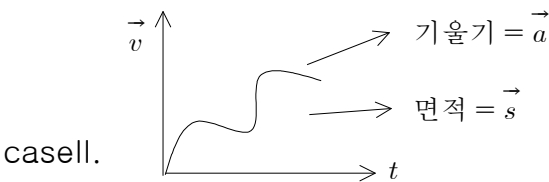
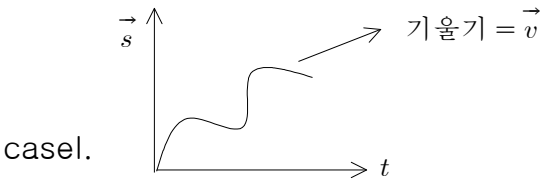
casell. 등가속 운동(가속, 감속) → 등가속도 공식

3. 운동의 분석

casel. 다중섬광사진 & 타점기록계

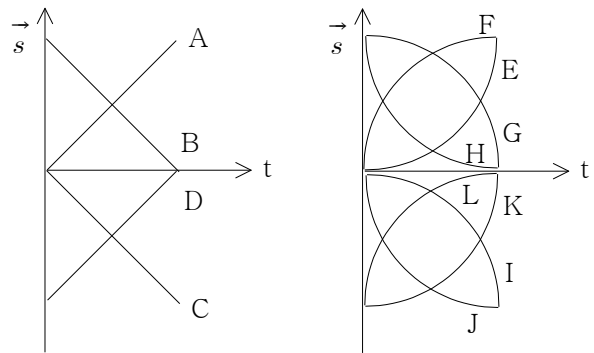
casell. s-t, v-t, a-t 그래프

4. 그래프 해석



☞ s-t, v-t, a-t 그래프 해석 유형

Quiz1. 다음은 1차원 운동하는 어떤 자동차의 s-t 그래프를 나타낸 것이다. 운동을 분석하시오.

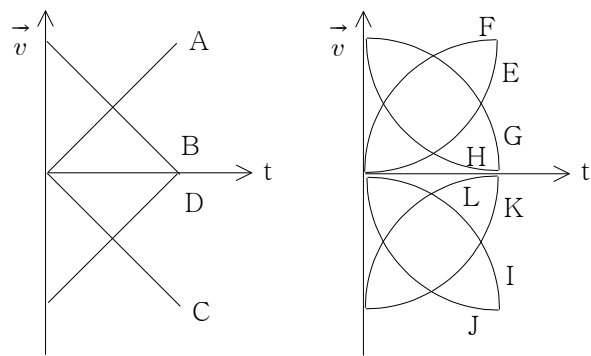


	위치	운동방향 =속도부호	속도크기변화
A			
B			
C			
D			
E			
F			
G			
H			
I			
J			
K			
L			

정답 :

	위치	운동방향 =속도부호	속도크기변화
A	오른(+)	오른(+)	일정
B	오른(+)	왼(-)	일정
C	왼(-)	왼(-)	일정
D	왼(-)	오른(+)	일정
E	오른(+)	오른(+)	증가
F	오른(+)	오른(+)	감소
G	오른(+)	왼(-)	증가
H	오른(+)	왼(-)	감소
I	왼(-)	왼(-)	증가
J	왼(-)	왼(-)	감소
K	왼(-)	오른(+)	증가
L	왼(-)	오른(+)	감소

Quiz2. 다음은 1차원 운동하는 어떤 자동차의 $v-t$ 그래프를 나타낸 것이다. 운동을 분석하시오.



	운동방향 =속도부호	속도크기변 화	가속도의 방향	힘의 방향	가속도의 크기변화
A					
B					
C					
D					
E					
F					
G					
H					
I					
J					
K					
L					

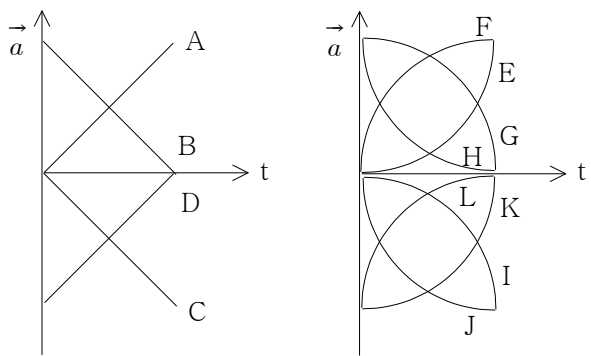
정답 :

	운동방향 =속도부호	속도크기변 화	가속도의 방향	힘의 방향	가속도의 크기변화
A	오른(+)	증가	오른(+)	오른(+)	일정
B	오른(+)	감소	왼(-)	왼(-)	일정
C	왼(-)	증가	왼(-)	왼(-)	일정
D	왼(-)	감소	오른(+)	오른(+)	일정
E	오른(+)	증가	오른(+)	오른(+)	증가
F	오른(+)	증가	오른(+)	오른(+)	감소
G	오른(+)	감소	왼(-)	왼(-)	증가
H	오른(+)	감소	왼(-)	왼(-)	감소
I	왼(-)	증가	왼(-)	왼(-)	증가
J	왼(-)	증가	왼(-)	왼(-)	감소
K	왼(-)	감소	오른(+)	오른(+)	증가
L	왼(-)	감소	오른(+)	오른(+)	감소

→ 시사점 :

- 가속도의 방향은 힘의 방향에 의해 결정된다.
 - 가속도가 감소하더라도 속력은 증가할 수 있다.
- 즉 변화량으로 정의된 물리량은 원칙적으로 비례나 반비례로 해석하면 안 된다.

Quiz3. 다음은 1차원 운동하는 어떤 자동차의 $a-t$ 그래프를 나타낸 것이다. 운동을 분석하시오.



	가속도방향 =가속도부호	가속도크기 변화	힘의 방향
A			
B			
C			
D			
E			
F			
G			
H			
I			
J			
K			
L			

정답 :

	가속도방향 =가속도부호	가속도크기 변화	힘의 방향
A	오른(+)	증가	오른(+)
B	오른(+)	감소	오른(+)
C	왼(-)	증가	왼(-)
D	왼(-)	감소	왼(-)
E	오른(+)	증가	오른(+)
F	오른(+)	증가	오른(+)
G	오른(+)	감소	오른(+)
H	오른(+)	감소	오른(+)
I	왼(-)	증가	왼(-)
J	왼(-)	증가	왼(-)
K	왼(-)	감소	왼(-)
L	왼(-)	감소	왼(-)

Quiz4. 힘의 크기가 감소하면 물체는 항상 느려지는가? 다음 상황을 해석하고 질문에 대한 답을 하시오. (단, 둘 다 점전하이다.)

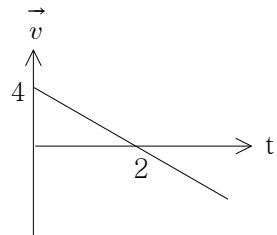


정답 : 시험전하(test charge)가 척력을 받아서 멀어지면 전기력($k\frac{Qq}{r^2}$)이 감소한다. 그러나 계속 빨라진다.

→ 변화량으로 정의되는 물리량($a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$)은 정비례 관계와는 다르다!
→ 힘의 방향과 운동 방향이 같을 경우 속력이 증가한다.

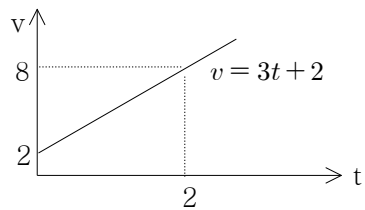
Quiz5. $s = 4t - t^2$ 에서 속도를 구하고 그래프를 그리시오.

정답 : $v = 4 - 2t$
거리를 미분해서 속력을 얻을 수 있다.



Quiz6. $v_0 = 2m/s$ 이고, $a = 3m/s^2$ 인 물체가 있다. $t = 2s$ 일 때 속도와 변위가 얼마인지 v-t 그래프를 그려서 찾으시오. (단, 처음 위치는 원점이다.)

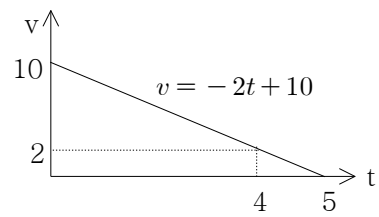
정답 :



$t = 2s$ 일 때 $v = 8m/s$ 이고 $s = 10m$ 이다.

Quiz7. $v_0 = 10m/s$ 이고, $a = -2m/s^2$ 인 물체가 있다. $t = 4s$ 일 때 속도와 변위가 얼마인지 v-t 그래프를 그려서 찾으시오. (단, 처음 위치는 원점이다.)

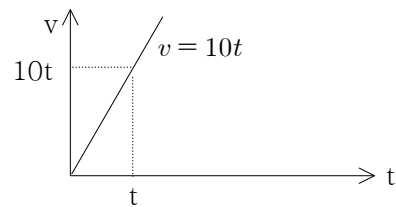
정답 :



$t = 4s$ 일 때 $v = 2m/s$ 이고 $s = 24m$ 이다.

Quiz8. 지표에서 $h = 20m$ 인 사과나무에서 사과가 자유낙하였다. 중력 가속도가 $g = 10m/s^2$ 이라면 지면에 도달하기 직전 속력과 낙하시간을 v-t 그래프를 그려서 찾으시오.

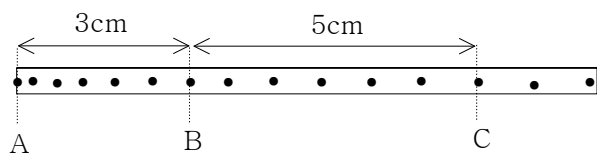
정답 :



$t \times 5t = 20$ 에서 $t = 2s$, $v = 20m/s$ 이다.

📷 타점기록계, 다중섬광사진 유형

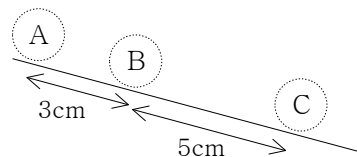
Quiz9. 1s에 60번씩 찍히는 타점기록계를 이용하여 등가 속도 운동하는 물체에 대해 실험을 하였다. 먹지에 다음과 같은 타점이 찍혀 있다.



- 1) 가속도는 얼마인가?
- 2) B점이 찍히는 순간 속도는 얼마인가?
- 3) A점이 찍히는 순간 속도는 얼마인가?

정답 : $a = 2m/s^2$, $v_B = 40cm/s$, $v_A = 10cm/s$

Quiz10. 다음 사진은 마찰이 없는 빗면을 미끄러져 내려 오는 공을 0.5s 간격으로 찍은 다중섬광사진이다.

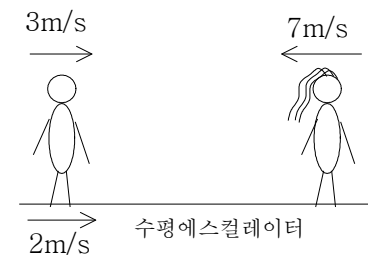


- 1) 가속도는 얼마인가?
- 2) B점이 찍히는 순간 속도는 얼마인가?
- 3) A점이 찍히는 순간 속도는 얼마인가?

정답 : $a = 8m/s^2$, $v_B = 8m/s$, $v_A = 4m/s$

📷 상대속도 해석 유형

Quiz11. 2m/s의 일정한 속력으로 동쪽으로 움직이는 수평 에스컬레이터 위에서 철수는 3m/s의 일정한 속력으로 동쪽으로 걷고 있고, 영희는 7m/s의 일정한 속력으로 서쪽으로 뛰고 있다.



- 1) 에스컬레이터에 대한 철수의 속도는?
- 2) 에스컬레이터에 대한 영희의 속도는?
- 3) 철수에 대한 영희의 속도는?

정답 : +1m/s, -5m/s, -10m/s

Quiz12. A가 동쪽으로 3m/s의 일정한 속력으로 운동하고 있고, B가 북쪽으로 4m/s의 일정한 속력으로 운동하고 있다. A에 대한 B의 상대속도는?

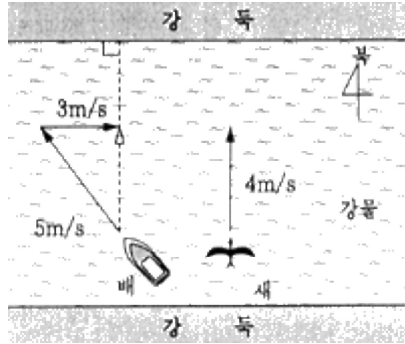
정답 : 북서쪽으로 5m/s

Quiz14. 8m/s의 일정한 속력으로 비가 내리고 있는데, 철수가 6m/s의 일정한 속력으로 동쪽으로 뛰어가고 있다. 철수가 본 비의 상대속도는? (단, 바람은 불지 않는다.)

정답 : 10m/s, 방향은 지면과 서쪽 사이

☞ 강건너기 유형

Quiz15. 철수가 배를 타고 강을 건넌다. 강물은 동쪽으로 $3m/s$ 의 속력으로 흘러가고 있다. 북쪽을 향해 강을 직각으로 건너기 위해 뱃머리를 그림과 같은 방향으로 하여 $5m/s$ 의 속력으로 배를 운행한다. 그리고 하늘에는 새가 $4m/s$ 의 일정한 속력으로 북쪽으로 날아가고 있다.



철수에 대한 새의 상대 속도는?

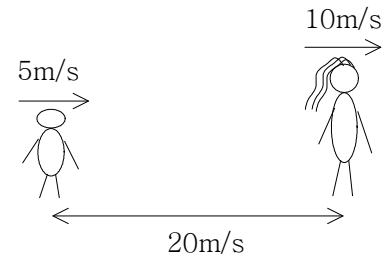
- ① 제자리에 있는 것으로 보인다.
- ② 북쪽으로 $4m/s$ 의 속력
- ③ 북쪽으로 $8m/s$ 의 속력
- ④ 동쪽으로 $3m/s$ 의 속력
- ⑤ 남동쪽으로 $5m/s$ 의 속력

정답 : ①

강둑에서 본 배의 속력은 $4m/s$ 이고 방향은 북쪽이다. 이것은 새와 동일하다. 그러므로 배에서 새를 보면 정지한 것처럼 보일 것이다.

☞ 상대속도 해석 유형

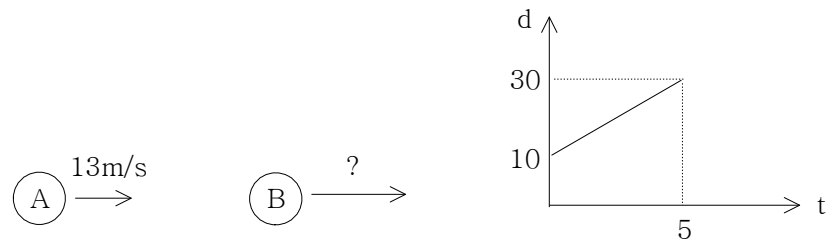
Quiz16. 동생이 $5m/s$ 의 일정한 속력으로 동쪽으로 뛰어가고 있고, 누나가 $10m/s$ 의 일정한 속력으로 동쪽으로 뛰어가고 있다. 관찰 순간 두 사람 사이의 간격이 $20m$ 였다.



- 1) 동생에 대한 누나의 상대속도는?
- 2) 간격의 변화량은?

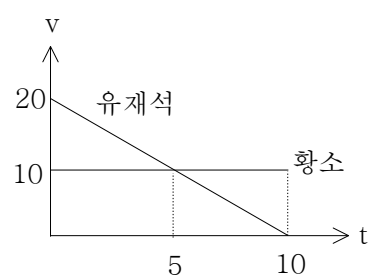
정답 : $+5m/s$, 1초당 $5m$ 씩 증가함

Quiz17. 다음 그림은 $17m/s$ 의 일정한 속력으로 동쪽으로 운동하는 A와, 역시나 일정한 속력으로 동쪽으로 운동하는 B를 나타낸 것이다. 지면에 대한 B의 속도는?



정답 : $+21m/s$

Quiz18. 황소와 유재석이 $100m$ 달리기를 한다. 출발점에서 동시에 출발한다.

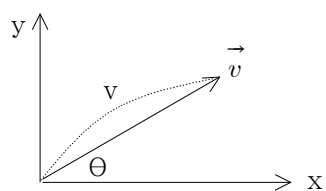


- 1) 5초인 순간 간격은?
- 2) 10초인 순간 간격은?
- 3) 0~5초 구간에서 상대속도 크기의 변화는?
- 4) 0~5초 구간에서 간격의 변화는?

정답 : $25m$, 0, 감소, 벌어짐

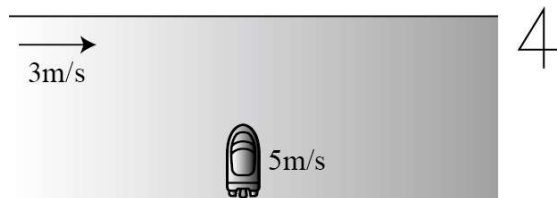
☞ 강건너기 유형

Quiz18. 다음은 속도 벡터를 나타낸 것이다. x성분과 y성분은 각각 얼마인가?



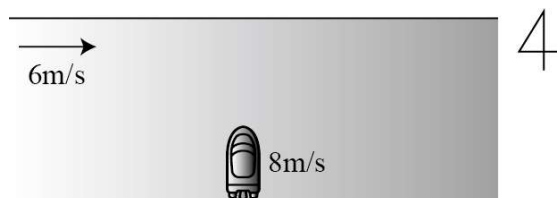
정답 : $v \cos\theta$, $v \sin\theta$

Quiz20. 잔잔한 호수에서 5m/s로 움직이는 배가 있다. 이 배가 강폭이 100m이고 동쪽으로 3m/s로 흐르는 강을 건너려고 한다. 최단거리로 강을 건너려면 어떻게 해야 하는지, 그리고 그 결과 어떻게 되는지 서술하시오.



정답 : 뱃머리가 북서쪽을 향하게 운항한다. 즉 정북에 대해 $\tan\theta = \frac{3}{4}$ 의 방향을 향한다. 그러면 배의 알짜 속도는 4m/s가 되고, 강을 건너는데 $100\text{m} \div 4\text{m/s} = 25\text{s}$ 가 소요된다.

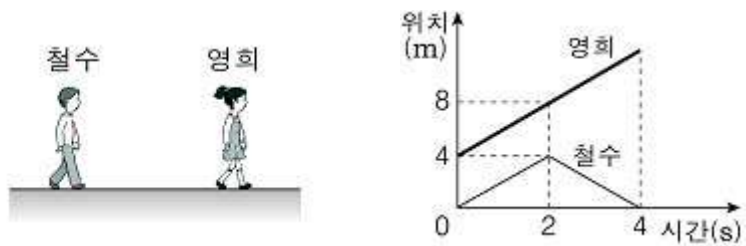
Quiz21. 잔잔한 호수에서 6m/s로 움직이는 배가 있다. 이 배가 강폭이 100m이고 동쪽으로 6m/s로 흐르는 강을 건너려고 한다. 최단시간으로 강을 건너려면 어떻게 해야 하는지, 그리고 그 결과 어떻게 되는지 서술하시오.



정답 : 뱃머리가 정북을 향하게 운항한다. 그러면 강을 건너는데 $100\text{m} \div 8\text{m/s} = 12.5\text{s}$ 가 소요된다. 한편 배의 알짜 속도는 10m/s이고, 배가 하류로 떠내려간 거리는

$6\text{m/s} \times 12.5\text{s} = 75\text{m}$ 이다.

ex1. 그림은 일직선상에서 운동하는 철수와 영희의 모습을, 그래프는 철수와 영희의 위치를 시간에 따라 나타낸 것이다.



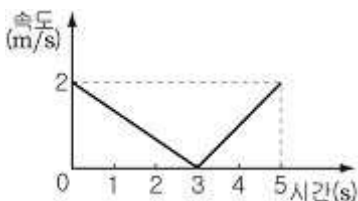
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보 기>
- ㄱ. 0초에서 2초까지 철수와 영희 사이의 거리는 증가한다.
 - ㄴ. 0초에서 2초까지 영희의 가속도는 0이다.
 - ㄷ. 0초에서 4초까지 철수의 평균속력은 2m/s 이다.

정답 : ㄴ, ㄷ

- ㄱ. 철수와 영희는 0초에서 2초까지 같은 속도로 운동하므로 철수와 영희 사이의 거리는 일정하다.
- ㄴ. 0초에서 2초까지 영희는 등속도 운동한다.
- ㄷ. 0초에서 4초까지 철수의 이동거리는 8m 이고 걸린 시간은 4초이므로 철수의 평균속력은 2m/s 이다.

ex2. 그래프는 일직선상에서 운동하는 어떤 물체의 속도를 시간에 따라 나타낸 것이다.

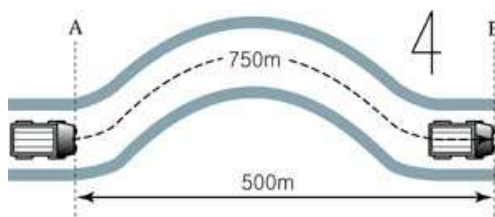


이 물체의 운동에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고르면?

- <보 기>
- ㄱ. 3초일 때 운동 방향이 바뀐다.
 - ㄴ. 0초에서 5초까지의 평균 속력은 1m/s 이다.
 - ㄷ. 1초일 때의 가속도 크기는 4초일 때보다 크다.

정답 : ㄴ

ex3. 그림은 자동차가 A 지점을 출발하여 길이가 750m 인 곡선 도로를 따라 50초 동안 주행하여 B 지점에 도착한 것을 나타낸 것이다.

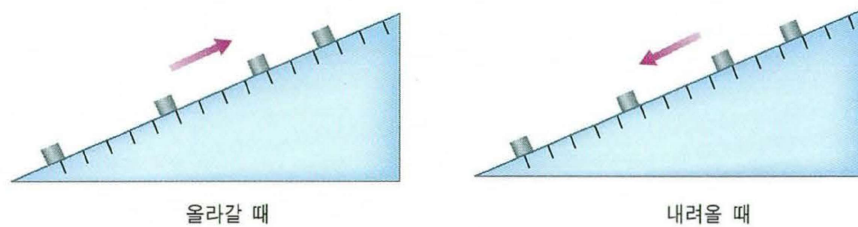


A에서 B까지 가는 동안 자동차의 운동을 옳게 설명한 것을 <보기>에서 모두 고른 것은? (단, A에서 B까지의 직선 거리는 500m 이다.)

- <보 기>
- ㄱ. 변위는 동쪽으로 500m 이다.
 - ㄴ. 평균 속력은 20m/s 이다.
 - ㄷ. 평균 속도의 크기는 10m/s 이다.

정답 : ㄱ, ㄷ

ex4. 다음 그림은 어떤 물체를 빗면 위로 쭉 밀었을 때, 올라가는 동안과 내려오는 동안 물체의 위치를 0.1초 간격으로 나타낸 것이다.



물체가 빗면을 따라 올라갈 때와 내려올 때, 속도와 가속도의 부호를 옳게 짝지은 것은?
(단, 빗면의 위를 향하는 방향을 (+)로 나타낸다.)

- | | 올라갈 때 | 내려올 때 |
|---|-----------------|-----------------|
| ① | 속도 (+), 가속도 (+) | 속도 (+), 가속도 (+) |
| ② | 속도 (+), 가속도 (-) | 속도 (+), 가속도 (-) |
| ③ | 속도 (+), 가속도 (-) | 속도 (-), 가속도 (-) |
| ④ | 속도 (+), 가속도 (+) | 속도 (-), 가속도 (+) |
| ⑤ | 속도 (-), 가속도 (-) | 속도 (-), 가속도 (-) |

★ 결론

위로 점점 빨라지는 경우 : $\vec{v} > 0$, $\vec{a} > 0$

위로 점점 느려지는 경우 : $\vec{v} > 0$, $\vec{a} < 0$

아래로 점점 빨라지는 경우 : $\vec{v} < 0$, $\vec{a} < 0$

아래로 점점 느려지는 경우 : $\vec{v} < 0$, $\vec{a} > 0$

→ 빨라지는 경우는 속도의 부호와 가속도의 부호가 동일!

정답 : ③

물체의 운동 방향이 속도의 방향이므로, 속도의 부호는 올라갈 때 (+), 내려올 때 (-)다. 한편, 물체 사이의 거리는

모두 0.1초 동안 이동한 거리로 속력에 비례하므로, 올라갈 때는 간격이 줄어드는 것으로 보아 속력이 줄어들었다는 것을 알 수 있다. 따라서 올라갈 때는 가속도의 방향이 속도와 반대다. 내려올 때는 간격이 늘어나는 것으로 보아 가속도의 방향이 속도와 같은 방향임을 알 수 있다.

3. 등가속도 공식

1) 쓰임새 : 등가속도 운동하는 물체의 이동거리나 나중 속력을 알고 싶을 때 사용

2) 등가속도 공식 종류

① 등공1번 : $\underbrace{\vec{v}}_{\text{나중속도}} = \underbrace{\vec{v}_0}_{\text{초속도}} + \underbrace{\vec{a}}_{\text{가속도}} \underbrace{t}_{\text{운동시간}}$

$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t - t_0}$ 에서 $t_0 = 0$ 라고 두면 유도됨

→ 의의 : 가속도의 정의에서 유래

→ 의미 : 초속도에다가 속도 변화량(at)을 더하면 나중 속도가 된다.

② 등공2번 : $\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{1}{2} \vec{a} t^2$

③ 등공3번 : $2 \vec{a} \cdot \vec{s} = v^2 - v_0^2$

ex1. F-16 전투기는 항공모함에서 이륙할 때 최소속력이 60m/s이다. 전투기의 이륙 전 가속도는 $30m/s^2$ 로 일정하다.



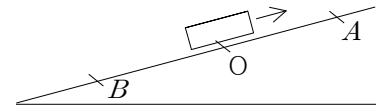
1) 정지상태에서 이륙할 때까지 걸리는 최소 시간은?

2) 정지상태에서 이륙할 때까지 활주로의 최소 길이는?

3) v-t 그래프를 그려서 위의 두 질문에 대한 답을 구하시오.

정답 : 1) 2s 2) 60m

ex2. O 지점에 있던 상자가 초속도 3.2 m/s의 속력으로 A 지점까지 올라갔다가 멈추었다. 이후 상자는 아래로 미끄러져 B점을 4.8 m/s의 속력으로 통과하였다.



이때까지 걸린 시간이 5s 일 때 이 상자의 운동에 대한 설명 중 옳지 않은 것을 고르면? (단 O점을 기준으로 A점을 양(+), B점을 음(-)으로 정한다. 모든 마찰은 무시하고 상자는 매우 작다고 가정한다.)

- ① 상자의 가속도는 $-1.6m/s^2$ 이다.
- ② 상자는 출발한지 2초 후에 A에 도달한다.
- ③ OA 사이의 거리는 3.2m이다.
- ④ 상자의 변위는 $-4m$ 이다.
- ⑤ 5초 동안 물체의 이동거리는 10m이다.

정답 : ⑤

① 등가속도공식 1에서

$a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{(-4.8) - (+3.2)}{5} = -1.6m/s^2$ 이다.

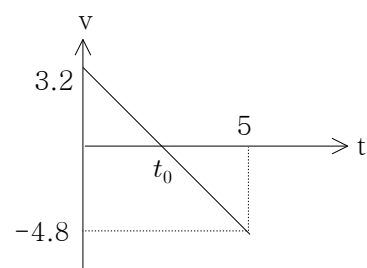
② 등가속도공식 1에서 $0 = (+3.2) + (-1.6)t$ 이므로 $t = 2s$ 이다.

③ 등가속도공식 2에서 $\vec{s} = (+3.2)(2) + \frac{1}{2}(-1.6)(2)^2 = +3.2m$ 이다.

④ 등가속도공식 2에서 $\vec{s} = (+3.2)(5) + \frac{1}{2}(-1.6)(5)^2 = -4m$ 이다.

⑤ $s = 3.2 + 3.2 + 4 = 10.4m$

<2> 그래프 이용



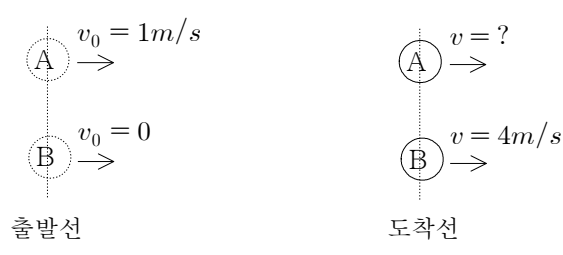
i) $a = \frac{(-4.8) - (+3.2)}{5} = -1.6m/s^2$

ii) t_0 까지의 기울기 $\frac{0 - 3.2}{t_0} = -1.6$ 에서 $t_0 = 2s$

iii) t_0 까지의 면적 $s_{OA} = \frac{1}{2} \times 2 \times 3.2 = 3.2m$

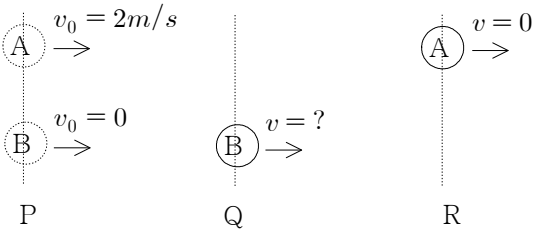
iv) $t_0 \sim 5$ 초까지의 면적 $s_{AB} = \frac{1}{2} \times 3 \times 4.8 = 7.2m$

Quiz1. 다음 그림처럼 A, B가 동시에 출발하여 등가속도 운동을 한다. A, B는 도착선을 동시에 지나간다. B의 최종 속도가 4m/s라면 A의 최종속도는 얼마인가?



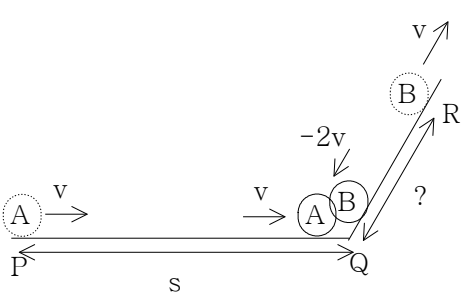
정답 :
 평균 가속시 공식($s = \bar{v} t$)을 이용하면 거리와 시간이 동일하므로 평균 속력이 동일했음을 알 수 있다. 그러므로 $\frac{v+1}{2} = \frac{4+0}{2}$ 에서 $v = 3m/s$ 이다.

Quiz2. 다음 그림처럼 A와 B는 P에서 동시에 등가속도 운동을 한다. A는 감속하고, B는 가속한다. A가 R에 도착할 때 B는 Q를 지나간다. B가 Q를 지나는 속력은 얼마인가?



정답 :
 평균 가속시 공식($s = \bar{v} t$)을 이용하면 시간이 동일하므로 평균 속력은 이동거리에 정비례한다. 그러므로 $\frac{2+0}{2} : \frac{0+v}{2} = 2 : 1$ 에서 $v = 1m/s$ 이다.

Quiz3. 두 질점 A와 B는 각각 P와 R에서 v의 동일한 속력으로 동시에 출발하여, A는 등속도 운동을, B는 등가속도 운동을 하여 Q에서 충돌한다. 충돌하는 순간 B의 속도는 반대 방향으로 2v이다. P와 Q 사이의 거리가 s라면 R와 Q 사이의 변위는 얼마인가? (단, 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)



정답 :
 평균 가속시 공식($s = \bar{v} t$)을 이용하면 시간이 동일하므로 평균 속력은 이동거리에 정비례한다. 그러므로 $v : \frac{(+v)+(-2v)}{2} = s : x$ 에서 $x = -\frac{s}{2}$ 이다.