02 Theme. 등가속도 운동

[개념편]

INTRO

물체가 움직이는 동안 물체에 작용하는 힘의 크기가 일정하면 물체는 등가속도 운동하게 됩니다. (단, 운동하는 동안 물체의 질량의 변화는 없다고 가정합니다.)
물리학 1과 달리 물리학 2에서는 평면상에서의 등가속도 운동에 대해 다루게 됩니다. 넓은 의미에서, 평면상의 등가속도 운동은 곧 포물선 운동으로 볼 수 있겠지만, 본격적으로 포물선 운동을 다루기 전에 등가속도 운동에 대해 다시 한번 짚고 넘어가도록 하겠습니다.

우선 앞으로 쓸 용어를 짤막하게 정리하고 가봅시다.

스칼라와 벡터

스칼라 : 크기만을 갖는 물리량. 예) 시간, 거리, 질량, 온도, 속력, 일, 에너지 등

벡터량 : 크기와 방향을 함께 갖는 물리량. 예) 위치, 변위, 속도, 가속도, 힘 등

이동 거리와 변위

이동 거리 : 물체가 실제로 움직인 경로의 길이, 스칼라량

변위 (변위 벡터) : 물체의 처음 위치와 나중 위치를 이은 직선 거리와 방향, 벡터량

속력과 속도

속력 : 단위 시간 동안[1]의 이동 거리.

$$\text{속력} = \frac{\text{이동 거리}}{\text{걸린 시간}} \ (\text{단위} : \mathrm{m/s})$$

속도 : 단위 시간 동안의 변위로, 빠르기와 운동 방향을 함께 나타냅니다.

$$\text{속도} = \frac{\text{변위}}{\text{걸린 시간}} \ (\text{단위} : \mathrm{m/s})$$

평균과 순간

평균 속도 : 시각 t_1에서 t_2까지의 속도. 즉 평균속도는

$$\vec{v}_{avg} = \frac{\text{변위}}{t_2 - t_1}$$

1) 어렵게 생각할 것 없이 ‘시간으로 나눈다’고 생각하시면 됩니다.

여기서, 평균 속도의 방향과 변위의 방향은 같습니다.

순간 속도 : t_1과 t_2의 시간 간격이 0에 가까울 때의 평균 속도. 경로상에서의 접선 방향.

평균 속력 : 시각 t_1에서 t_2까지의 속력. 즉 평균 속력은

$$v_{avg} = \frac{\text{이동거리}}{t_2 - t_1}$$

순간 속력 : t_1과 t_2의 시간 간격이 0에 가까울 때의 평균 속력. 순간 속도의 크기와 같습니다.

가속도

가속도 : 단위 시간 동안의 속도 변화량

$$\text{가속도} = \frac{\text{속도 변화량}}{\text{걸린 시간}} \quad (\text{단위} : \mathrm{m/s^2})$$

평균과 순간

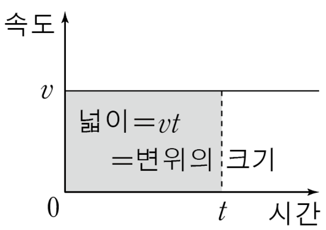
평균 가속도 : 시각 t_1에서 t_2까지의 가속도. 즉 평균 가속도는

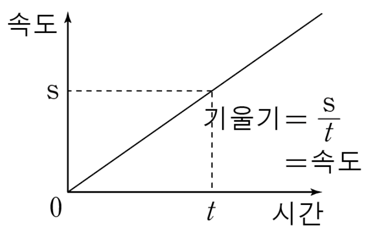
$$\vec{a}_{avg} = \frac{\vec{v_2} - \vec{v_1}}{t_2 - t_1}$$

순간 가속도 : t_1과 t_2의 시간 간격이 0에 가까울 때의 평균 가속도.

순간 가속도의 방향은 알짜힘의 방향과 같습니다.

물리학 2에서는 2차원 등가속도 운동이 충분히 나올 수 있지만, 기본적으로 x축과 y축(혹은 다른 두 수직인 축)에 대하여 따로 생각하는 것이 일반적이므로 이제부터는 등가속도 직선 운동에 대해 알아보도록 하겠습니다.

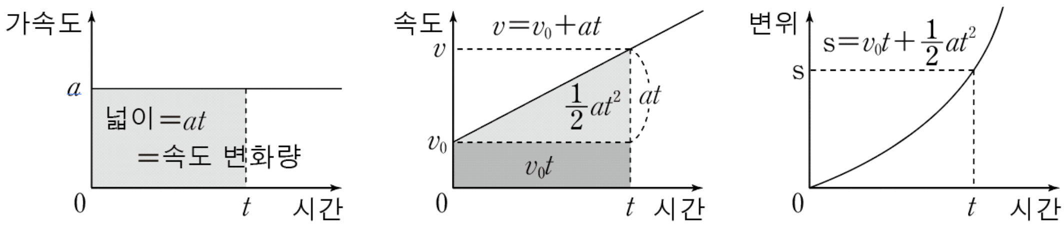




등가속도 운동에서 가속도가 0일 때, 물체가 등속도 운동한다고 합니다.

가속도가 0이므로, 물체의 속도는 변화하지 않아 그림과 같이 속도-시간 그래프에서 기울기가 0인 직선으로 나타납니다. 이때 그래프 아래 색칠된 부분의 넓이는 이동 거리를 나타냅니다.

위치-시간 그래프에서는 속력이 일정하므로, 기울기가 일정한 직선으로 나타나고 초기 변위가 0이라면, 위 그림과 같이 원점을 지나는 직선의 형태가 됩니다.



이번에는 가속도가 0이 아니면서 가속도가 일정한 경우를 봅시다. 가속도가 일정한 경우, 물체가 등가속도 운동 한다고 합니다. 물론 가속도가 0으로 일정한 경우도 포함합니다.

가속도가 일정하므로, 가속도-시간 그래프에서 기울기가 0인 직선으로 나타나며 그래프 아래 색칠된 부분의 넓이는 속도 변화량을 나타냅니다.

가속도가 0이 아닌 경우, 가속도가 속도를 변화시키기 때문에, 속도-시간 그래프에서 직선의 형태로 나타나며, 위 그림은 초기 속도가 v_0, 가속도가 a, 시간 t후에 속도가 v인 경우의 모습입니다. 아까와 마찬가지로, 그래프 아래 색칠된 부분의 넓이는 이동 거리를 나타냅니다.

이때, 그래프 아래 면적을 구해보면

$$s=v_0t+\frac{1}{2}at^2$$

이때, t일 때 속력 $v=v_0+at$임을 이용하면

$$s=\frac{2v_0+at}{2}t=\frac{v_0+(v_0+at)}{2}t=\frac{v_0+v}{2}t$$

이제 평균 속력의 정의로부터

$$v_{avg}=\frac{s}{t}=\frac{v_0+v}{2},\ s=v_{avg}t$$

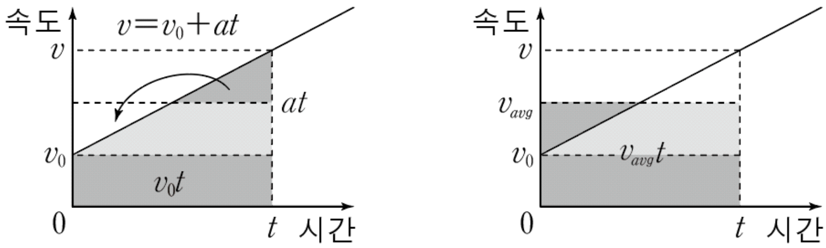
정리하면

$$s=v_{avg}t,\ v_{avg}=\frac{v_0+v}{2}$$

$$s=v_{avg}t,\ v_{avg}=\frac{v_0+v}{2}$$

중요하니 두 번 쓰고 가도록 하겠습니다.

v_{avg}를 기준으로 반을 잘라, 윗부분의 넓이를 아래쪽으로 옮기면 기하학적으로도 확인할 수 있습니다.



마지막으로 $s = v_{avg}t$를 조금 변형하여

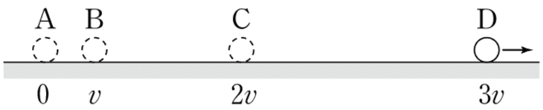
$$s = \frac{v+v_0}{2}t = \frac{v+v_0}{2} \cdot \frac{v-v_0}{a} = \frac{v^2-v_0^2}{2a},\ 2as = v^2 - v_0^2$$

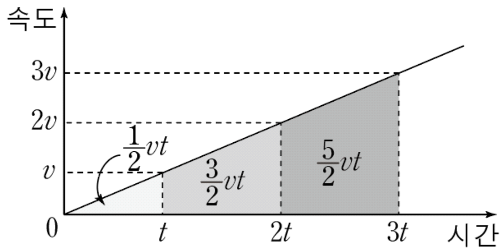
$2as = v^2 - v_0^2$를 얻습니다.2)

정리하면 등가속도 운동에서 변위에 대한 세 가지의 공식을 얻습니다.

$$s = v_0t + \frac{1}{2}at^2,\ s = v_{avg}t,\ 2as = v^2 - v_0^2$$

문제 상황에 따라 다르지만, 경험상 첫 번째 공식은 잘 쓰지 않고 두 번째 공식을 강조했듯 기본으로 사용하는 경우가 많습니다. 세 번째 공식은 계산을 줄이기 용이하기 때문에 문제 마무리에 사용하는 경우가 많습니다.





그림과 같이 초기 속도가 0인 물체가 지점 A~D를 통과하는 등가속도 직선 운동에 대해 생각해봅시다.
B, C, D를 통과하는 시간을 각각 t, $2t$, $3t$라 하고
오른쪽과 같이 속도-시간 그래프를 이용해 A~D 사이의 거리를 구해보면

$$\text{A~B} : \frac{1}{2}vt,\ \text{B~C} : \frac{3}{2}vt,\ \text{C~D} : \frac{5}{2}vt$$

이때 각 구간별 평균 속력을 A~B : $v_{avg} = \frac{0+v}{2}$와 같이 구하여 계산할 수 있습니다.

여기서, 물체의 속도가 실제로 v_{avg}와 같아지는,

$v = v_{avg}$를 만족하는 순간은 각 구간에서의 시간상의 중점임을 알 수 있습니다.

예를 들어 A~C 구간에서는 t일 때, 물체의 속력이 구간에서의 평균 속력 v와 같아집니다. 다만, 이때 물체가 A와 C의 중점에 위치하지는 않습니다. 쉽게 알 수 있지만, 물체는 A와 C의 중점보다 왼쪽인 B에 위치합니다.

물론, $2as = v^2 - v_0^2$을 사용하여 각 거리의 비를 알 수도 있습니다. 가속도의 크기를 a라 하면,

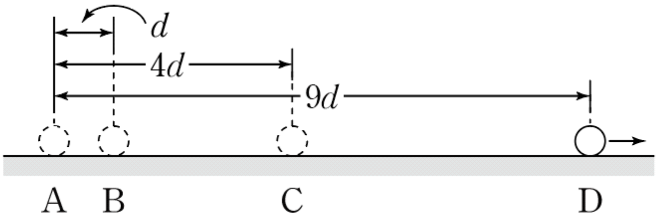
$$\text{A~B} : \frac{v^2}{2a},\ \text{B~C} : \frac{3v^2}{2a},\ \text{C~D} : \frac{5v^2}{2a}$$

형태는 다르지만, $a = \frac{v}{t}$이므로 사실 위에서 구한 것과 같습니다.

2) 이 공식에 대한 추가적인 논의는 수능편에...

02 Theme. 등가속도 운동

[수능편]



지점	A	B	C	D
시간	0	t	$2t$	$3t$
속력	0	v	$2v$	$3v$
변위	0	d	$4d$	$9d$

아까의 상황을 다시 한번 살펴봅시다. 이번엔 A와 B사이의 거리를 d로 두고 각 지점에서의 속력, 통과시간, 변위를 표로 나타내었습니다.

초기 속도가 0인 등가속도 운동에서 시간에 대하여 속력은 at, 변위는 $\left(\frac{1}{2}\right)at^2$이므로

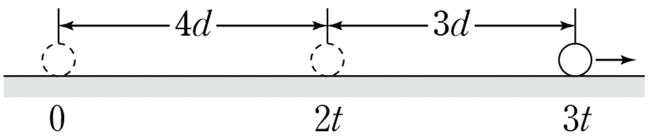
속력은 시간에 비례하고 변위는 시간의 제곱에 비례합니다.

이때 n번째 지점과 $n-1$번째 지점 사이의 거리는 $n^2-(n-1)^2=2n-1$이므로

각 지점 사이의 거리는 다음과 같이 등차 수열의 형태를 나타내게 됩니다,

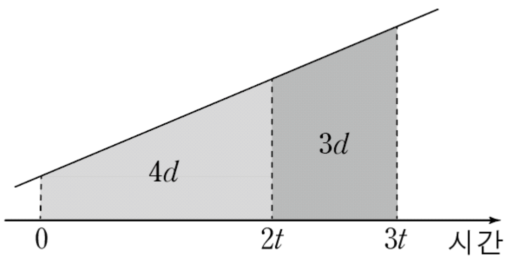
$$1:3:5:\cdots:(2n-1)$$

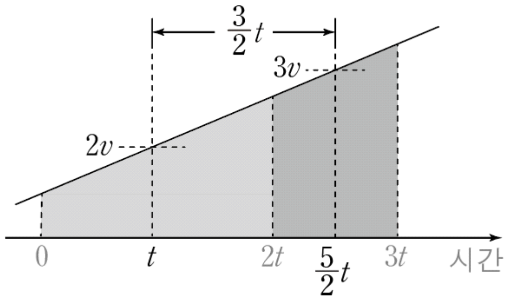
개념편에서 각 지점 사이의 거리가 A~B : $\frac{1}{2}vt$, B~C : $\frac{3}{2}vt$, C~D : $\frac{5}{2}vt$로 1:3:5임을 확인할 수 있죠.



이번에는 초기 속도가 0이 아닌 더 일반적인 경우에 대해 생각해봅시다.

예를 들어 등가속도 직선 운동하는 물체가 0, $2t$, $3t$일 때 지점을 통과하며, 각 지점 사이의 거리가 $4d$, $3d$이면





왼쪽 그림과 같이 속도-시간 그래프를 그릴 수 있습니다.

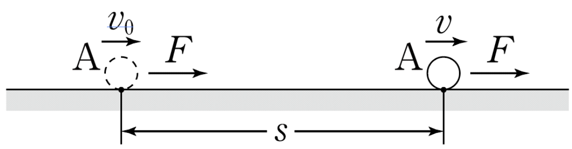
이제 $0\sim2t$와 $2t\sim3t$에서의 평균 속도를 구해보면 $v=\dfrac{d}{t}$에 대하여

$2v$와 $3v$임을 알 수 있습니다.

$v=v_{avg}$를 만족하는 순간은 각 구간에서의 시간상의 중점이므로

시간이 t일 때 속력이 $2v$, 시간이 $\dfrac{5}{2}t$일 때 속력이 $3v$임을 알 수 있습니다.

이제 등가속도 운동에서의 가속도를 구해보면, $a=\dfrac{3v-2v}{\dfrac{3}{2}t}=\dfrac{2v}{3t}$



일-운동 에너지 정리에 따르면 물체에 한 일의 크기는 운동 에너지 변화량과 같습니다.
물체에 작용하는 힘의 방향이 물체의 운동 방향과 같으면 물체의 운동 에너지는 증가하고, 물체에 작용하는 힘의 방향이 물체의 운동 방향과 반대이면 물체의 운동 에너지는 감소합니다.
그림과 같이 질량이 m인 물체 A에 운동 방향과 나란한 힘 F가 변위 s만큼 작용하면

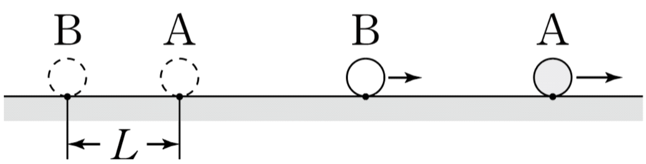
$$W=F\cdot s=(F\cdot s'\cdot cos\theta)=\varDelta E_K$$

이때 $\varDelta E_{\mathrm{K}}=\dfrac{1}{2}m\left(v^2-v_0^2\right)$이므로 $F\cdot s=\dfrac{1}{2}m\left(v^2-v_0^2\right)$

$$F=ma,\ \ mas=\frac{1}{2}m\left(v^2-v_0^2\right)\ \rightarrow\ 2as=v^2-v_0^2$$

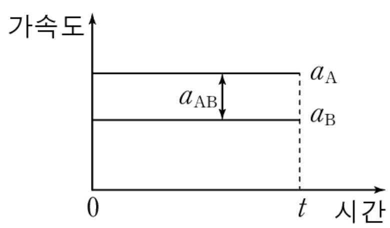
따라서, $mgh=\dfrac{1}{2}m\left(v^2-v_0^2\right)$와 같이 역학적 에너지 보존식을 사용할 때는

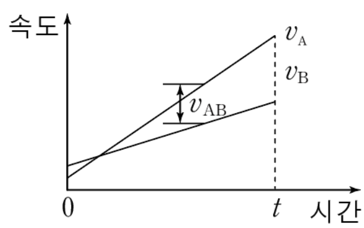
$2gh=v^2-v_0^2$을 대신 사용할 수 있습니다.



속도가 각각 v_{A}, v_{B}, 가속도가 각각 a_{A}, a_{B}로 일정한 등가속도 운동을 하는 두 물체 A, B에 대하여

A에 대한 B의 상대속도는 $v_{\mathrm{AB}}=v_{\mathrm{B}}-v_{\mathrm{A}}$, A에 대한 B의 상대가속도는 $a_{\mathrm{AB}}=a_{\mathrm{B}}-a_{\mathrm{A}}$로 정의됩니다.



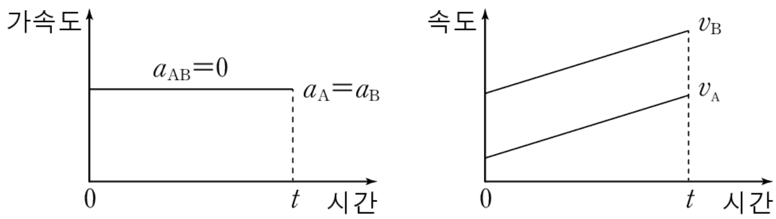


시간 t일 때, 각 물체의 변위는 $s_{\mathrm{A}} = v_{\mathrm{A}}t + \frac{a}{2}a_{\mathrm{A}}t^2$, $s_{\mathrm{B}} = v_{\mathrm{B}}t + \frac{a}{2}a_{\mathrm{B}}t^2$이므로

두 물체 사이의 거리 변화량은 $\varDelta L = s_{\mathrm{B}} - s_{\mathrm{A}} = (v_{\mathrm{B}} - v_{\mathrm{A}})t + \frac{1}{2}(a_{\mathrm{B}} - a_{\mathrm{A}})t^2 = v_{\mathrm{AB}}t + \frac{1}{2}a_{\mathrm{AB}}t^2$

즉. 두 물체 사이의 거리를 마치 속도가 v_{AB}이고 가속도가 a_{AB}인 물체의 변위로 생각할 수 있습니다.

이때, 속도와 가속도의 관계에서와 같이 $\varDelta v_{\mathrm{AB}} = a_{\mathrm{AB}}\varDelta t$가 성립합니다. ($v_{\mathrm{B}} = v_{\mathrm{B0}} + a_{\mathrm{B}}t$, $v_{\mathrm{A}} = v_{\mathrm{A0}} + a_{\mathrm{A}}t$이므로...)



가속도가 같은 두 물체에 대하여, $a_{\mathrm{AB}} = 0$이므로 상대속도의 크기는 일정하고, 두 물체 사이의 거리의 변화량은 $\varDelta L = v_{\mathrm{AB}}t$이므로 시간에 대하여 일정하게 증가 혹은 감소하게 됩니다.

Theme.

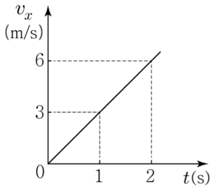
02 등가속도 운동

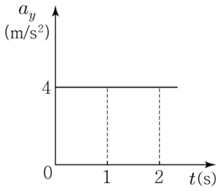
[문제편]

01

19학년도 4월 3번

3. 그림은 xy평면에서 정지해 있던 물체가 운동하는 순간부터 물체의 속도의 x성분 v_x와 가속도의 y성분 a_y를 각각 시간 t에 따라 나타낸 것이다.





물체의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

〈보 기〉

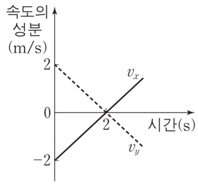
ㄱ. 1초일 때 속력은 5m/s이다.
ㄴ. 2초일 때 가속도의 크기는 5m/s^2이다.
ㄷ. 0초부터 2초까지 변위의 크기는 10m이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

16학년도 6월 4번

4. 그림은 xy평면에서 등가속도 운동을 하는 질량 1kg인 물체의 속도의 x성분 v_x와 y성분 v_y를 시간에 따라 나타낸 것이다.



물체의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

〈보 기〉

ㄱ. 0초에서 2초까지 변위의 크기는 $2\sqrt{2}$ m이다.
ㄴ. 가속도의 방향은 $+x$방향이다.
ㄷ. 물체에 작용하는 알짜힘의 크기는 $\sqrt{2}$ N이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01 Solution 19학년도 4월 3번

속도의 x성분은 일정하게 증가하고, 가속도의 y성분이 일정하므로 물체는 가속도의 x성분과 y성분이 일정한 등가속도 운동합니다.

ㄱ. 1초일 때 속도의 x성분은 $3\,\mathrm{m/s}$,
y성분은 $(0+1\cdot4)\,\mathrm{m/s}$이므로 속력은 $5\,\mathrm{m/s}$입니다.

ㄴ. 가속도의 x성분이 $\frac{3\,\mathrm{m/s}}{1\,\mathrm{s}}=3\,\mathrm{m/s^2}$이므로 가속도의 크기는 $5\,\mathrm{m/s^2}$입니다.

ㄷ. 가속도가 일정하고 물체가 정지한 상태에서 운동하기 시작하므로, 물체는 등가속도 직선 운동합니다. $5\,\mathrm{m/s^2}$의 가속도로 2초 동안의 변위는 $\frac{1}{2}\cdot5\cdot2^2=10\,\mathrm{m}$입니다. (혹은, 변위의 x성분과 y성분을 따로 구하셔도 괜찮습니다.)

따라서 답은 5번입니다.

02 Solution 16학년도 6월 4번

이전 문제와 마찬가지로, 물체는 가속도의 x성분과 y성분이 일정한 등가속도 운동합니다. 각 보기에서 묻는 물리량을 성분별로 구하여 계산해도 괜찮지만, 속도의 방향과 가속도의 방향이 나란함을 이용해봅시다.

ㄱ. 처음 속력은 $2\sqrt{2}\,\mathrm{m/s}$, 가속도의 크기는 $\sqrt{2}\,\mathrm{m/s^2}$입니다. 속도의 방향과 가속도의 방향이 나란하므로 물체는 등가속도 직선 운동합니다. 2초일 때 속력이 0이므로, 평균 속력은 $\sqrt{2}\,\mathrm{m/s}$이고 변위의 크기는 $2\sqrt{2}\,\mathrm{m}$입니다.

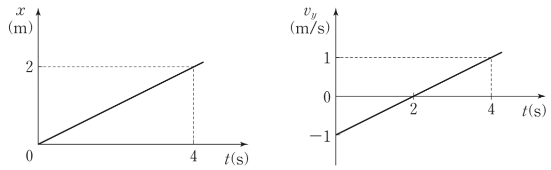
ㄴ. 가속도의 방향은 x축과 $45°$를 이룹니다.

ㄷ. 물체의 질량이 $1\,\mathrm{kg}$이고, ㄱ에서 가속도의 크기는 $\sqrt{2}\,\mathrm{m/s^2}$이므로 물체에 작용하는 알짜힘의 크기는 $\sqrt{2}\,\mathrm{N}$입니다.

따라서 답은 3번입니다.

03 18학년도 6월 3번

3. 그림은 xy 평면에서 운동하는 질량 2 kg인 물체의 위치의 x성분과 속도의 y성분 v_y를 각각 시간 t에 따라 나타낸 것이다.



물체의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

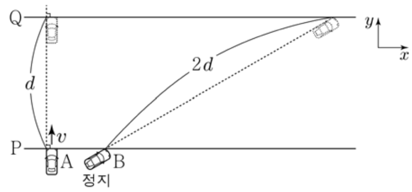
〈보 기〉

ㄱ. 0초부터 4초까지 변위의 크기는 2 m이다.
ㄴ. 1초일 때와 3초일 때 가속도의 방향은 같다.
ㄷ. 2초일 때 물체에 작용하는 알짜힘의 크기는 2 N이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 18학년도 4월 4번

4. 그림과 같이 xy평면에서 자동차 A가 속력 v로 $+y$방향으로 기준선 P를 통과하는 순간, P에 정지해 있던 자동차 B가 출발한다. P에서 기준선 Q까지 A, B는 각각 등속도, 등가속도 직선 운동하여 동시에 Q를 통과한다. P에서 Q까지 A, B가 이동한 거리는 각각 d, $2d$이다.



A, B가 P에서 Q까지 운동하는 동안, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A, B의 크기는 무시한다.) [3점]

〈보 기〉

ㄱ. 평균 속력은 A가 B보다 크다.
ㄴ. B의 가속도의 크기는 $\frac{4v^2}{d}$이다.
ㄷ. Q에서 B의 속도의 x성분의 크기는 $2\sqrt{3}v$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 Solution 14학년도 수능 20번

위치의 x성분은 일정하게 증가하고, 속도의 y성분이 일정하므로 물체는 속도의 x성분이 일정하고 가속도의 y성분이 일정한 등가속도 운동합니다.

ㄱ. 0초부터 4초까지 평균 속도의 y성분은 0이므로 변위의 크기는 x성분만 고려하면 충분합니다. 따라서 2 m입니다.
ㄴ. 등가속도 운동이므로 가속도의 크기와 방향은 일정합니다.
ㄷ. 질량이 2 kg이고 가속도의 크기는 $\frac{1\,\mathrm{m/s}}{2\,\mathrm{s}} = \frac{1}{2}\,\mathrm{m/s^2}$이므로 알짜힘의 크기는 1 N입니다.

따라서 답은 3번입니다.

04 Solution 15학년도 수능 20번

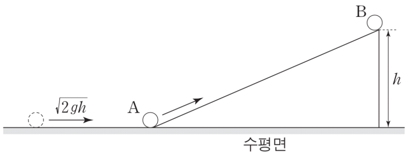
ㄱ. 같은 시간 동안의 이동 거리가 B가 A보다 크므로 평균 속력은 B가 A보다 큽니다.
ㄴ. v의 속력으로 등속도 운동하는 A의 이동 거리가 d이므로 B의 평균 속력은 $2v$입니다. 따라서 Q를 통과하는 B의 속력을 v_{Q}라 두면, $2v = \frac{0 + v_{\mathrm{Q}}}{2}$로부터 $v_{\mathrm{Q}} = 4v$입니다. 이제 가속도의 크기는 $\frac{4v}{\frac{d}{v}} = \frac{4v^2}{d}$입니다.
ㄷ. P와 Q사이의 거리가 d이고 B의 이동 거리가 $2d$이므로 B의 속도가 x축과 이루는 각의 크기는 30° 입니다. $v_{\mathrm{Q}} = 4v$이므로 Q에서 B의 속도의 x성분의 크기는 $2\sqrt{3}\,v$입니다.

따라서 답은 4번입니다.

05

17학년도 6월 16번

16. 그림과 같이 높이 h인 경사면을 향해 수평면에서 속력 $\sqrt{2gh}$로 운동하던 물체 A가 경사면에 도달하는 순간, 물체 B를 경사면의 꼭대기에서 가만히 놓는다. A, B는 동일 연직면 상에서 등가속도로 운동하여 서로 충돌한다.



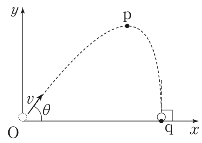
충돌할 때까지 경사면을 따라 A, B가 이동한 거리가 각각 ℓ_A, ℓ_B일 때, $\ell_A : \ell_B$는? (단, 중력 가속도는 g이며, 물체의 크기, 공기 저항, 마찰은 무시한다.) [3점]

① 3 : 1 ② 3 : 2 ③ 2 : 3 ④ 1 : 2 ⑤ 1 : 3

06

18학년도 수능 18번

18. 그림과 같이 입자가 x축과 θ의 각을 이루며 v의 속력으로 원점 O에 입사한 후, 일정한 힘을 받아 xy 평면에서 포물선 운동을 하여 x축에 수직인 방향으로 x축 상의 점 q에 도달한다. 입자가 점 p를 지날 때 x축과 입자 사이의 거리는 최대이고, O에서 p까지 운동하는 데 걸린 시간은 t_0이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

〈보 기〉

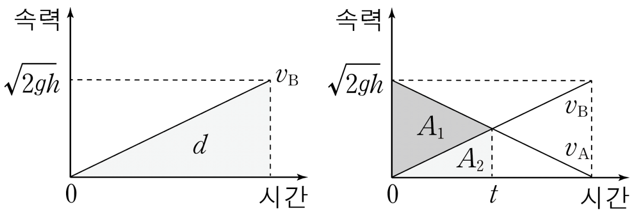
ㄱ. 입자의 가속도의 방향은 $-y$방향이다.
ㄴ. q에서 입자의 속력은 $v\sin\theta$이다.
ㄷ. p에서 q까지 입자가 운동하는 데 걸린 시간은 t_0이다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

* 포물선 운동 → 등가속도 운동 으로 바꾸어 풀어봅시다

05 Solution 17학년도 6월 16번

B가 수평면에 도달하는 순간의 속력이 $\sqrt{2gh}$ 임에 주목합시다. 경사면에서 A와 B의 가속도는 같습니다. 경사면의 길이를 d 라고 합시다.



B가 만약 충돌하지 않고 내려왔다면, 왼쪽 그림과 같이 면적이 h가 됩니다. 이제 A와 B가 충돌하지 않는다고 가정하면, A가 경사면에 도달하는 순간의 속력과 B의 수평면에 도달하는 순간의 속력이 $\sqrt{2gh}$ 로 같으므로 오른쪽 그림과 같이 속력-시간 그래프를 그릴 수 있습니다.

이 때 A와 B의 속력이 같아지는 순간의 시간을 t라 하면, A의 이동 거리는 A_1+A_2, B의 이동 거리는 A_2이므로 총 이동 거리가 $A_1+2A_2=h$입니다. 따라서 A와 B는 t일 때 충돌함을 알 수 있고 기하학적 관계로부터 $l_A : l_B = 3:1$입니다.

따라서 답은 1번입니다.

[실전 풀이]

A와 B의 가속도가 같으므로 상대속도는 $\sqrt{2gh}$ 로 일정합니다. B가 충돌하지 않고 내려오는데 걸리는 시간을 $2t$로 두면 평균 속력은 $\frac{\sqrt{2gh}}{2}$이므로 $d=\sqrt{2gh}\,t$입니다. 따라서 A와 B사이의 거리가 $-d$만큼 변화하려면 $\Delta L = v_{BA}t$로부터 충돌하는 순간의 시간은 t가 됩니다. 그리고 사실, 속도-시간 그래프를 그려보시는 것이 더 편할수도 있습니다..!

06 Solution 18학년도 수능 18번

물체가 일정한 힘을 받으므로 물체는 등가속도 운동합니다.

O에서 속도의 x성분과 y성분을 각각 v_x, v_y로 둡시다.

입자가 q에 x축에 수직인 방향으로 도달하므로 q에서 속도의 x성분은 0이고, p에서 q까지 변위의 y성분이 0이므로 평균 속도로부터 q에서 속도의 y성분은 $-v_y$입니다.

ㄱ. 가속도의 x성분이 0이 아닙니다.

ㄴ. q에서 입자의 속력은 v_y이고 $v_y = v\sin\theta$입니다.

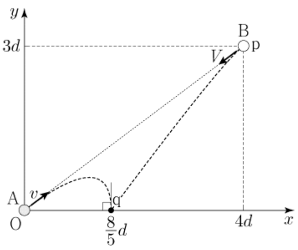
ㄷ. x축과의 거리가 최대인 순간, 입자의 속도의 y성분은 0입니다. 따라서 가속도의 y성분을 a_y라 하면, $t_0=\frac{v_y}{a_y}$이고 p에서 q까지 입자가 운동하는 데 걸린 시간 또한 $\frac{v_y}{a_y}=t_0$입니다.

따라서 답은 5번입니다.

07

22학년도 6월 19번

19. 그림과 같이 물체 A와 B를 동시에 발사하였더니 A, B가 xy 평면상에서 같은 가속도로 각각 등가속도 운동을 하여 점 q에 동시에 도달한다. A는 원점 O에서 속력 v로 점 p를 향해, B는 p에서 속력 V로 O를 향해 발사되었다. A는 x축에 수직인 방향으로 q에 도달한다. p의 x, y좌표는 각각 $4d$, $3d$이고 q는 x축상의 $x=\frac{8}{5}d$인 점이다.



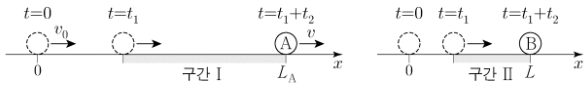
V는? (단, 물체의 크기는 무시한다.) [3점]

① $\frac{v}{4}$ ② $\frac{v}{5}$ ③ $\frac{v}{6}$ ④ $\frac{v}{7}$ ⑤ $\frac{v}{8}$

08

22학년도 9월 20번

20. 그림 (가), (나)는 물체 A, B가 x축상에서 직선 운동을 하는 것을 나타낸 것이다. A는 v_0의 속력으로 원점을 지나 t_1초 동안 등속 운동을 하다가 t_2초 동안 속력이 일정하게 증가하여 $x=L_\text{A}$인 지점에서 v의 속력이 된다. t_1, t_2초 동안 A가 이동한 거리의 비는 1 : 3이다. 원점에 정지해 있던 B는 t_1, t_2초 동안 각각 등가속도 운동을 하여 $x=L$인 지점에서 정지한다. t_1초 동안 A와 B가 이동한 거리의 비는 2 : 1이며, 구간 Ⅰ, Ⅱ에서 물체의 가속도 크기는 B가 A의 2배이다.



(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물체의 크기는 무시한다.) [3점]

<보 기>

ㄱ. $t_1=\frac{5}{12}t_2$이다.

ㄴ. v는 B의 최대 속력의 $\frac{3}{2}$배이다.

ㄷ. $L_\text{A}=\frac{40}{17}L$이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07 Solution 22학년도 6월 19번

A의 변위와 B의 변위를 생각하며

A의 평균 속도의 수평, 수직 성분을 각각 $8v_0$, 0

B의 평균 속도의 수평, 수직 성분을 각각 $12v_0$, $15v_0$

라 둡시다.

A가 수직으로 q에 도달하므로

여기서 A의 수평 성분의 크기는 0이고

A의 속도의 수평 성분의 변화량의 크기는 $16v_0$가 됩니다.

A와 B의 가속도가 서로 같으므로

p에서 B의 속도의 수평 성분의 크기는 $4v_0$이고

B는 O를 향해 발사되었으므로

p에서 B의 속도의 수직 성분의 크기는 $3v_0$가 됩니다.

따라서 B의 속도의 수직 성분의 변화량의 크기는 $24v_0$이고

이는 A의 속도의 수직 성분의 변화량의 크기와 같으므로

O에서 A의 속도의 수직 성분의 크기는 $12v_0$가 됩니다.

O에서 A의 속도는 $(16v_0,\ 12v_0)$,

p에서 B의 속도는 $(-4v,\ -3v_0)$이므로

$V=\dfrac{v}{4}$가 됩니다.

따라서 답은 ①입니다.

08 Solution 22학년도 9월 20번

t_1초 동안의 이동한 거리의 비가 $2:1$이므로

B가 구간 II에 진입하는 순간의 속력은 v_0가 됩니다.

구간 II에서 t_2초 동안의 속도 변화량은 $-v_0$가 되고

각 구간에서 가속도의 크기가 B가 A의 2배이므로

같은 시간 동안 구간 I에서 속도 변화량은 $+\dfrac{1}{2}v_0$가 되어

$v=\dfrac{3}{2}v_0$가 됩니다.

ㄱ. $3v_0t_1=\dfrac{5v_0}{4}t_2$에서 $t_1=\dfrac{5}{12}t_2$

ㄴ. B의 최대 속력이 최대인 순간은 구간 II에 진입하는 순간이고 $v=\dfrac{3}{2}v_0$이므로 v는 B의 최대 속력의 $\dfrac{3}{2}$배입니다.

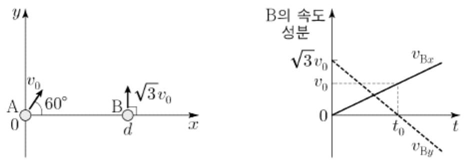
ㄷ. A가 이동한 거리의 비가 $1:3$이므로 $L_A=(1+3)v_0t_1$, $L=\dfrac{v_0}{2}(t_1+t_2)=\dfrac{17}{10}v_0t_1$ 따라서 $L_A=\dfrac{40}{17}L$입니다.

따라서 답은 ⑤입니다.

09

22학년도 수능 20번

20. 그림 (가)와 같이 시간 $t=0$일 때 원점에서 물체 A를 x축과 $60°$의 각을 이루며 속력 v_0으로, x축상의 $x=d$인 점에서 물체 B를 $+y$방향으로 속력 $\sqrt{3}v_0$으로 발사하였다. A, B는 xy평면에서 같은 가속도로 각각 등가속도 운동을 한다. 그림 (나)는 B의 속도의 x성분 v_{Bx}와 y성분 v_{By}를 t에 따라 나타낸 것이다.



(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물체의 크기는 무시한다.)

<보 기>

ㄱ. A의 가속도의 크기는 $\frac{2v_0}{t_0}$이다.

ㄴ. A는 x축상의 $x=\frac{3}{8}v_0t_0$인 점을 지난다.

ㄷ. $t=\frac{d}{2v_0}$일 때, A와 B 사이의 거리는 최소가 된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

09 Solution 22학년도 수능 20번

ㄱ. A와 B의 가속도의 크기가 서로 같으므로 a라 하면

(나)에서 B의 속도 성분으로부터 $a^2 = \left(\frac{\sqrt{3}\,v_0}{t_0}\right)^2 + \left(\frac{v_0}{t_0}\right)^2$

따라서 $a = \frac{2v_0}{t_0}$가 됩니다.

ㄴ. A는 A의 속도의 y성분이 초기 속도의 y성분과 크기가 같아질 때 x축에 도달하며 따라서 $t = t_0$일 때 x축에 도달하게 됩니다. 이때 t_0동안 B의 속도의 x성분 증가량이 v_0이므로 x축에 도달하는 순간 A의 속도의 x성분은 $\frac{1}{2}v_0 + v_0 = \frac{3}{2}v_0$이고 A의 평균 속도의 크기는 $\frac{\frac{1}{2}v_0 + \frac{3}{2}v_0}{2} = v_0$이므로 A는 x축상의 $x = v_0 t_0$인 점을 지납니다.

ㄷ. A와 B의 가속도의 크기가 서로 같으므로 A와 B 사이의 상대 가속도는 0이됩니다. 이때 B에 대한 A의 속도의 방향은 x축과 60°의 각을 이루고 크기는 v_0이므로 A와 B 사이의 거리는 A의 상대 경로가 B와 가장 가까워 지는 순간이고 $\frac{d}{2}$만큼 상대 운동을 하는 데 걸리는 시간은 $\frac{d}{2v_0}$가 됩니다.

따라서 답은 ⑤입니다.