Mechanica

물리학 1
개념편

Cluster

목차

Part1 여러 가지 운동

Part2 뉴턴 역학

Part3 운동량 보존과 충격량

Part4 에너지

PART 1

개념편

PART

DAY 01
개념편 6p~29p

Mechanica 물리학1

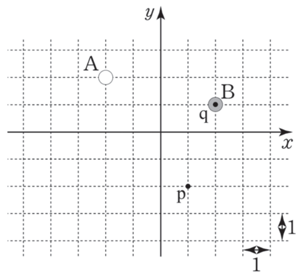
1. 위치와 시각

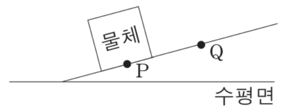
약속

① 물체는 동그라미 또는 네모로 표기한다.

위치

① 물체의 위치는 물체가 어디에 있는지를 의미한다. (위치는 '점'이다.)





A와 B, 물체의 위치는 다음과 같이 표현한다.

A는 x좌표: -2, y좌표: $+2$ 에 위치한다. B는 점 q에 위치한다. 물체는 점 P에 위치한다.

시각

① 시각은 시간의 어떠한 시점이다.
시각 표현의 예
1) 0초의 시각일 때 → 1) $t=0$
2) 1초의 시각일 때 → 2) $t=1$초

② 시간의 방향은 한 방향이다.
물체의 ○ 운동을 나타내는 물리량은 '하나의 시각에서 하나의 값을 갖게 된다.'
즉, 하나의 시각에서 두 개 이상의 위치, 속도, 속력, 가속도의 값은 존재하지 않는다.

따라서 물체의 ○ 운동을 나타내는 물리량을 '시간에 따라 나타낼 수 있다.'
=운동을 나타내는 물리량을 시간에 따른 함수로 나타낼 수 있다.
→ 위치-시간, 속도-시간, 가속도-시간 그래프를 다룰 예정이다!

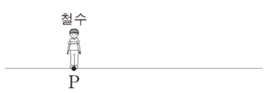
③ 약속
본 책에서는 다음과 같은 표현을 혼용해서 쓸 것이다.

시점: 시간 흐름 가운데 어느한 순간 시각: 시간의 어느 한 시점 시각=시점 예) $t=3$초의 시각에서~ = $t=3$초인 시점에서~

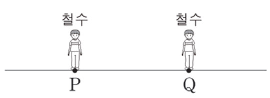
○ 운동을 나타내는 물리량
위치, 속도, 속력, 가속도가 있다.

○ 하나의 시각에서 물체는 하나의 위치에 존재하는 이유
간단하게 생각해 보면 편하다. 아래 예시를 살펴 보자.

$t=1$초일 때 철수가 점 P에 있다.



그런데 $t=1$초일 때 철수가 점 P에 존재하면서 점 Q에 존재할 수 있을까? 당연히 없다.



따라서 같은 시각에서 서로 다른 두 위치에 철수는 존재할 수 없으며, 하나의 시각에서 철수는 하나의 위치만 갖게 된다.

2. 변위, 이동 거리

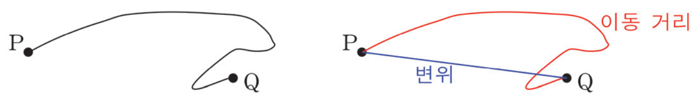
정의

① 물체의 변위는 '위치의 변화량'을 의미한다.

위치: 점 변위: 처음 위치와 나중 위치 사이의 길이 + 처음 위치에서 나중 위치를 가리키는 방향

② 물체의 이동 거리는 '물체가 이동한 거리'이다.

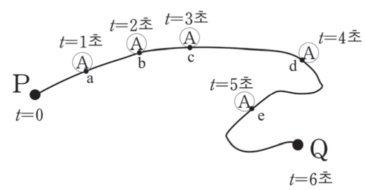
예를 들어 물체 A가 P에서 Q까지 그림 (가)와 같이 검은색 곡선 경로를 이동할 때,
(가)에서 A의 이동 거리는 (나)에서 빨간색으로 표시된 부분의 길이와 같고
(가)에서 A의 변위의 크기는 (나)에서 파란색으로 표시된 부분의 길이와 같다.
(가)에서 A의 변위의 방향은 P에서 Q를 잇는 방향이다.



(가) (나)

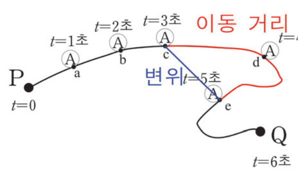
시각에 따른 물체의 위치

① 물체의 위치는 시간에 따라 나타낼 수 있다.
다음 예시를 보자.
물체가 P에서 Q까지 이동하는 동안 점 a, b, c, d, e를 지난다.
$t=0$초일 때 물체의 위치는 P이고
$t=1$초일 때 물체의 위치는 a이고
$t=2$초일 때 물체의 위치는 b이고
$t=3$초일 때 물체의 위치는 c이고
$t=4$초일 때 물체의 위치는 d이고
$t=5$초일 때 물체의 위치는 e이고
$t=6$초일 때 물체의 위치는 Q이다.



$t=3$초에서 $t=5$초까지 A의 이동 거리는
$t=3$초일 때 A의 위치가 c이고, $t=5$초일 때의 A의 위치가 e이므로
c에서 e까지 곡선의 길이이고

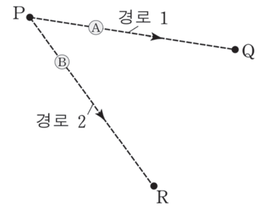
$t=3$초에서 $t=5$초까지 A의 변위의 크기는
$t=3$초일 때 A의 위치가 c이고, $t=5$초일 때의 A의 위치가 e이므로
c와 e를 이은 선분의 길이이다.



유의사항 물리학1에서는

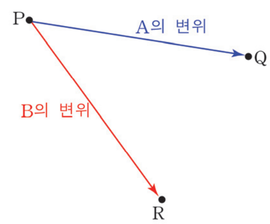
- 이동 거리를 구할 때 '곡선의 길이를 구해야 하나?' 라고 생각할 수 있다. 물론 맞지만, 물리학1에서는 이 곡선의 길이를 실제적으로 계산하는 데는 무리가 있다.
  하지만, 물리학1의 문제 중 이동 거리를 계산하는 문제의 경우는 물체의 이동이 모두 직선형이다.
- 따라서 1차원 운동(일직선상에서의 운동)의 경우는 변위, 속도, 가속도의 방향을 표현할 때 오른쪽, 왼쪽 두 방향으로 서술이 가능하고, 이는 곧 양(+), 음(−)으로 표현이 가능하다.

ㅇ 변위
물체 A, B가 각각 경로 1, 2를 따라 운동한다.
P에서 Q까지 거리와
P에서 R까지 거리는 같다.



A가 P에서 Q까지 운동하는 동안 변위와

B가 P에서 R까지 운동하는 동안 변위는 다르다.



A의 변위는 파란색 화살표이고
B의 변위는 빨간색 화살표이다.

A와 B의 변위의 크기는 같지만,

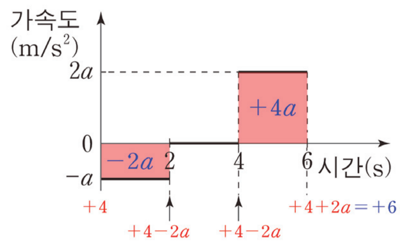
A와 B의 변위의의 방향은
A는 P→Q방향
B는 P→R 방향으로
다르므로

A와 B의 변위는 다르다.

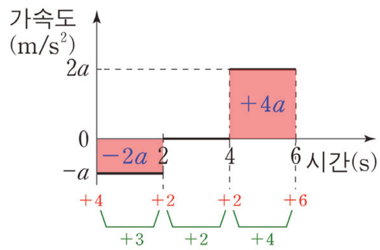
해설

오른쪽 방향을 양(+)으로 두자.
0초일 때 속력이 +4m/s이므로, 가속도-시간 그래프에서 밑면적을 구한 후 각 구간마다 더해주어 2초일 때, 4초일 때, 6초일 때 속도를 구해보면 아래 그림과 같다.
6초일 때 속도는 +6m/s이므로 다음 식이 성립한다.

$$+4+2a=+6,\ a=+1\text{m/s}^2$$



0초, 2초, 4초, 6초일 때 속도를 정리한 후 평균 값(평균 속도)을 사이에 적어두면 다음과 같다.



ㄱ. 1초일 때 가속도는 $-a=-1\text{m/s}^2$이므로, 이 순간 가속도의 크기는 1m/s^2이다. (ㄱ. 참)
ㄴ. 2초~4초에서는 물체가 2m/s로 등속도 운동을 한다.(가속도의 크기가 0이므로)
따라서 3초일 때 속력은 2m/s이다. (ㄴ. 참)

ㄷ. 평균 속력은 다음과 같이 계산된다.

$$\frac{\text{총 이동 거리}}{\text{이동 시간}}$$

0초부터 6초까지 이동한 거리를 계산하면 다음과 같다.
0초~2초까지 이동 거리: $+3\text{m/s}\times 2\text{s}=6\text{m}$
2초~4초까지 이동 거리: $+2\text{m/s}\times 2\text{s}=4\text{m}$
4초~6초까지 이동 거리: $+4\text{m/s}\times 2\text{s}=8\text{m}$
→ 0초~2초까지 이동 거리: $6\text{m}+4\text{m}+8\text{m}=18\text{m}$

따라서 평균 속력은 다음과 같다.

$$\text{평균 속력}=\frac{\text{총 이동 거리}}{\text{이동 시간}}=\frac{18\text{m}}{6\text{s}-0\text{s}}=3\text{m/s}\ (\text{ㄷ. 참})$$

DAY 01	Mechanica 체화서
개념편 6p~29p	물체의 운동과 그래프 해석

정답

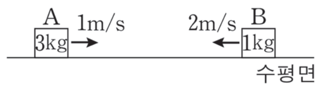
기출 예시 1
ㄱ, ㄴ, ㄷ

※ 개념편 6~29p까지 학습 후 **DAY 01 Mechanica 체화서 물체의 운동과 그래프 해석**를 풀어보시기 바랍니다.

2. 식을 세우는 방법

① 방향 설정 (오른쪽을 양(+)으로)

○ 양(+)의 방향을 설정해야한다. 오른쪽 방향을 양(+)으로 설정하는 것을 추천한다.



예를 들어 위 그림에서
A의 속도는 +1m/s,
B의 속도는 −2m/s이다.

A의 운동량: +3kg·m/s
B의 운동량: −2kg·m/s

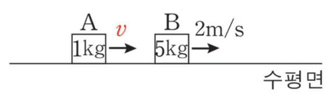
간단 예시 운동량 보존 방향 설정

그림과 같이 A와 B가 오른쪽으로 각각 4m/s, 1m/s의 속도로 운동하고 있다. A와 B의 질량은 각각 1kg, 5kg이다. 충돌 후 B의 속도는 오른쪽으로 2m/s이다.

충돌 후 A의 속도를 구해보자. (단, 물체의 크기는 무시한다.)

[1단계] 미지수 잡기
오른쪽 방향을 양(+)으로 하자.
충돌 후 A의 속도를 $+v$로 잡자.

충돌 전

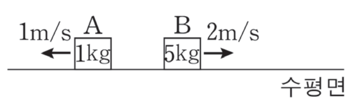


충돌 후

[2단계] 운동량 보존법칙
운동량 보존 법칙 식을 세워본다.

$$1\text{kg}\times(+4\text{m/s})+5\text{kg}\times(+1\text{m/s})=1\text{kg}\times(+v)+5\text{kg}\times(+2\text{m/s})$$
$$v=-1\text{m/s}$$

[3단계] 해석
계산 결과 A의 속도 방향이 음(−)이 나오므로, 충돌 직후 A의 운동 방향은 왼쪽이다.



② 두 물체 사이 거리-시간 그래프가 주어진 경우

○ 서로 다른 두 물체가 충돌할 때 (예를 들어 A와 B가 충돌한다 가정)
4가지의 속도 정보가 있다.

1) 충돌 전 A, B의 속도
2) 충돌 후 A, B의 속도

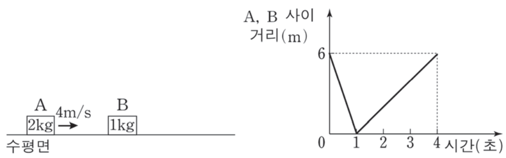
이들 중 모르는 속도는
무조건 양(+)의 방향으로 미지수를 두는 것이 좋다. (1단계)
계산 후 미지수로 둔 속도가 음(−)으로 계산되면,
미지수로 둔 속도의 방향이 왼쪽임을 판단할 수 있다.

그 후 충돌 전 후 운동량 보존법칙 식을 세운다. (2단계)
이렇게 하면 미지수로 둔 속도를 깔끔하게 구할 수 있다.

예시를 보면서 적용해 보자.

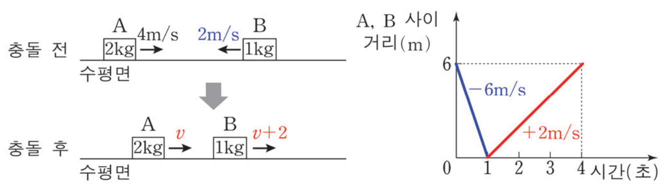
간단 예시 두 물체 사이 거리-시간 그래프

그림 (가)와 같이 A와 B가 마찰이 없는 수평면에서 일정한 속도로 운동하고 있다. 그림 (나)는 (가)에서 A와 B 사이의 거리를 시간에 따라 나타낸 것이다. $t=0$일 때 A는 B를 향해 4m/s의 일정한 속력으로 운동한다.



(가) (나)

$t=2$초일 때 A와 B의 속력은? (단, 물체는 동일 직선상에서 운동하며, 물체의 크기와 공기 저항은 무시한다.)



① 충돌 전 그림 (나)에서의 기울기는 A에 대한 B의 상대 속도이다.
따라서 충돌 전 A에 대한 B의 속도가 −6m/s이므로, 다음 식이 성립한다.(충돌 전 B의 속도 v_0)

$$v_0-(+4\text{m/s})=-6\text{m/s},\ v_0=-2\text{m/s}$$

② 충돌 후 그림 (나)에서의 기울기는 A에 대한 B의 상대 속도이다.
따라서 충돌 후 A에 대한 B의 속도가 +2m/s이므로, 충돌 후 A와 B의 속도를 각각 다음과 같이 둘 수 있다.

A: v, B: $v+2$

③ 충돌 전 후 A와 B의 운동량은 보존된다. (운동량 보존법칙) 따라서 다음 식이 성립된다.

$$2\text{kg}\times(+4\text{m/s})+1\text{kg}(-2\text{m/s})=2\text{kg}\times v+1\text{kg}\times(v+2),\ v=+\frac{4}{3}\text{m/s}$$

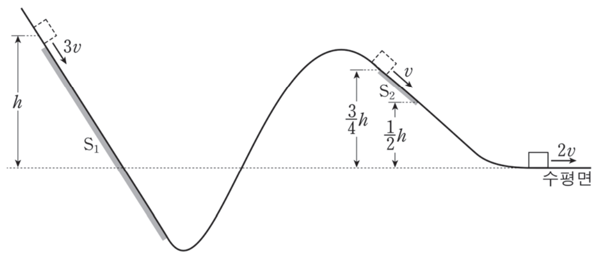
따라서 충돌 후 A와 B의 속도의 크기는 각각 다음과 같다.

$$\text{A: }\frac{4}{3}\text{m/s},\ \text{B: }\frac{10}{3}\text{m/s}$$

기출 예시 37

[물리학2] 21학년도 수능 18번 문항

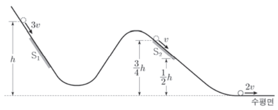
그림과 같이 높이가 h인 지점에서 속력 $3v$로 출발한 물체가 연직면상에 있는 궤도를 따라 운동하여 속력 $2v$로 수평면에 도달하였다. 물체는 빗면 구간 S_1, S_2에서 각각 등속도 운동을 하였고, S_1과 S_2에서 역학적 에너지가 각각 E_1, E_2만큼 감소하였다. S_2의 시작점과 끝점의 높이는 각각 $\frac{3}{4}h$, $\frac{1}{2}h$이고, S_2에서 물체의 속력은 v이다.



$\frac{E_1}{E_2}$은? (단, 물체의 크기, 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

○ 평가원 오류

원본 그림은 아래 그림과 같지만, 원본 그림에 오류가 있어서 교정된 그림을 그렸다.



정답

기출 예시 37

$\frac{E_1}{E_2}=\frac{19}{3}$

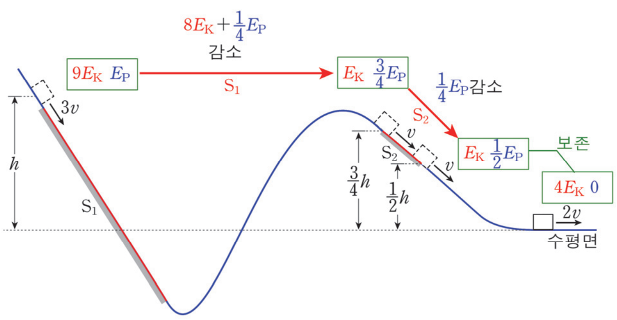
해설

○ 각 위치에서 물체의 운동 에너지와 중력 퍼텐셜 에너지를 적어보면 다음과 같다.

$\frac{1}{2}mv^2=E_K$, $mgh=E_P$로 두자.

※ 조건에서 '물체는 빗면 구간 S_1, S_2에서 각각 등속도 운동'하므로 S_1, S_2에서 물체의 속력은 일정하며, S_1의 시작점과 끝점에서 물체의 속력은 같으므로 S_1의 시작점과 끝점에서 운동 에너지는 같을 것이다. 이는 S_2도 마찬가지이다.

위치	운동 에너지	중력 퍼텐셜 에너지	역학적 에너지
S_1 시작점	$9E_K$	E_P	$9E_K+E_P$
S_2 시작점	E_K	$\frac{3}{4}E_P$	$E_K+\frac{3}{4}E_P$
S_2 끝점	E_K	$\frac{1}{2}E_P$	$E_K+\frac{1}{2}E_P$
마지막 수평면	$4E_K$	0	$4E_K$



① S_1의 시작점에서 S_1의 끝점까지 운동하는 동안 역학적 에너지가 감소한다.
S_1의 끝점에서 S_2의 시작점 까지는 역학적 에너지가 보존되므로
S_1의 시작점과 S_2의 시작점 사이 역학적 에너지 차는 S_1에서 손실된 에너지와 같다.
그 값은 다음과 같이 계산되다.

$$E_1 = 9E_K+E_P - \left(E_K+\frac{3}{4}E_P\right)$$

$$E_1 = 8E_K+\frac{1}{4}E_P$$

② S_2의 시작점에서 S_2의 끝점까지 운동하는 동안 역학적 에너지가 감소한다.
그 값은 다음과 같다.

$$E_2 = E_K+\frac{3}{4}E_P - \left(E_K+\frac{1}{2}E_P\right)$$

$$E_2 = \frac{1}{4}E_P$$

③ S_2의 끝점에서 수평면까지 물체의 역학적 에너지가 보존된다.
따라서 다음 식을 만족한다.

$$E_K+\frac{1}{2}E_P = 4E_K,\ \frac{1}{6}E_P = E_K$$

④ $\frac{1}{6}E_P= E_K$를 $E_1=8E_K+\frac{1}{4}E_P$ 에 대입해 보면, $E_1=\frac{19}{12}E_P$ 이다.

따라서 $\frac{E_1}{E_2}=\frac{19}{3}$이다.

물리학 1

체화편

Mechanica

Cluster

DAY 1

체화편

DAY

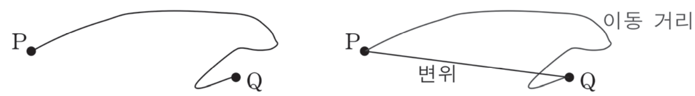
DAY 01
개념편 6p~29p

1. 빠른 개념 정리

변위와 이동 거리

변위: 처음 위치와 나중 위치 사이의 길이 + 처음 위치에서 나중 위치를 가리키는 방향
이동 거리: 물체가 이동한 거리

물체가 P에서 Q까지 (가)의 경로를 따라 이동할 때 이동 거리와 변위는 (나)와같다.



(가) (나)

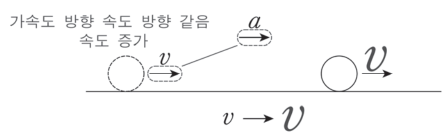
속도와 속력

속력:	시간에 따른 이동 거리	(단위 시간당 이동 거리)
속도:	시간에 따른 변위	(단위 시간당 변위)
평균 속력:		$\dfrac{\text{이동 거리}}{\text{이동 시간}}$ (m/s)
평균 속도:		$\dfrac{\text{변위}}{\text{이동 시간}}$ (m/s)

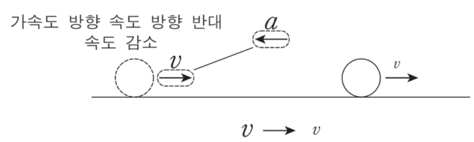
가속도의 방향과 속도 방향의 관계

가속도: 시간에 따른 속도 변화량 (단위 시간당 속도 변화량)

가속도 방향과 속도 방향이 같다면
물체의 속력은 증가한다.

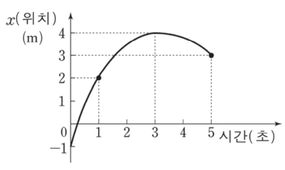


반대로
가속도 방향과 속도 방향이 반대라면
물체의 속력은 감소한다.

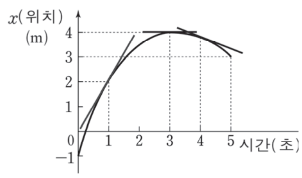


s–t (위치-시간) 그래프

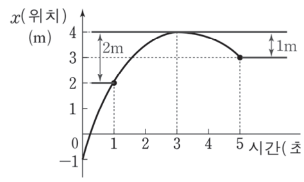
① 위치 – 시간 그래프의 값은 물체의 그 순간의 위치이다.
② 위치 – 시간 그래프의 기울기는 순간 속도이다.
기울기 부호가 다르다면, 속도 방향이 다르다!
③ 이동 거리는 기울기가 0이 되는 지점까지 변위의 크기들의 합이다. (아래 그림참고)



①



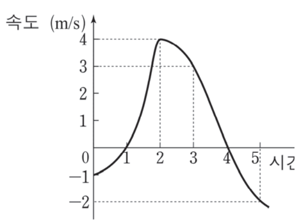
②



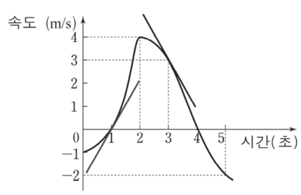
③

v–t (속도-시간) 그래프

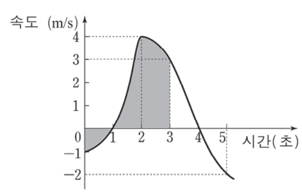
① 속도 – 시간 그래프의 값은 물체의 그 순간의 속도이다.
② 속도 – 시간 그래프의 기울기는 그 순간의 가속도이다.
기울기 부호가 다르다면, 가속도 방향이 다르다.
③ 속도-시간 그래프의 밑면적은 변위를 의미한다.



①



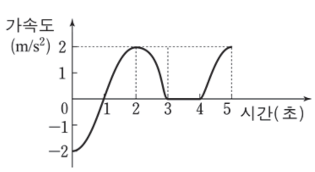
②



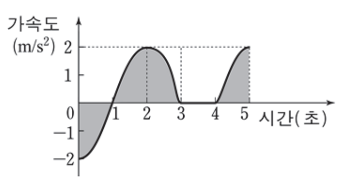
③

a–t (가속도-시간) 그래프

① 가속도 – 시간 그래프의 값은 물체의 그 순간의 가속도이다.
② 가속도-시간 그래프의 밑면적은 속도 변화량을 의미한다.



①

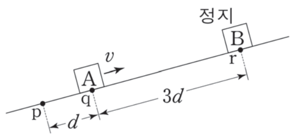


②

1.

[정답 222p]

그림과 같이 빗면을 따라 운동하는 물체 A가 점 q를 v의 속력으로 지나는 순간 점 r에서 물체 B가 정지상태에서 출발한다. 이후 A와 B는 점 p에서 만난다. p와 q, q와 r 사이의 거리는 각각 d, $3d$이다.



다음을 답해보자. (단, 물체의 크기, 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

〈보 기〉

①. 그림의 순간부터 A와 B가 만날 때까지 걸린 시간은? (d, v로 표현)

t_0 = (　　　　　)

②. A와 B가 만나는 순간 A, B의 속력은?

A: (　　　　　)

B: (　　　　　)

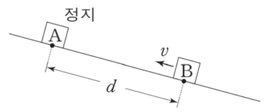
③. 빗면에서 A의 가속도의 크기는? (d, v로 표현)

(　　　　　)

2.

[정답 222p]

그림은 $t=0$인 순간 물체 A, B가 빗면 위에서 등가속도 운동하는 순간의 모습을 나타낸 것이다. 이 순간 A의 속력은 0이고, B의 속력은 v이며, A와 B 사이의 거리는 d이다. $t=t_0$일 때 A와 B가 만나며, 이 순간 A와 B의 속력은 같다.



다음을 답해보자. (단, 물체의 크기, 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

<보 기>

①. t_0는? (d, v로 표현)

t_0 = (　　　　　)

②. A와 B가 만나는 순간 A의 속력은?

(　　　　　)

③. $t=0$부터 $t=t_0$까지 A의 이동 거리는?

(　　　　　)

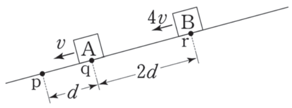
④. 빗면에서 A의 가속도의 크기는? (d, v로 표현)

(　　　　　)

3.

[정답 222p]

그림과 같이 $t=0$일 때, 빗면을 따라 운동하는 물체 A가 점 q를 v의 속력으로 지나는 순간 점 r에서 물체 B가 $4v$의 속력으로 지난다. 이후 $t=t_0$일 때, A와 B는 점 p에서 만난다. p와 q, q와 r 사이의 거리는 각각 d, $2d$이다.



다음을 답해보자. (단, 물체의 크기, 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

〈보 기〉

①. t_0는? (d, v로 표현)

$t_0=($　　　　$)$

②. A와 B가 만나는 순간 A, B의 속력은?

A: (　　　　)
B: (　　　　)

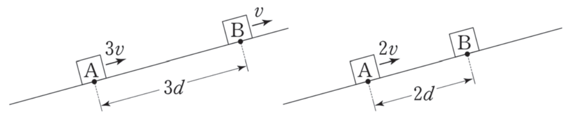
③. 빗면에서 A의 가속도의 크기는? (d, v로 표현)

(　　　　)

4.

[정답 222p]

그림과 같이 $t=0$일 때, 빗면을 따라 운동하는 물체 A가 속력 $3v$가 되는 순간 물체 B가 속력 v가 된다. 이때 A와 B 사이의 거리는 $3d$이다. 이후 $t=t_0$일 때, A의 속력이 $2v$가 되는 순간 A와 B 사이의 거리가 $2d$가 된 모습을 나타낸 것이다.



다음을 답해보자. (단, 물체의 크기, 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

〈보 기〉

①. t_0는? (d, v로 표현)

$t_0=($　　　　$)$

②. $t=t_0$인 순간, B의 속력은?

B: (　　　　)

③. A와 B가 만나는 순간 A, B의 속력은?

A: (　　　　)
B: (　　　　)

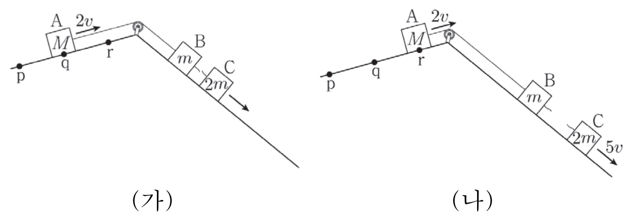
④. 빗면에서 A의 가속도의 크기는? (d, v로 표현)

(　　　　)

기출 문제

[23학년도 수능 17번 문항]

그림 (가)와 같이 물체 A, B, C를 실로 연결하고 A를 점 p에 가만히 놓았더니, 물체가 각각의 빗면에서 등가속도 운동하여 A가 점 q를 속력 $2v$로 지나는 순간 B와 C 사이의 실이 끊어진다. 그림 (나)와 같이 (가) 이후 A와 B는 등속도, C는 등가속도 운동하여, A가 점 r를 속력 $2v$로 지나는 순간 C의 속력은 $5v$가 된다. p와 q 사이, q와 r 사이의 거리는 같다. A, B, C의 질량은 각각 M, m, $2m$이다.



M은? (단, 물체의 크기, 실의 질량, 모든 마찰은 무시한다.)

① $2m$ ② $3m$ ③ $4m$ ④ $5m$ ⑤ $6m$

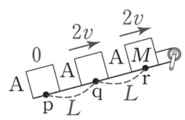
○ p와 q 사이 거리를 L로 두자.
A가 p에서 q까지, q에서 r까지 이동하는데 걸린 시간을 계산해 보고, 이를 이용하여 가속도를 계산해 보면 다음과 같다.

A가 p에서 q까지 이동하는데 걸린 시간 : $\dfrac{L}{\frac{2v+0}{2}}=\dfrac{L}{v}$

A가 q에서 r까지 이동하는데 걸린 시간 : $\dfrac{L}{2v}$

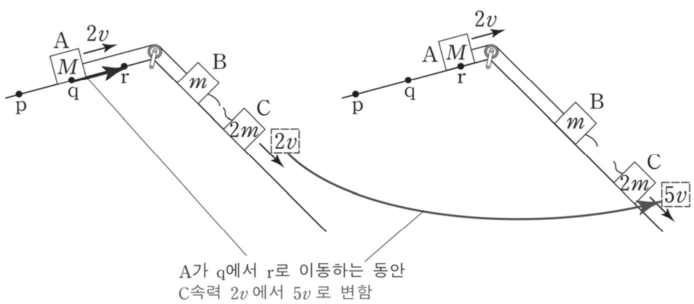
A가 p에서 q까지 이동하는 동안 가속도의 크기: $\dfrac{2v-0}{\frac{L}{v}}=\dfrac{2v^2}{L}$

A가 q에서 r까지 이동하는 동안 가속도의 크기: 0

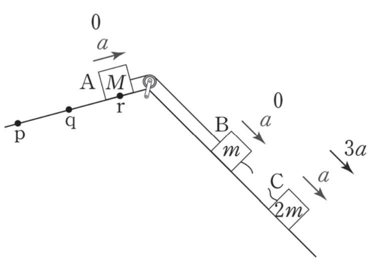


○ 실이 끊어진 후 한편 C는 A가 q에서 r까지 이동하는 $\dfrac{L}{2v}$의 시간 동안 속력이 $2v$에서 $5v$로 $3v$만큼 변한다.
이를 이용하여 실이 끊어진 후 C의 가속도의 크기를 계산해 보면 다음과 같다.

$$\dfrac{5v-2v}{\frac{L}{2v}}=\dfrac{6v^2}{L}$$



○ 실이 끊어지기 전 A+B+C계의 가속도는 $\dfrac{2v^2}{L}$이고
실이 끊어진 후 A+B계의 가속도는 0이며
실이 끊어진 후 C의 가속도는 $\dfrac{6v^2}{L}$이다.
$\dfrac{2v^2}{L}=a$로 두고, 실이 끊어지기 전 후 A+B계와 C의 가속도를 표현해 보면 아래와 같다.



실이 끊어지기 전 후 A+B계의 가속도 변화량의 크기는 a이고
실이 끊어지기 전 후 C의 가속도 변화량의 크기는 $3a-a=2a$이다.

가속도 변화량의 크기의 역수 비는 계의 질량의 역수비와 같으므로 다음이 성립한다.

$$\dfrac{1}{a}:\dfrac{1}{2a}=(M+m):2m,\ M=3m$$