

Made by
JCH

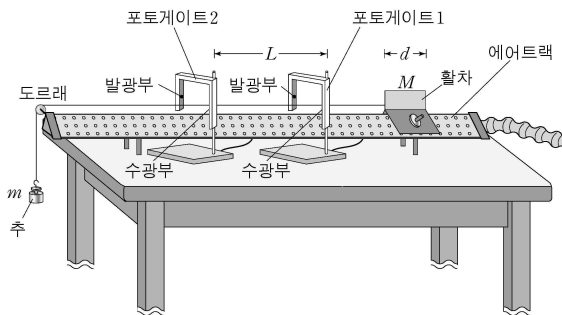
물리 II

2007학년도 30번

다음은 마찰이 없는 에어트랙(air track)을 이용하여 뉴턴의 제2법칙을 확인하는 실험 과정과 결과의 일부이다.

<실험 과정>

- (1) 그림과 같이 에어트랙이 수평이 되게 한 후 포토게이트 1, 포토게이트 2를 설치한다. 두 포토게이트 사이의 거리 L 은 활차의 길이 d 에 비하여 충분히 크게 하고 L 과 d 를 측정한다.
- (2) 활차가 각 포토게이트를 통과하는 동안 발광부에서 나와 수광부로 들어가는 빛이 차단되는 시간 간격을 측정하도록 각 포토게이트를 설정한다.
- (3) 질량 m 인 추를 질량 M 인 활차와 실로 연결하여 그림과 같이 장치하고 활차를 가만히 놓아 출발시킨다.
- (4) 활차가 포토게이트 1을 지나면서 빛을 차단하는 시간 간격 Δt_1 을 측정한다. 같은 방법으로 활차가 포토게이트 2를 지나면서 빛을 차단하는 시간 간격 Δt_2 을 측정한다.
- (5) 포토게이트 1과 포토게이트 2 위치에서의 활차의 속도 v_1, v_2 를 각각 구하고 이를 순간 속력으로 간주하여 활차의 가속도 크기 a 를 구한다.



<실험 결과>

측정값						계산값		
L (m)	d (m)	m (kg)	M (kg)	Δt_1 (s)	Δt_2 (s)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	a (m/s ²)
0.50	0.10	0.40	0.20	0.037	0.027	(가)	3.7	(나)

실험 결과의 계산값에서 (가)와 (나)를 구하는 식으로 가장 적절한 것을 바르게 짝지은 것은?

(가) (나)

- | | | |
|---|------------------------|----------------------------|
| ① | $\frac{L}{\Delta t_1}$ | $\frac{v_2^2 - v_1^2}{d}$ |
| ② | $\frac{L}{\Delta t_1}$ | $\frac{v_2^2 + v_1^2}{2d}$ |
| ③ | $\frac{d}{\Delta t_1}$ | $\frac{v_2^2 + v_1^2}{L}$ |
| ④ | $\frac{d}{\Delta t_1}$ | $\frac{v_2^2 + v_1^2}{2L}$ |
| ⑤ | $\frac{d}{\Delta t_1}$ | $\frac{v_2^2 - v_1^2}{2L}$ |

【해설】

(가)는 활차의 길이 d 를 포토게이트를 통과하는 동안의 시간으로 나누면 구할 수 있다.

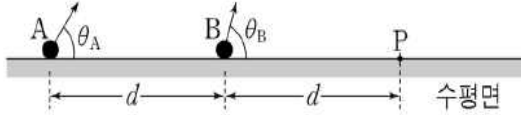
(나)는 $2as = (v_f)^2 - (v_i)^2$ 으로 구할 수 있다.

여기서 v_f 는 포토게이트 2를 통과할 때의 속력이고 v_i 는 포토게이트 1을 통과할 때의 속력이다.

따라서 답은 5번이다.

2009학년도 33번

그림은 수평면상의 지점 P로부터 거리가 $2d$, d 인 지점에서 동일한 두 물체 A, B를 각각 수평면에 대해 θ_A , θ_B 의 각으로 동시에 쏘아 올리는 것을 나타낸 것이다.



A, B가 포물선 운동을 하여 P에 동시에 떨어질 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 공기의 저항과 물체의 크기는 무시한다.)

—<보 기>—

- ㄱ. 속도의 수평성분 크기는 A가 B의 2배이다.
- ㄴ. 최고점에 도달하는 데 걸리는 시간은 A가 B의 2배이다.
- ㄷ. $\tan\theta_B = 2\tan\theta_A$ 이다.

【해설】

ㄱ과 ㄷ번 정답

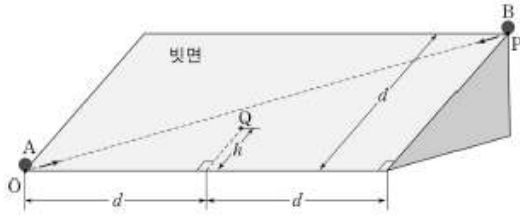
‘P에 동시에 떨어진다’로부터 체공시간은 동일 (ㄴ 틀림)
즉, 초기 y방향 속도 크기는 A, B 모두 동일하다라는 것을 알 수 있다.

또한 A, B 모두 P점에 떨어지는 것으로 보아서 x방향 속도성분의 크기는 A가 B의 2배라는 사실을 알 수 있다.(ㄱ 정답)

ㄷ. $\tan\theta = \frac{y\text{방향 속도 성분 크기}}{x\text{방향 속도 성분 크기}}$ 이므로 정답임을 알 수 있다.

2010학년도 33번

그림은 마찰이 없고 수평면에 대한 경사각이 일정한 빗면의 한 지점 O에 있는 물체 A와 지점 P에 있는 물체 B를 나타낸 것이다. P는 O로부터 수평 방향으로 거리 $2d$, 빗면 방향으로 거리 d 만큼 떨어진 지점이다. 서로를 향해 동시에 던져진 A, B는 빗면 상에서 포물선 운동을 하여 O로부터 수평 방향으로 d , 빗면 방향으로 h 만큼 떨어진 지점 Q에서 충돌한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

(단, 공기의 저항과 물체의 크기는 무시한다.)

<보 기>

ㄱ. 던져진 순간의 속력은 A와 B가 서로 같다.

ㄴ. Q에서의 속력은 A와 B가 서로 같다.

ㄷ. $h = \frac{d}{2}$ 이다.

【해설】

ㄱ번 정답

충돌 이전까지 걸린 시간과 출발지점으로부터 수평방향으로 떨어진 지점 Q까지 거리가 A와 B 모두 동일하므로 x방향의 속도 성분의 크기는 동일하다.

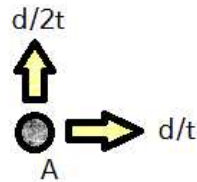
서로를 향해 던지기 때문에 x성분과 y성분의 속도크기 비율은 A와 B 동일하고 여기서 x성분의 크기가 같기에 y성분의 속도크기도 동일하다.(빗면을 x,y 평면으로 생각)

따라서, ㄱ번 정답

A와 B가 빗면에서 포물선 운동을 하는 동안 -y방향으로 일정한 가속도를 받게된다.

Q지점에서 충돌할 때, B는 초기 y성분 속도 크기보다 커지게 되지만 A는 운동방향과 힘을 받는 방향이 반대이기에 초기 y성분 크기보다 작아지게 되므로 ㄴ번은 정답이 아니다.

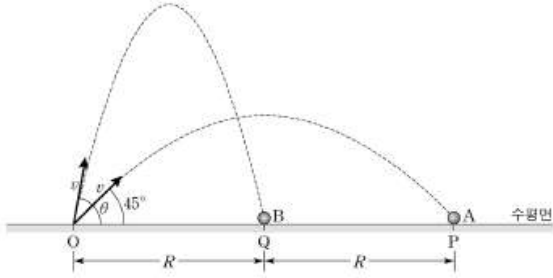
빗면에서의 -y방향으로의 가속도 크기가 문제에서 주어지지 않아 정확히 h를 구해내기는 어렵지만 A의 운동을 살펴보자.



$h = \frac{d}{2t}t - \frac{1}{2}at^2$ 으로 $\frac{d}{2}$ 보다는 작음을 알 수 있다.

2012학년도 35번

그림은 지점 O에서 같은 속력 v 로 던진 물체 A, B가 포물선 운동을 하여 O로부터 수평거리가 각각 $2R$, R 인 지점 P, Q에 떨어진 것을 나타낸 것이다. A와 B는 수평면과 각각 45° 와 $\theta(>45^\circ)$ 의 각으로 던져졌다.
O, P, Q는 수평면의 동일 직선상에 있다.



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

<보 기>

ㄱ. $R = \frac{v^2}{g}$ 이다.

ㄴ. $\theta = 75^\circ$ 이다.

ㄷ. 수평면으로부터 최고점까지의 높이는 B가 A의 2배이다.

【해설】

ㄴ번만 정답

포물선 운동에서 수평도달거리 $= \frac{v^2 \sin 2\theta}{g}$ 이므로 A의 운동으로부터

터 $2R = \frac{v^2}{g}$ 을 알아낼 수 있다. (ㄱ번 틀림)

마찬가지로 수평도달거리 공식을 이용하여 B의 운동을 살펴보면

$\sin 2\theta = \frac{1}{2}$ 이 되어야 하므로 $\theta = 75^\circ$ 가 되어야 함을 알 수 있다.

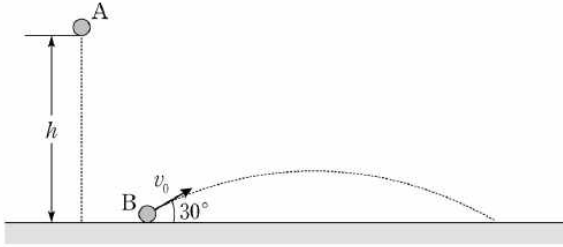
(ㄴ 정답)

최고점 높이 $= \frac{v^2 \sin^2 \theta}{2g}$ 를 이용하여 풀어보면 2배가 아니라는 것을

알 수 있다. (ㄷ번 틀림)

2013학년도 33번

그림은 물체 A를 수평면으로부터 높이 h 인 지점에서 가만히 놓는 순간, 물체 B를 수평면에 대해 30° 의 각으로 속력 v_0 으로 던지는 것을 나타낸 것이다. A, B는 질량이 서로 같고, 수평면에 동시에 도달한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는 g 이고, 물체의 크기와 공기 저항은 무시한다.)

< 보 기 >

- ㄱ. $v_0 = \sqrt{2gh}$
 ㄴ. 운동하는 동안 역학적 에너지는 A와 B가 서로 같다.
 ㄷ. 수평면에 도달할 때의 속력은 A가 B보다 크다.

【해설】

ㄱ과 ㄴ번 정답

A의 운동은 자유낙하 운동이다.

$$\frac{1}{2}gt^2 = h \text{ 이므로 체공시간 } t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \text{ 이다}$$

B운동의 체공시간은 $\frac{v_0}{g}$ 인데 서로 동일하므로 (ㄱ번 정답)임을 알 수 있다.

운동하는 동안에는 중력만 작용하기에 역학적 에너지는 보존되며 서로 같다.(ㄴ번 정답)

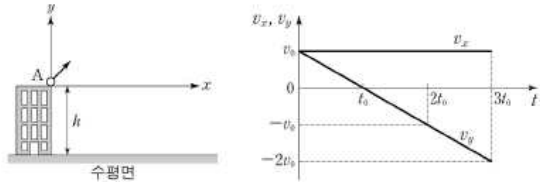
gt는 A가 지면에 도달했을 때의 속력이므로 A가 지면에 도달했을 때의 속력은 $\sqrt{2gh}$ 이다.

B역시 지면에 도달했을 때 v_0 로 도달한다.

따라서, ㄷ번 틀리다.

2014학년도 33번

그림 (가)와 같이 수평면으로부터 높이 h 인 곳에서 물체 A가 발사된다. 그림 (나)는 xy 평면에서 운동하는 A가 발사된 순간부터 수평면에 도달할 때까지, 속도의 x, y 성분 v_x, v_y 를 각각 시간 t 에 따라 나타낸 것이다.



h 는? (단, A의 크기는 무시한다.)

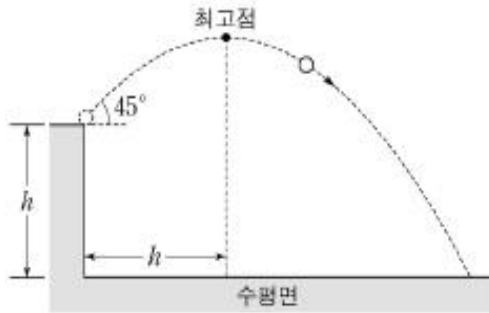
【해설】

y축 성분 속도만 보기

$$\left| \frac{v_0 - 2v_0}{2} \right| \times 3t_0 = h$$

2015학년도 33번

그림과 같이 수평면으로부터 높이 h 인 지점에서 수평 방향에 대해 45° 의 각으로 던져진 물체가 포물선 운동을 하고 있다. 물체가 최고점을 지날 때, 던져진 위치에서 수평 방향으로 이동한 거리는 h 이다.



수평면에 도달하는 순간 물체의 속력은? (단, 중력 가속도는 g 이고, 물체의 크기는 무시한다.)

【해설】

$$\text{출발 후 최고점 도달까지 채공시간} = \frac{v}{\sqrt{2}g}$$

(공이 v 속력으로 던져진다고 가정하자.)

$$h = \frac{v^2}{2g} \text{ 이므로 } v^2 = 2gh \text{ 이다.}$$

역학적 에너지 보존법칙을 이용하자.

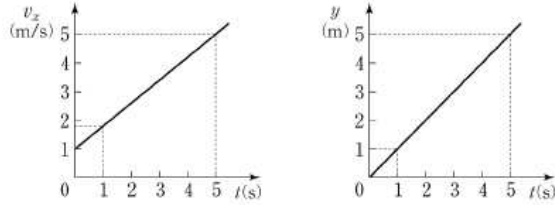
$$\begin{aligned} \text{처음 출발할 당시의 역학적 에너지} \\ = mgh + \frac{1}{2}mv^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{지면에 도달할 당시의 역학적 에너지} \\ = \frac{1}{2}m(v')^2 \end{aligned}$$

따라서, $v' = 2\sqrt{gh}$ 임을 구할 수 있다.

2016학년도 30번

그림 (가)와 (나)는 $t=0$ 일 때 원점에서 출발하여 평면 위를 운동하는 물체의 x 방향의 속도 v_x 와 y 방향의 위치 y 를 각각 시간 t 의 함수로 나타낸 것이다.



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

—<보 기>—

- ㄱ. 등속도 운동을 한다.
- ㄴ. $t=1\text{s}$ 일 때 속도의 x 방향과 y 방향의 성분은 크기가 같다.
- ㄷ. $t=5\text{s}$ 일 때 x 방향의 위치는 원점에서 15m 떨어진 곳이다.

【해설】

ㄷ번만 정답

가속도 운동을 하므로 ㄱ번 틀림.

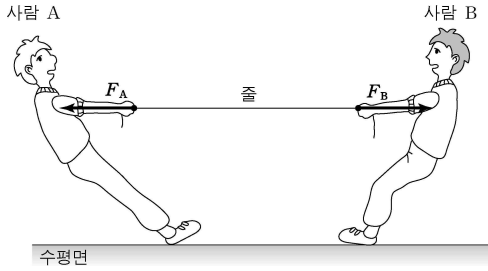
1초일 때의 그래프를 보면 다르다는 것을 알 수 있음.

(ㄴ번 틀림)

$\frac{1+5}{2} \times 5 = 15\text{m}$ 이므로 (ㄷ번 정답)

2006학년도 30번

그림은 줄다리기를 하는 두 사람 A와 B가 힘의 평형을 이루고 있는 모습을 나타낸 것이다. A와 B는 각각 힘 F_A 와 F_B 로 줄을 당기고 있고, 줄은 수평면과 평행하다.



이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?
(단, 줄의 질량은 무시한다.)

<보 기>

- ㄱ. F_A 와 F_B 의 크기는 같다.
- ㄴ. 줄의 장력의 크기는 $|F_A| + |F_B|$ 이다.
- ㄷ. A와 수평면 사이의 마찰력과 B와 수평면 사이의 마찰력은 크기가 같다.

【해설】

ㄱ번과 ㄷ번만 정답

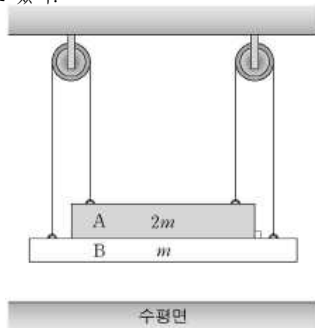
힘의 크기는 같고 방향이 반대이므로 (ㄱ번 정답)

줄의 장력의 크기 = $F_A = F_B$ (ㄴ번 틀림)

힘의 평형상태를 유지하므로 (ㄷ번 정답)

2011학년도 33번

그림과 같이 질량이 각각 $2m$, m 인 물체 A, B가 천장에 매달린 도르래를 통해 A가 B 위에 놓인 상태에서 수평면과 나란하게 평형을 유지하고 있다.



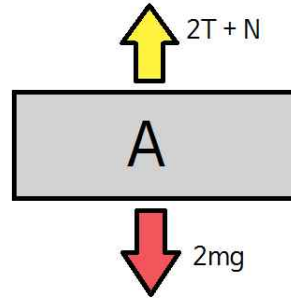
B가 A에 작용하는 수직 항력의 크기는? (단, 중력 가속도는 g 이고 모든 마찰과 줄의 질량은 무시하며, 물체와 연결된 각각의 줄은 서로 평행하다.)

【해설】

실이 물체를 잡아당기는 힘 = T

$$4T = 3mg$$

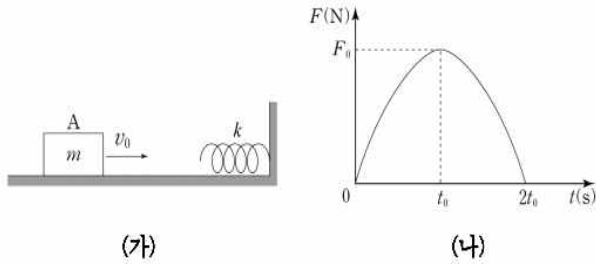
$$T = \frac{3}{4}mg \text{ 이다.}$$



평형을 유지하고 있으므로 물체 A에 작용하는 힘의 크기는 서로 같다.

2009학년도 34번

그림 (가)는 마찰이 없는 수평면 위에서 질량 m 인 물체 A가 수직면에 고정된 용수철상수 k 인 용수철을 향해 일정한 속력 v_0 로 운동하는 것을 나타낸 것이며, 그림 (나)는 A가 용수철과 접촉하는 순간부터 용수철로부터 받는 힘의 크기 F 를 시간 t 에 따라 나타낸 것이다. A는 용수철이 놓여 있는 직선상에서 운동한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 용수철은 후크의 법칙을 만족하며, 용수철의 질량과 공기의 저항은 무시한다.)

<보 기>

- ㄱ. 시간 t_0 일 때 물체 A의 속력은 0이다.
 ㄴ. 시간 t_0 일 때 용수철이 압축된 길이는 $v_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$ 이다.
 ㄷ. (나)에서 시간 축과 곡선이 만드는 면적은 $2mv_0$ 이다.

【해설】

ㄱ, ㄴ, ㄷ번 정답

시간이 t_0 일 때, 물체 A의 운동에너지는 탄성포텐셜에너지로 모두 전환되어 속력은 0인 상태이다. (ㄱ번 정답)

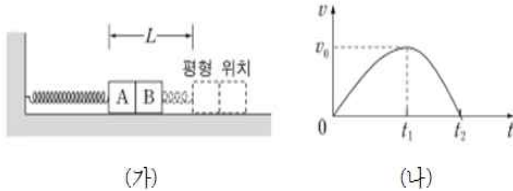
$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}kx^2 \quad (x \text{는 용수철이 압축된 길이를 의미})$$

따라서 x 는 $v_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$ 이다. (ㄴ번 정답)

$F\Delta t = m\Delta v$ 를 이용하면 (ㄷ번 정답)

2010학년도 35번

그림 (가)는 벽에 고정된 용수철에 연결된 물체 A에 물체 B를 접촉시켜 마찰이 없는 수평면 위에서 용수철을 압축시킨 모습을 나타낸 것이다. A, B의 질량은 서로 같고 용수철상수는 k 이며 평형 위치로부터 압축된 길이는 L 이다. 그림 (나)는 용수철을 압축시킨 힘을 제거한 직후부터 A의 속도 v 를 시간 t 에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 용수철의 질량, 물체의 크기, 공기의 저항은 무시한다.)

<보 기>

- ㄱ. t_1 일 때 A가 B를 미는 힘의 크기는 0이다.
 ㄴ. t_1 일 때 A의 운동 에너지는 $\frac{1}{2}kL^2$ 이다.
 ㄷ. t_2 일 때 평형 위치로부터 용수철이 늘어난 길이는 L 이다.

【해설】

ㄱ번만 답

t_1 일 때, A와 B는 분리 된다.

왜냐하면, t_1 지점에서 A와 B모두 속력 v_0 를 갖지만, 그 이후에 A에 지속적으로 탄성력이 주어져 운동방향과 힘의 방향이 반대이기에 A에는 속력이 감소하기 시작해 분리된다.

$$\frac{1}{2}kL^2 = \frac{1}{2}mv_0^2$$

↓A

↓B

$$\frac{1}{4}kL^2 \quad \frac{1}{4}kL^2 \text{ (A, B 끌고루 에너지)}$$

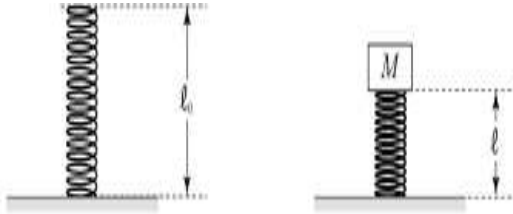
나눠가짐)

A상황 살펴보기

$$\frac{1}{4}kL^2 = \frac{1}{2}k\left(\frac{L}{\sqrt{2}}\right)^2 \text{이므로 진폭이 } \frac{L}{\sqrt{2}} \text{인 운동을 한다.}$$

2012학년도 33번

그림 (가)는 용수철상수가 k 이고 길이가 l_0 인 용수철이 수평면상에 연직 방향으로 세워져 있는 것을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 (가)의 용수철 위에 질량 M 인 물체가 놓여 정지해 있는 것을 나타낸 것이고, l 은 용수철의 길이이다.



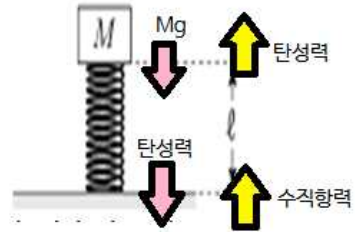
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 중력가속도는 g 이고, 용수철의 질량은 무시한다.)

—<보 기>—

- ㄱ. 수평면이 용수철에 작용하는 힘의 크기는 Mg 이다.
- ㄴ. 물체에 작용하는 중력과 수평면이 용수철에 작용하는 힘은 작용-반작용 관계에 있다.
- ㄷ. $l_0 - l = \frac{2Mg}{k}$ 이다.

【해설】

ㄱ번만 답

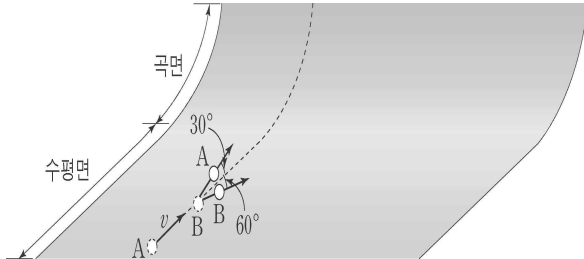


탄성력의 크기 = 중력의 세기 = 수직항력의 세기

$$Mg = k(l_0 - l)$$

2005학년도 36번

14. 그림은 수평면 위에서 속력 v 로 등속 운동하던 물체 A가 수평면 위에 정지해 있던 질량이 같은 물체 B와 탄성 충돌하는 것을 나타낸 것이다. 충돌 직후 A와 B는 충돌 전 A의 진행 방향과 각각 30° 와 60° 의 각으로 튕겨졌다. 그 후 A와 B는 곡면을 따라 올라가다가 최고점에 도달한 후 내려온다.



이에 대한 설명 중 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?
(단, 물체의 크기와 모든 마찰은 무시한다.)

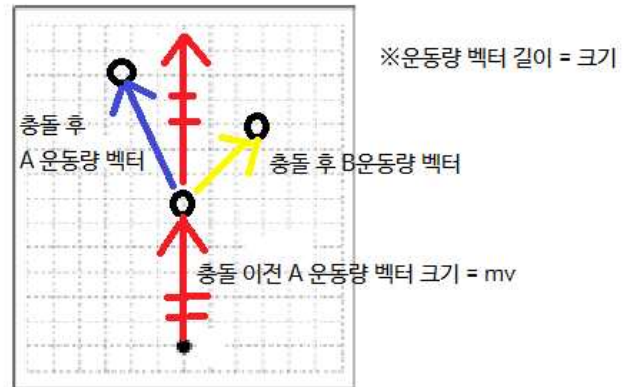
<보 기>

- ㄱ. 충돌 직후 A의 선운동량의 크기는 충돌 직후 B의 선운동량의 크기보다 크다.
- ㄴ. 충돌 직후 A의 운동 에너지는 충돌 전 A의 운동 에너지보다 작다.
- ㄷ. 충돌 직후 B의 운동 에너지는 B가 최고점에 도달하는 동안 전부 위치 에너지로 바뀌었다.

【해설】

ㄱ, ㄴ번만 정답

ㄱ해설 아래 그림 참고

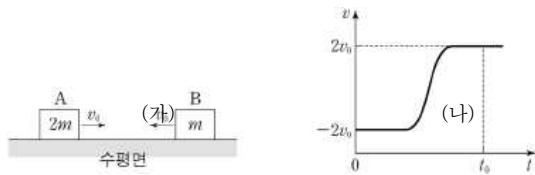


ㄴ보기는 볼 것도 없이 정답

ㄷ보기는 볼 것도 없이 오답.. 최고점 도달하는 동안 운동에너지가 중력 포텐셜에너지로 전환된다.

2015학년도 34번

그림 (가)와 같이 질량이 각각 $2m$, m 인 두 물체 A, B가 일정한 속력 v_0 으로 마찰이 없는 수평면 상의 동일 직선 상에서 서로를 향해 운동하고 있다. 그림 (나)는 A에 대한 B의 속도 v 를 시간 t 에 따라 나타낸 것이다.



시간이 t_0 일 때, 수평면에 대한 B의 속도는?

【해설】

$$\frac{5}{3}v_0$$

A에 대한 B의 속도 = $V_a - V_b$ 를 의미한다.

	A	B
충돌 전 속도	v_0	$-v_0$
충돌 후 속도	v'	$2v_0 + v'$

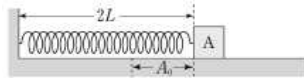
운동량 보존 법칙으로 v' 값 구하기

$$mv_0 = 2mv' + m(2v_0 + v')$$

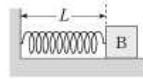
$$v' = -\frac{1}{3}v_0$$

2013학년도 35번

그림 (가)와 (나)는 길이가 $3L$ 인 용수철을 잘라 만든 두 용수철의 한 쪽 끝에 질량이 같은 물체 A, B를 연결한 모습을 나타낸 것이다. A, B에 동시에 같은 힘을 가하며 용수철을 서서히 압축시키다가 동시에 힘을 제거했더니 A, B가 단진동을 하였다. A의 진폭은 A_0 이고, 주기는 T_0 이다.



(가)



(나)

B의 진폭과 주기로 옳은 것은?

【해설】

용수철 상수는 재료의 특성이 아니라 길이와 굵기에 따라 달라진다. 길이가 $3L$ 인 용수철을 $2L$, L 로 나누었기에 두 용수철의 굵기는 같지만 길이가 다르다.

길이가 $2L$ 용수철의 탄성계수는 k 라 가정하면 길이가 L 인

용수철의 탄성계수는 $2k$ 이다.

(가)와 (나)에 동일한 힘을 가하였기 때문에 (나)의 진폭은 (가)의 진폭의 0.5 배이다.

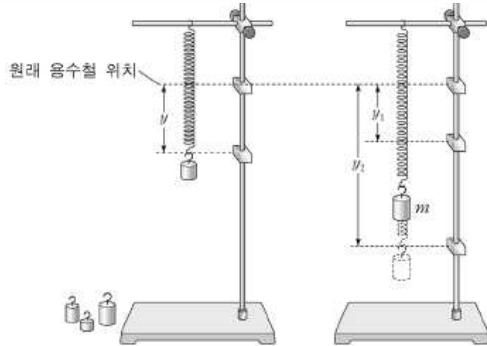
주기 공식에 용수철 상수가 관여하므로 (나)의 주기는 (가)의 주기의 $\sqrt{\frac{1}{2}}$ 배이다.

2015학년도 36번

다음은 용수철 진자를 이용하여 역학적 에너지 보존 법칙을 확인하는 실험 과정이다.

<실험 과정>

- (1) 그림 (가)와 같이 용수철에 질량이 작은 추부터 차례로 매달아 용수철이 늘어난 길이 y 를 측정한다.
- (2) 과정 (1)에서 추의 질량을 x 값, 늘어난 길이를 y 값으로 하여 그린 그래프의 기울기 a 로부터 용수철 상수 k 를 구한다.
- (3) 그림 (나)와 같이 질량이 m 인 추를 매달고, 이 추를 잡아 당겼다가 놓아 단진동을 시킨다.
- (4) 단진동의 최고점과 최저점까지 늘어난 길이 y_1 와 y_2 를 측정한다.
- (5) k , m , y_1 , y_2 를 이용하여 역학적 에너지 보존 법칙 식 A 를 확인한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 중력 가속도는 g 이다.)

<보 기>

ㄱ. $k = \frac{g}{a}$

ㄴ. 단진동의 진폭은 $\frac{1}{2}(y_2 - y_1)$ 이다.

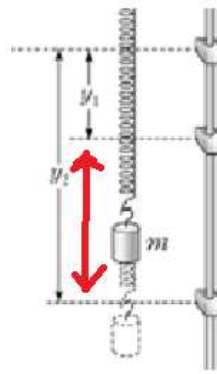
ㄷ. (5)에서 A는 $\frac{1}{2}ky_2^2 - \frac{1}{2}ky_1^2 = mgy_2 - mgy_1$ 이다.

【해설】

ㄱ, ㄴ, ㄷ번 모두 정답

$$xg = ky$$

$$\frac{g}{k} = a \text{ 이므로 } \text{ㄱ번 정답}$$



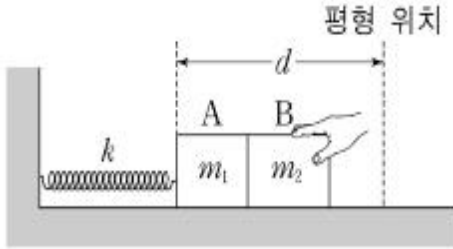
위 그림을 참고하면 추는 빨간색 영역을 위아래로 진동하기에 진폭은 $\frac{1}{2}(y_2 - y_1)$ 임을 알 수 있다.

(ㄴ번 정답)

이 추에 작용하는 힘은 탄성력과 중력이므로 역학적 에너지가 보존됨을 알 수 있다. (ㄷ번 정답)

2016학년도 36번

그림은 용수철 상수 k 인 용수철에 연결된 질량 m_1 인 물체 A에 질량 m_2 인 물체 B를 접촉시킨 후 용수철을 평형 위치로부터 길이 d 만큼 압축시킨 것을 나타낸 것이다. 손을 떼면, 평형 위치를 지나는 순간부터 A는 진폭 L 인 단진동을 하고, B는 일정한 속력 v 로 운동한다.



v 와 L 은? (단, A와 B의 크기는 무시한다.)

【해설】

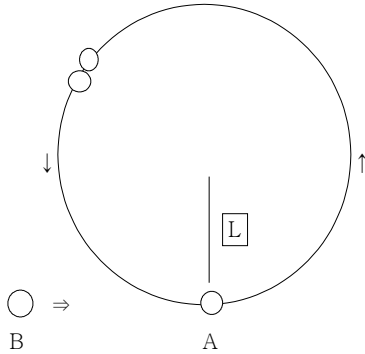
분리되기 직전에는 $\frac{1}{2}kd^2 = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2$ 이다.

분리되고 나서 A는 $\frac{1}{2}kL^2 = \frac{1}{2}kd^2 \times \frac{m_1}{m_1 + m_2}$ 의 에너지를 가지고 운동한다.

2005학년도 예비검사 38번

그림은 길이 L 인 실에 매달려 정지해 있던 물체 A에 수평으로 날아온 물체 B가 충돌한 후 달라붙어 연직 평면에서 원운동을 계속하는 것을 나타낸 것이다. 두 물체의 질량이 같을 때, 물체 B가 충돌 직전 가져야 할 최소 속력은 ?

(단, 물체의 크기, 실의 질량, 공기 저항은 무시하며, 중력 가속도 g 는 일정하다.)



【해설】

최고점에서 원운동을 하는 $2m$ 인 물체의 속력을 v' 이라 하자.

물체 B가 원운동을 계속할 수 있도록 하는 최소 속력 가지고 충돌한다면, 최고점에서는 원심력과 중력의 크기가 서로 같아 상쇄된다.

$$2mg = \frac{2m(v')^2}{L} \text{ 으로 } v' = \sqrt{gL} \text{ 이다.}$$

A와 B가 충돌하는 수평면을 지면으로 가정하자.

물체에 작용하는 힘은 오직 중력뿐이므로 역학적에너지는 보존된다.

지면에서의 역학적 에너지

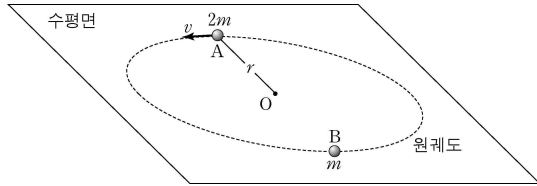
$$\rightarrow \frac{1}{2}2m\left(\frac{1}{2}v\right)^2 = 2mg \times 2L + \frac{1}{2}2mgL$$

(v 는 B가 가져야 할 최소 속력을 의미한다.)

$$v = \sqrt{20gL} \text{ 이 답이다.}$$

2006학년도 31번

20. 그림은 수평면 위에서 질량이 $2m$ 인 물체 A가 중심이 O이고 반지름이 r 인 원궤도를 따라 일정한 속력 v 로 운동하고, 질량이 m 인 물체 B는 원궤도 위에 정지해 있는 모습을 모식적으로 나타낸 것이다.



A와 B가 탄성 충돌한 후, 두 물체는 원궤도를 따라 운동한다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은? (단, 물체의 크기와 모든 마찰은 무시한다.)

<보 기>

- ㄱ. 첫 충돌 후 A와 B의 속력의 차의 크기는 v 이다.
 ㄴ. 첫 충돌에서 두 번째 충돌까지 걸리는 시간은 $\frac{2\pi r}{v}$ 이다.
 ㄷ. 첫 충돌에서 두 번째 충돌까지 A가 O를 중심으로 회전하는 각은 120° 이다.

【해설】

ㄱ, ㄴ, ㄷ번 모두 정답

	A($2m$)	B(m)
충돌 전 속력	v	0
충돌 후 속력	$\frac{1}{3}v$	$\frac{4}{3}v$

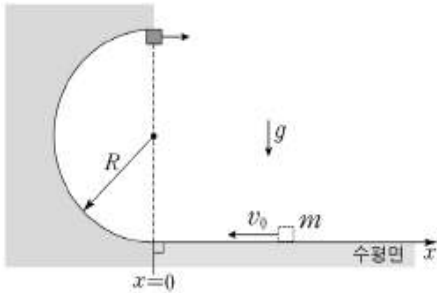
충돌 후 속력은 탄성충돌의 원리로 구할 수 있다.

A와 B의 상대 속력은 v 이므로 $\frac{2\pi r}{v}$ 후에 2번째 충돌이 일어난다.

충돌 후 A의 속력 $\frac{1}{3}v$ 에 $\frac{2\pi r}{v}$ 을 곱하면 A가 O를 중심으로 회전한 각이 나온다. (첫 충돌에서 두 번째 충돌까지...)

2012학년도 34번

21. 그림은 물체가 수평면 위에서 v_0 의 속력으로 미끄러져 반지름 R 인 연직면 상의 반원 트랙을 따라 원운동을 한 후, 트랙의 끝점에서 수평 방향으로 운동하는 것을 나타낸 것이다. v_0 은 물체가 트랙의 끝점까지 원운동을 하기 위한 최소 속력이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 중력가속도는 g 이고, 물체의 크기, 공기 저항 및 모든 마찰은 무시한다.)

< 보 기 >

- ㄱ. 반원 트랙의 끝점에서 트랙이 물체에 작용하는 힘은 0이다.
 ㄴ. $v_0 = 2\sqrt{Rg}$ 이다.
 ㄷ. 물체는 수평면 상의 $x = 2R$ 인 지점에 떨어진다.

【해설】

ㄱ, ㄷ번만 정답

물체 m 은 원운동하기 위한 최소속력으로 움직이므로, 트랙의 끝점에서 물체에 작용하는 힘은 중력과 원심력이고, 수직항력은 0이다. (ㄱ번 정답)

중력과 원심력의 크기가 같기에 $\frac{m(v')^2}{R} = mg$ 이다.

(v' 은 트랙 끝에서의 속력이다.)

물체의 운동은 역학적 에너지가 보존되는 운동이기에

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = 2mgR + \frac{1}{2}m(v')^2$$

따라서 $v_0 = \sqrt{5gR}$ 이다. (ㄴ틀림)

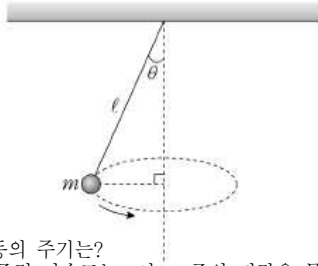
최고점에 도달하고 나서는 물체는 포물선 운동을 한다.

체공시간은 $2\sqrt{\frac{R}{g}}$ 이므로 $x=2R$ 인 지점에 떨어지게 된다.

(ㄷ번 정답)

2016학년도 32번

그림과 같이 질량 m 인 물체가 길이 ℓ 인 줄에 매달려 연직축
둘레를 일정한 각속도로 원운동을 하고 있다.



원운동의 주기는?
(단, 중력 가속도는 g 이고, 줄의 질량은 무시한다.)

【해설】

$$mrw^2 = mg \tan \theta$$

$$r = l \sin \theta$$

$$w^2 = \frac{g}{l \cos \theta}$$

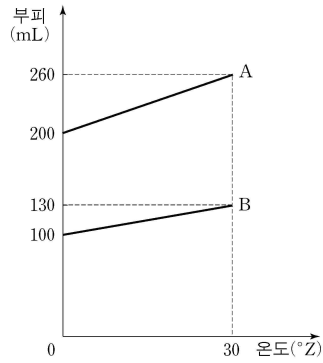
$$w = \sqrt{\frac{g}{l \cos \theta}}$$

$$T = \frac{2\pi}{w}$$

따라서 주기 = $2\pi \sqrt{\frac{L \tan \theta}{g}}$ (소문자 L이 1로 보이실까봐...)

2007학년도 25번

23. 그림은 온도 단위가 $^{\circ}\text{Z}$ 인 어떤 온도 체계에 따라 0°Z 에서 30°Z 까지 피스톤으로 밀려난 두 실린더에 각각 담겨져 있는 이상 기체 A, B의 부피를 나타낸 것이다. A, B의 압력은 일정하게 유지되며 서로 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?
(단, 1°Z 온도 변화를 나타내는 눈금의 크기는 일정하다.)

<보 기>

- ㄱ. A의 몰수는 B의 몰수의 2배이다.
- ㄴ. 절대온도 0 K는 -100°Z 에 해당한다.
- ㄷ. 100°Z 에서 B의 부피는 200 mL가 된다.

【해설】

ㄱ, ㄴ, ㄷ번 모두 정답

온도-부피 그래프에서 기울기 비가 $A:B = 2:1$ 이므로 몰수 비 역시 2:1이다. (압력 일정)

(ㄱ번 정답)

절대온도 0K에서 이상기체 부피는 0이다.

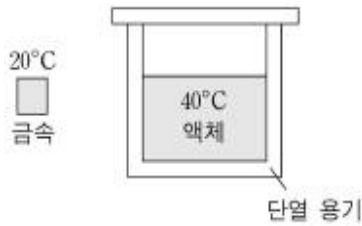
그래프를 통해 부피가 0인 온도를 확인하자.

(ㄴ번 정답)

그래프확인 (ㄷ번 정답)

2010학년도 39번

24. 그림은 부피 V , 부피 팽창 계수 β , 온도 20°C 인 금속과 단열 용기에 담긴 온도 40°C 인 액체를 나타낸 것이다. 금속의 질량과 액체의 질량은 같고, 액체의 비열은 금속 비열의 4배이다. 금속을 액체에 넣은 후 금속과 액체가 온도 T 에서 열평형 상태가 되었을 때, 금속의 부피와 금속의 엔트로피의 변화량은 각각 ΔV , ΔS 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 비열과 부피 팽창 계수의 온도에 따른 변화와 공기의 열역학적 변화는 무시한다.)

<보 기>

ㄱ. $T = 36^\circ\text{C}$ 이다.ㄴ. $\frac{\Delta V}{V} = 16\beta$ 이다.ㄷ. $\Delta S > 0$ 이다.

【해설】

ㄱ, ㄴ, ㄷ번 모두 정답

액체가 잃은 열량 = 금속이 얻은 열량

$$Q = cm\Delta T$$

$$\text{비열 } A:B = 4 : 1$$

$$\Delta T \text{ } A:B = 40-T : T-20 \text{ (} T \text{는 열평형상태에서의 온도)}$$

(ㄱ번 정답)

$$\Delta V = V \times \beta \times \Delta T \text{ 이므로 (ㄴ번 정답)}$$

금속은 열을 흡수하였기에 엔트로피 증가했다. (ㄷ번 정답)

#2014학년도 37번

그림은 단열 용기에 담긴 90°C 인 물과 0°C 인 얼음을 나타낸 것이다. 물과 얼음의 질량은 같다.



얼음을 물에 넣은 후 얼음이 모두 녹아 열평형 상태가 되었을 때, 물의 온도($^{\circ}\text{C}$)는?

(단, 얼음의 녹는점은 0°C , 얼음의 융해열은 L (J/kg), 물의 비열은 c ($\text{J/kg}^{\circ}\text{C}$)이다.)

【해설】

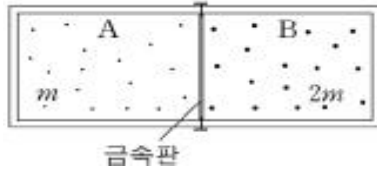
얼음이 흡수한 열량 = 물이 방출한 열량

$$Lm + mcT = mc(90 - T)$$

따라서 $T = 45 - \frac{L}{2c}$ 이다.

2015학년도 37번

그림과 같이 금속판에 의해 같은 부피로 나뉜 단열된 상자의 두 공간 A와 B에 질량이 각각 m , $2m$ 인 1몰의 단원자 분자 이상 기체가 들어 있다. A와 B에서 기체의 압력은 서로 같다.



A와 B에서 같은 물리량만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

—<보 기>—

- ㄱ. 분자의 제곱 평균 제곱근 속력
- ㄴ. 기체의 내부 에너지
- ㄷ. 단위 시간당 금속판에 충돌하는 분자의 평균 개수

【해설】

ㄴ번만 정답

A와 B영역은 압력, 부피, 몰수가 동일하지만 단원자 분자 이상기체의 질량이 다르다.

$$\frac{3}{2}kT = \frac{1}{2}m\bar{v}^2 \text{ 이므로}$$

$\bar{v}$ 에 대해서 $A : B = \sqrt{2} : 1$ 이다.

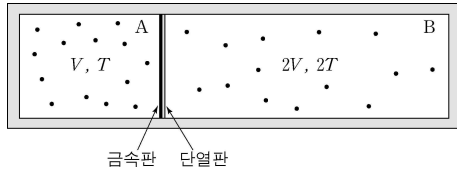
(ㄱ번 틀림)

단위 시간당 금속판에 충돌하는 분자의 평균 개수는 $\bar{v}$ 에 비례한다.

(ㄷ번 틀림)

2006학년도 35번

그림은 단열재로 만들어진 상자의 두 공간 A와 B에 각각 1몰의 이상기체가 들어 있는 것을 나타낸 것이다. A와 B는 금속판과 단열판에 의해 나뉘어져 있다. A와 B의 부피는 각각 V 와 $2V$, 온도는 각각 T 와 $2T$ 이다.



금속판은 남겨 두고 단열판을 제거하여 A와 B가 부피의 변화 없이 동일한 온도가 될 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은? (단, 금속판과 단열판의 부피는 무시한다.)

<보 기>

- ㄱ. A와 B는 온도가 $1.5T$ 인 열적 평형 상태에 도달한다.
- ㄴ. 온도가 변하는 동안 A의 압력은 감소한다.
- ㄷ. 온도가 변하는 동안 B에 있는 이상기체의 엔트로피는 항상 증가한다.

【해설】

ㄱ번만 정답

단열판을 제거하기 이전에 A영역과 B영역에 이상기체방정식을 도입해보자.

A영역의 압력을 P 라 가정하면 B영역의 압력도 역시 P 이다.

그러나 단열판을 제거하게 되면 전체 내부에너지는 일정하게 유지한 상태로 온도가 높은 B에서 온도가 낮은 A영역으로 열이 이동하게 된다.

그러면 A영역의 온도는 증가하게 되고, B영역의 온도는 감소하게 되어 서로 열평형 상태를 이루게 된다.

$$\frac{3}{2}(1\text{mol})RT + \frac{3}{2}(1\text{mol})R(2T) = \frac{3}{2}(2\text{mol})RT'$$

따라서 $T' = \frac{3}{2}T$ 이다.

(ㄱ번 정답)

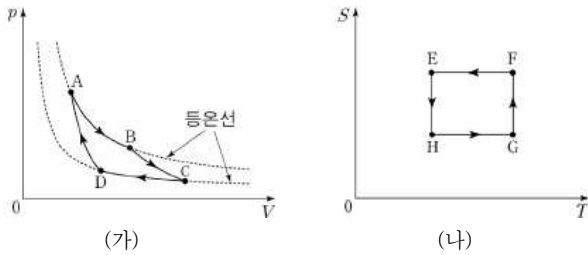
온도가 변하는 동안 A의 압력은 증가한다.(ㄴ번 틀림)

B영역에서 부피는 일정하지만 온도가 감소하기에 내부에너지가 감소하므로 $Q < 0$ 이다.

따라서 B영역에서의 엔트로피는 감소하게 된다.
(ㄷ번 틀림)

2011학년도 38번

그림 (가)는 일정량의 이상 기체가 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ 를 따라 순환하는 열역학적 과정에서 기체의 상태를 압력 p 와 부피 V 로 나타낸 그래프이다. $A \rightarrow B$ 와 $C \rightarrow D$ 는 등온 과정이고, $B \rightarrow C$ 와 $D \rightarrow A$ 는 단열 과정이다. 그림 (나)는 (가)의 과정에서 기체의 상태를 엔트로피 S 와 온도 T 로 나타낸 그래프이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

—<보 기>—

- ㄱ. (가)의 $B \rightarrow C$ 과정은 (나)의 $F \rightarrow E$ 과정에 해당한다.
- ㄴ. (나)의 $H \rightarrow G$ 과정에서 기체는 팽창한다.
- ㄷ. (나)의 $G \rightarrow F$ 과정에서 흡수한 열량은 $E \rightarrow H$ 과정에서 방출한 열량과 같다.

【해설】

ㄱ번만 정답

$A = G$

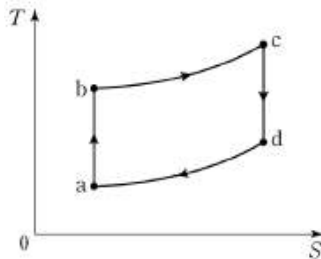
$B = F$

$C = E$

$D = H$ 에 각각 대응한다는 것을 등온(팽창 or 수축)을 통해 알 수 있다.

2012학년도 40번

그림은 어느 열기관의 순환 과정을 온도-엔트로피($T-S$) 도표로 나타낸 것이다. $a \rightarrow b$ 과정과 $c \rightarrow d$ 과정에서 기체의 엔트로피는 일정하고, $b \rightarrow c$ 과정과 $d \rightarrow a$ 과정에서 기체의 부피는 일정하다.



이 열기관의 순환 과정에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 기체는 이상기체이다.)

<보 기>

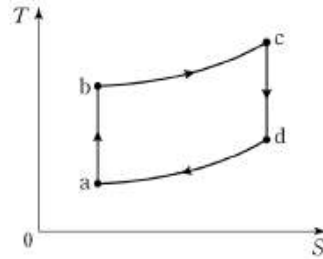
- ㄱ. $a \rightarrow b$ 과정에서 기체의 부피는 증가한다.
- ㄴ. $b \rightarrow c$ 과정에서 기체의 내부에너지는 증가한다.
- ㄷ. 폐곡선 내부의 면적은 한 순환 과정 동안 기체가 외부에 한 알짜 일과 같다. (삭제 필요)

【해설】

ㄷ 삭제,,, ㄴ만 정답

엔트로피 일정하다는 것은 열 출입이 없다는 것을 의미하므로

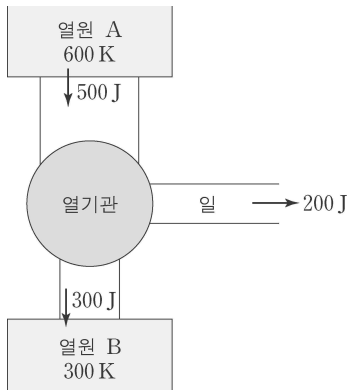
$a \rightarrow b$ <단열 수축> / $c \rightarrow d$ <단열 팽창>



이 문제의 의의는 사실 온도-엔트로피 그래프 & 단열에 있습니다.

2005학년도 31번

그림은 어떤 열기관을 모식적으로 나타낸 것이다. 이 열기관은 온도가 600 K인 열원 A로부터 500 J의 열을 흡수하여 200 J의 일을 하고, 온도가 300 K인 열원 B로 300 J의 열을 방출한다.



이에 대한 설명 중 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

—<보 기>—

- ㄱ. 이 열기관의 열효율은 40%이다.
- ㄴ. 열원 A와 열원 B의 엔트로피 변화량의 합은 0이다.
- ㄷ. 열원 A와 열원 B 사이에서 작동하는 카르노 기관이 500 J의 열을 흡수하면 240 J의 일을 한다.

【해설】

ㄱ번만 정답

열기관의 효율 $\leq$ 카르노 기관의 효율이다.

열기관의 효율 $\frac{200J}{500J} \times 100\% = 40\%$ 이다. (ㄱ번 정답)

카르노 기관의 효율 $= \frac{300J}{600J} \times 100\% = 50\%$ 이다. (ㄷ번 틀림)

클라우지우스 曰 “절대온도 T인 열역학적 계가 Q를 흡수(방출)하면 그 계의 엔트로피 S는 증가(감소)한다.”

열 출입에 대한 엔트로피 변화 : $\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}$

$\frac{-500J}{600K} + \frac{+300J}{300K} > 0$ (ㄴ번 틀림)

2009학년도 40번

그림은 실외 온도가 0°C 인 어느 겨울날에 난방기를 이용하여 실내 온도를 20°C 로 유지하는 건물을 나타낸 것이다.



난방기가 작동을 멈추어 실내 온도가 내려가는 동안, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 모든 열역학적 과정은 준정적으로 일어난다.)

<보 기>

- ㄱ. 건물 내부의 엔트로피는 감소한다.
- ㄴ. 건물 내부와 외부의 엔트로피 총합은 변화가 없다.
- ㄷ. 단위 시간당 벽을 통과하는 열량은 감소한다.

【해설】

ㄱ번과 ㄷ번만 정답

열역학 과정에 참여하는 모든 계를 함께 고려해보면 전체 엔트로피는 감소하지 않는다.

즉, 자연 상태에서는 비가역과정은 계의 엔트로피는 항상 증가하고, 더 나아가서 모든 우주의 반응은 엔트로피가 증가하는 방향이다.

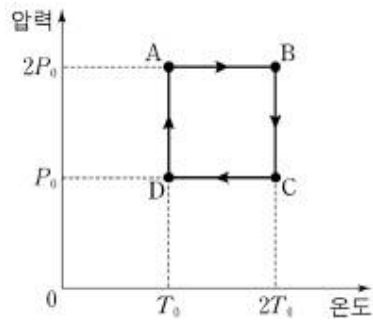
실내의 열이 실외로 빠져나가기에 건물 내부의 엔트로피는 감소한다. (ㄱ번 정답)

해설 아래 설명을 보다시피 모든 계를 함께 고려해보면 전체 엔트로피는 증가방향이다. (ㄴ번 틀림)

단위시간당 빠져나가는 열량 = $\frac{K \times (T_{\text{교온}} - T_{\text{저온}})}{L}$ 인데, 실내와 실외의 온도차는 점차 줄어들어 단위시간당 빠져나가는 열량은 감소한다. (ㄷ번 정답)

2015학년도 38번

32. 그림은 일정량의 이상 기체의 상태가 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$ 를 따라 변할 때 압력과 절대 온도를 나타낸 것이다. $A \rightarrow B$, $C \rightarrow D$ 과정은 등압 과정, $B \rightarrow C$, $D \rightarrow A$ 과정은 등온 과정이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

—<보 기>—

- ㄱ. 기체의 부피는 C에서 A에서의 2배이다.
- ㄴ. $A \rightarrow B$ 과정에서 기체가 한 일은 $C \rightarrow D$ 과정에서 기체가 받은 일과 같다.
- ㄷ. $B \rightarrow C$ 과정에서 기체의 엔트로피 증가량과 $D \rightarrow A$ 과정에서 기체의 엔트로피 감소량은 같다.

【해설】

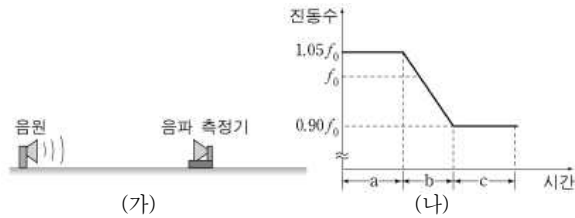
ㄴ, ㄷ번만 정답

$$\Delta S = C_V \left(\ln \frac{T_2}{T_1} \right) + R \left(\ln \frac{V_2}{V_1} \right) \text{을 이용하면 된다.}$$

(ㄷ번 해설)

2010학년도 37번

그림 (가)는 동일 직선 상에서 위치가 고정된 음원과 운동하는 음파 측정기를 나타낸 것이다. 그림 (나)는 (가)에서 음파 측정기로 측정된 진동수를 시간에 따라 나타낸 것이다. 음원에서 발생하는 음파의 진동수는 f_0 이다.



음파 측정기의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 매질은 균일하고 음원에 대해 정지해 있다.)

<보 기>

- ㄱ. 구간 a에서 음원으로부터 멀어지는 방향으로 운동한다.
- ㄴ. 구간 b에서 등속 운동을 한다.
- ㄷ. 속력은 구간 a보다 구간 c에서 빠르다.

【해설】

ㄷ번만 정답

구간 a : 음파 측정기가 일정한 속력으로 음원에 다가감

(ㄱ번 틀림)

구간 b : 음파 측정기는 속력이 점차 감소되는 상태로 음원측정기에 다가가다가 속력 0 찍고 나서 다시 속력이 점차 증가되는 상태로 음원으로 부터 멀어지는 운동함. (가속도 운동함)

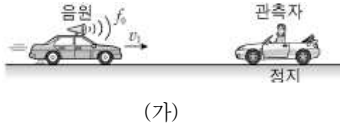
(ㄴ번 틀림)

구간 c : 음파 측정기는 일정한 속력으로 음원으로부터 멀어진다.

ㄷ번은 도플러 효과에 관한 식으로 풀면 된다.(ㄷ번 정답)

2015학년도 42번

그림 (가)는 진동수 f_0 인 음파를 발생하는 음원이 정지한 관측자를 향해 속력 v_1 로, (나)는 관측자가 진동수 f_0 인 음파를 발생하는 정지한 음원을 향해 속력 v_2 로 운동하는 것을 나타낸 것이다. (가), (나)에서 관측자가 듣는 음파의 진동수는 f 로 서로 같다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 관측자와 음원은 동일 직선 상에 있다.)

<보 기>

ㄱ. 관측자에 도달하는 음파의 파장은 (가)에서가 (나)에서
보다 작다.

ㄴ. $f > f_0$ 이다.

ㄷ. $v_1 > v_2$ 이다.

【해설】

ㄱ번과 ㄴ번만 정답

음원이 다가가면 음원의 파장의 길이는 정지상태의 음원 파장의 길이보다 작다.

(ㄱ번 정답)

관측자가 듣는 f 는 서로 가까워지는 상태에서 듣는 음파의 진동수이기에 음원 f_0 보다 크다.

(ㄴ번 정답)

도플러 효과에 관한 식을 이용하여 보자.

$$f = \frac{v_{\text{음원}}}{v_{\text{음원}} - v_1} f_0 = \frac{v_{\text{음원}} + v_2}{v_{\text{음원}}} f_0$$

식을 전개하면

$v_1 < v_2$ 가 도출된다. (ㄷ번 틀림)

2014학년도 39번

다음은 음속을 측정하는 실험 과정의 일부를 나타낸 것이다.

<실험 과정>

- (1) 그림과 같이 기주공명 장치를 설치하고, 물통에 적당량의 물을 채운다.
- (2) 진동수가 f 인 소리굽쇠를 진동시킨 후, 유리관 위에 위치시킨다.
- (3) 물통을 서서히 내리면서 유리관 내 소리가 첫 번째로 갑자기 커지는 수면 위치의 눈금 y_0 을 읽는다.
- (4) 물통을 더 낮추어 유리관 내 소리가 두 번째로 갑자기 커지는 수면 위치의 눈금 y_1 을 읽는다.
- (5) y_0 과 y_1 을 이용하여 음파의 파장 λ 를 계산한다.



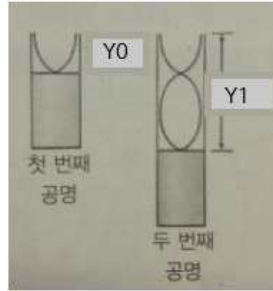
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. $\lambda = 2(y_1 - y_0)$ 이다.
- ㄴ. 수면으로 입사하는 음파와 수면에서 반사되는 음파의 위상차는 180° 이다.
- ㄷ. 진동수가 f 보다 큰 소리굽쇠를 사용하면 y_0 이 작아진다.

【해설】

ㄱ, ㄴ, ㄷ번 모두 정답



ㄱ번 정답(그림 참고)

수면 위 마디 지점에서 왕! 소리가 난다.

수면에서 고정단 반사가 일어나기에 (ㄴ번 정답)

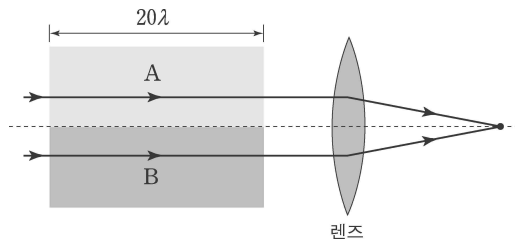
소리굽쇠의 진동수를 증가시켜도 음파의 속력은 일정하므로 파장의 길이만 감소한다.

따라서 첫 번째 공명 지점은 높아지기에 y_0 는 작아진다.

(ㄷ번 정답)

2005학년도 예비검사 34번

그림은 파장이 λ 인 두 빛이 두 매질 A, B에 입사하여 나란히 통과한 후, 한 점에 모이는 것을 나타낸다. 두 매질의 길이는 20λ 로 같고, 매질 A와 매질 B의 굴절률은 각각 1.3과 1.8이다.



두 빛에 대한 <보기>의 설명 중 옳은 것을 모두 고른 것은?
(단, 입사할 때 두 빛의 위상은 같고, 매질을 통과한 후 두 빛의 경로차는 생기지 않는다.)

—<보 기>—

- ㄱ. 빛의 파장은 매질 A에서가 매질 B에서보다 크다.
- ㄴ. 빛의 속력은 매질 A에서가 매질 B에서보다 작다.
- ㄷ. 한 점에 모인 두 빛은 보강 간섭을 한다.

【해설】

ㄱ번과 ㄷ번만 정답

A영역에서 굴절률은 1.3 / B영역에서의 굴절률은 1.8이다.

매질 A, B 통과하기 이전 빛의 파장을 λ 라 할 때,

A 영역 통과할 때, 빛의 파장을 λ_A

B 영역 통과할 때, 빛의 파장을 λ_B 라 가정하자.

매질을 통과하는 순간부터 빛의 파장은 스넬의 법칙에 따라 다음과 같이 줄어들게 된다.

$$\lambda_A = \frac{10}{13}\lambda \quad / \quad \lambda_B = \frac{10}{18}\lambda \quad (\text{ㄱ번 정답}) \quad (\text{ㄴ번 틀림})$$

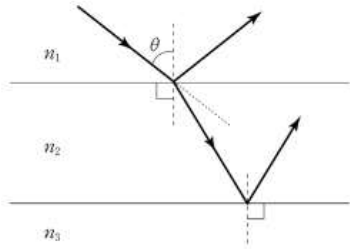
$$\text{A매질에서 빛은 } \frac{20\lambda}{\frac{10}{13}\lambda} = 26 \text{ 개의 파장이 형성}$$

$$\text{B매질에서 빛은 } \frac{20\lambda}{\frac{10}{18}\lambda} = 36 \text{ 개의 파장이 형성}$$

빛은 매질을 통과해서도 위상차가 변하지 않아 모이는 점에서 보강간섭이 일어나게 된다.(ㄷ번 정답)

2009학년도 38번

그림은 단색광이 굴절률 n_1 인 매질에서 각 θ 로 입사한 후 굴절률 n_2 인 매질의 경계면에서 굴절과 반사, n_3 인 매질의 경계면에서 전반사하는 것을 나타낸 것이다. 매질의 두 경계면은 서로 나란하다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

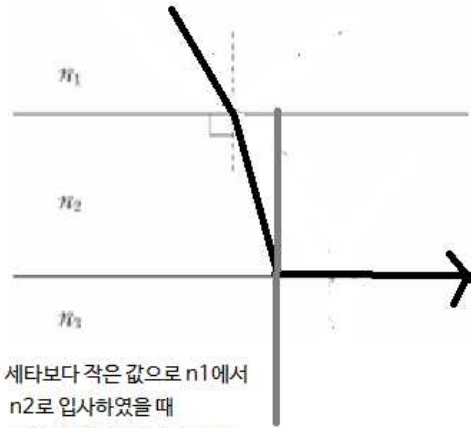
ㄱ. 굴절률의 크기는 $n_2 > n_1 > n_3$ 이다.

ㄴ. $\sin \theta < \frac{n_3}{n_1}$ 이다.

ㄷ. 단색광의 속력은 굴절률 n_1 인 매질에서보다 굴절률 n_2 인 매질에서 더 작다.

【해설】

ㄱ번과 ㄷ번만 정답



세타보다 작은 값으로 n_1 에서 n_2 로 입사하였을 때 굴절된 빛이 n_3 로 입사할 때, 입사각이 임계각인 빛의 진행 경로

$$n_1 \sin(\theta \text{보다 작은 각}) = n_2 \sin(\text{굴절 각}) = n_3 \sin 90^\circ \quad (\text{스넬 법칙})$$

(ㄱ번 정답)

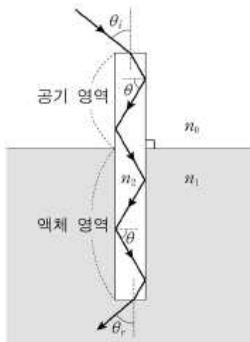
$$n_1 \sin(\theta \text{보다 작은 각}) = n_3 \sin 90^\circ \quad \text{이므로}$$

$$\sin(\theta \text{보다 작은 각}) = \frac{n_3}{n_1} \quad \text{이다. (ㄴ번 틀림)}$$

스넬 법칙에 의해서 (ㄷ번 정답)

2012학년도 38번

그림과 같이 굴절률 n_1 인 액체에 잠긴 굴절률 n_2 인 광섬유의
윗면 중심에 단색광이 입사각 θ_i 로 들어가 진행한 후, 아랫면에
서 굴절각 θ_r 로 나온다. 단색광은 광섬유 옆면에서 각 θ 로 반
사되면서 진행하고, 공기 굴절률은 n_0 이며, $n_0 < n_1 < n_2$ 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 광섬유의 윗면과 아랫면은 액체 표면과 나란하다.)

<보 기>

- ㄱ. θ_r 는 θ_i 보다 크다.
- ㄴ. 광섬유 내부에서 전반사의 임계각은 공기 영역보다 액체 영역에서 더 크다.
- ㄷ. n_1 이 감소하면 액체 영역의 광섬유 내부에서 전반사가 일어나기 위한 θ_i 의 최댓값은 증가한다.

【해설】

ㄴ번과 ㄷ번만 정답

$$n_0 \sin \theta_i = n_2 \sin \left(\frac{\pi}{2} - \theta \right)$$

$$n_2 \sin \left(\frac{\pi}{2} - \theta \right) = n_1 \sin \theta_r$$

$$n_0 < n_1 < n_2$$

θ_i 는 θ_r 보다 크다. (ㄱ번 틀림)

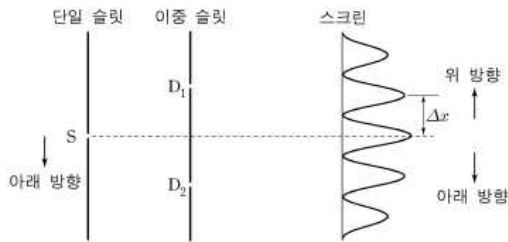
$n_2 - n_0 > n_2 - n_1$ 이므로 공기영역에서 임계각은 액체영역보다 작다. (두 매질 사이의 굴절률 차가 클수록 굴절이 잘되기에..)
(ㄴ번 정답)

n_1 이 감소하면 액체영역과 광섬유 영역사이의 굴절률 차가 감소하게 되어 임계각은 증가하게 되므로 처음 공기영역에서 입사 할 때의 입사각 θ_i 가 증가하여야 한다.

(ㄷ번 정답)

2010학년도 38번

그림은 단일 슬릿의 S와 이중 슬릿의 D₁, D₂를 통과한 단색광에 의해 스크린에 간섭 무늬가 생긴 것을 모식적으로 나타낸 것이다. S로부터 D₁, D₂까지의 거리는 서로 같고, 스크린 중심부의 가장 밝은 무늬와 이에 인접한 밝은 무늬 사이의 간격은 Δx 이다.



S를 아래 방향으로 이동시켜 스크린에 생긴 간섭 무늬가 $\frac{\Delta x}{4}$ 만큼

이동할 때에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, D₁과 D₂ 사이의 간격은 이중 슬릿과 스크린 사이의 거리보다 매우 작다.)

< 보 기 >

- ㄱ. 가장 밝은 무늬는 위 방향으로 이동한다.
- ㄴ. Δx 는 작아진다.
- ㄷ. D₁과 D₂에서 단색광의 위상은 같다.

【해설】

ㄱ번만 정답

경로차가 0인 지점에서 가장 밝은 무늬가 나타나게 된다.

단일 슬릿을 아래로 움직이게 되면

단일 슬릿 ~ 이중 슬릿 사이 빛의 경로 길이가 $\overline{SD_1} > \overline{SD_2}$ 이므로 경로차가 발생하게 되지만 이중 슬릿 ~ 스크린 사이에는 경로차가 없다.

결국, 단일 슬릿부터 스크린 사이에는 경로차가 존재하게 된다.

이에 따라, 경로차가 0인 지점은 스크린 상에서 '위 방향'에 존재하게 된다. (ㄱ번 정답)

단, D₁과 D₂에 도달하는 빛의 위상은 정확히 알 수 없다.

하지만 스크린 상에서 가장 밝은 무늬가 이동하였기에 위상은 같지 않다는 것을 알 수 있다.

D₁, D₂에서 위상차가 없다면 간섭무늬가 이동하지 않는다. (ㄷ번 틀림)

무늬 사이 간격 = $\frac{L\lambda}{D_1 D_2}$ 이므로 단일 슬릿이 움직였다고

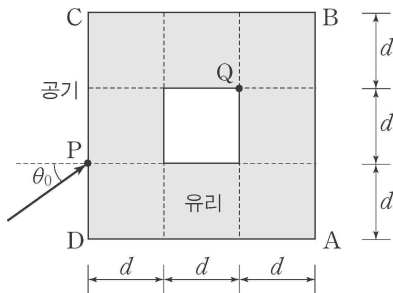
무늬 사이 간격에 영향을 끼치는 것은 아니다.

(ㄴ번 틀림)

2005학년도 36번

그림 (가)는 유리로 만든 정사각 기둥의 중심에 정사각 기둥 모양의 구멍이 뚫려 있는 물체가 수평면에 서 있는 것을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 이 유리 기둥을 수평으로 자른 단면을 나타낸 것이다. 단면의 유리 và 가운데 빈 공간은 한 변의 길이가 각각 $3d$ 와 d 인 정사각형을 이룬다.

파장이 λ_0 인 가시광선이 입사각 θ_0 로 수평면과 평행하게 P점으로 입사할 때, 이 광선은 Q점에 도달한다.



1.(나)

입사광선의 진행 경로는 입사각, 입사광선의 파장, 유리의 재질에 따른 굴절률에 따라 변한다. <보기>는 이들 세 가지 중 한 가지가 달라지는 경우를 나타낸 것이다.

<보 기>

- ㄱ. 입사광선의 파장 λ_0 와 유리의 재질은 변화하지 않고, 입사각이 $0.5\theta_0$ 로 작아졌을 때
- ㄴ. 입사각 θ_0 와 유리의 재질은 변화하지 않고, 입사광선의 파장이 $1.5\lambda_0$ 로 길어졌을 때
- ㄷ. 입사각 θ_0 와 입사광선의 파장 λ_0 는 변화하지 않고, 유리의 재질이 바뀌어 굴절률이 1.2배로 커졌을 때

P점을 통과한 광선이 선분 AB를 지나는 경우를 <보기>에서 모두 고른 것은? (단, 모든 반사광선은 무시한다.)

【해설】

ㄱ번과 ㄷ번만 정답

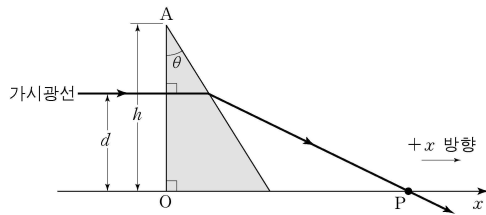
ㄱ번 : 입사각이 줄어들면 굴절각도 줄어들어서 선분 AB지난다.

ㄴ번 : 빛의 파장이 커지게 되면 같은 매질이라도 덜 굴절되어 선분 AB에 도달하지 못한다.

ㄷ번 : 매질의 굴절률이 증가하게 되면 빛의 속력이 감소하게 되어 굴절되는 정도가 더 커지기에 선분 AB지난다.

2006학년도 40번

그림은 파장이 λ 인 가시광선이 유리로 만든 직각프리즘의 OA면에 수직으로 입사하여 진행하는 것을 나타낸 것이다. θ 는 OA면과 빔면 사이의 각, d 는 입사 광선과 x 축 사이의 거리, h 는 직각프리즘의 높이, 점 P는 프리즘을 통과한 광선이 x 축과 만나는 점이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?
(단, OA면의 위치, 프리즘의 재질, h 는 변하지 않는다.)

—<보 기>—

- ㄱ. λ 와 θ 가 일정할 때, d 가 감소하면 P는 $+x$ 방향으로 이동한다.
- ㄴ. λ 와 d 가 일정할 때, θ 가 감소하면 P는 $+x$ 방향으로 이동한다.
- ㄷ. θ 와 d 가 일정할 때, λ 가 변하여도 P의 위치는 변하지 않는다.

【해설】

ㄴ번만 정답

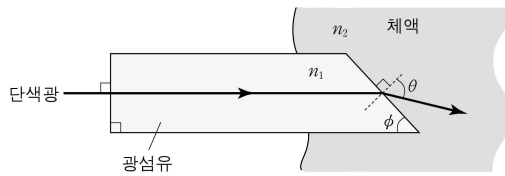
d 가 감소하면 P는 $-x$ 방향으로.. (ㄱ번 틀림)

θ 가 감소하면 굴절각이 작아져 $+x$ 방향으로...(ㄴ번 정답)

가시광선 중에서 빛의 파장에 따라 같은 매질이라 하더라도 굴절되는 정도가 다르다... 따라서 P의 위치는 변한다. (ㄷ번 틀림)

2008학년도 26번

그림은 광섬유를 이용하여 단색광을 인체 내의 체액에 입사시키는 것을 단면도로 나타낸 것이다. 단색광은 광섬유 내부에서 직진하다가 각 ϕ 로 절단된 절단면에서 굴절각 θ 로 굴절한다. 광섬유의 굴절률 n_1 은 체액의 굴절률 n_2 보다 크다.



이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은? (단, $0 < \phi < \frac{\pi}{2}$ 이다.)

—< 보 기 —

- ㄱ. 광섬유 내부에서 단색광의 파장은 체액에서보다 짧다.
- ㄴ. $n_2 \cos \phi = n_1 \sin \theta$ 이다.
- ㄷ. $0 < \cos \phi < \frac{n_2}{n_1}$ 이면 단색광은 절단면에서 전반사한다.

【해설】

ㄱ번만 정답

$$n_1 \sin\left(\frac{\pi}{2} - \phi\right) = n_2 \sin \theta \quad (\text{스넬 법칙 이용})$$

(ㄱ번 정답, ㄴ번 틀림)

$$\frac{n_2}{n_1} = \sin(\text{임계각}) \text{ 인데}$$

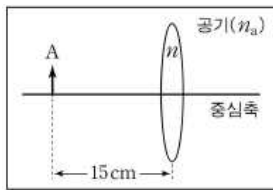
$\frac{\pi}{2} - \phi < \text{임계각}$ 이기에 전반사가 이루어지지 않는다.

(ㄷ번 틀림)

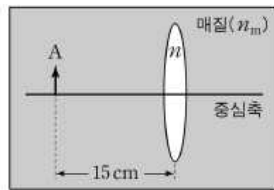
2011학년도 39번

그림 (가)는 공기 중에 물체 A가 얇은 볼록 렌즈로부터 15 cm 앞에 있는 모습을 나타낸 것이다. 공기는 굴절률이 n_a 이고, 렌즈는 굴절률이 n 이며 초점 거리가 10 cm이다. 그림 (나)는 (가)에서 다른 조건은 그대로 두고 공기만 굴절률 n_m 인 매질로 바꾼 모습이다.

굴절률의 크기는 $n_a < n < n_m$ 이다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

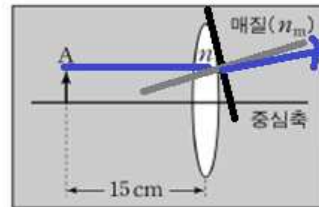
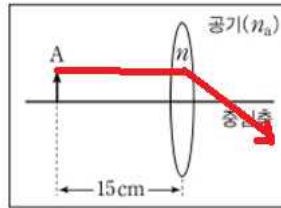
— < 보 기 > —

- ㄱ. (가)에서 A의 상은 실상이다.
- ㄴ. (나)에서 중심축에 평행하게 렌즈로 들어오는 모든 빛은 렌즈 뒤 중심축 위의 한 점을 지난다.
- ㄷ. (나)에서 A의 상은 허상이다.

【해설】

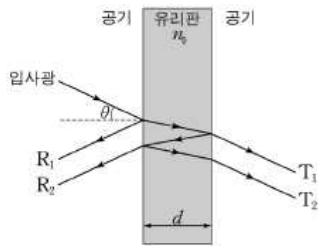
ㄱ번과 ㄷ번만 정답

(그림으로 해설)



2011학년도 40번

그림은 파장 λ 인 단색광이 공기 중에서 두께가 d 이고 굴절률이 n_0 인 유리판에 각 θ 로 입사하여 진행하는 모습을 나타낸 것이다. R_1 , R_2 는 반사된 빛이고, T_1 , T_2 는 투과된 빛이며, 각각의 경로는 그림과 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 공기의 굴절률은 1이다.)

—<보 기>—

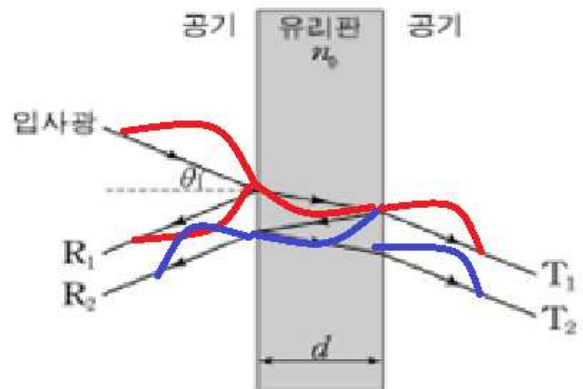
- ㄱ. 입사광은 경계면에서 R_1 의 경로로 반사될 때 위상이 180바뀐다.
- ㄴ. $\theta \neq 0$ 일 때, $d = \frac{\lambda}{2n_0}$ 이면 R_1 과 R_2 는 상쇄 간섭을 한다.
- ㄷ. $\theta \neq 0$ 일 때, $d = \frac{\lambda}{2n_0}$ 이면 T_1 과 T_2 는 보강 간섭을 한다.

【해설】

ㄱ번, ㄴ번, ㄷ번 모두 정답

일부 반사, 일부 굴절

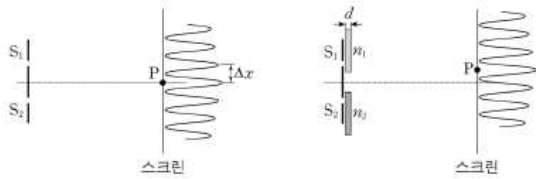
고정단 반사(위상 180도 바뀜), 자유단 반사(위상 그대로)을 이용하여 풀어보도록 하자.



$d = \frac{\lambda}{2n_0}$ 에서 d 는 빛이 유리판을 진행하면서 공기에서의 파장보다 줄어든 파장의 반파장을 의미한다.

2013학년도 40번

그림 (가)는 단색광을 이용한 영의 이중 슬릿 실험에서 스크린에 생긴 간섭 무늬를 모식적으로 나타낸 것이다. 점 P는 가장 밝은 무늬의 위치이고, Δx 는 이웃한 밝은 무늬 사이의 거리이다. 그림 (나)는 굴절률이 n_1, n_2 이고 두께가 d 인 두 투명판을 (가)의 슬릿 S_1, S_2 뒤에 놓았을 때, P가 위로 이동한 것을 나타낸 것이다.



(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

—<보 기>—

- ㄱ. (가)에서 S_1 과 S_2 의 간격을 좁히면 Δx 는 커진다.
- ㄴ. (나)에서 $n_1 > n_2$ 이다.
- ㄷ. (나)에서 두 투명판의 두께를 $2d$ 로 바꾸어도 P는 이동하지 않는다.

【해설】

ㄱ번 ㄴ번만 정답

(가)와 (나)에서 S_1, S_2 에 도달하는 빛의 위상은 동일하다.

다만 (나)에서 S_1, S_2 앞에 굴절률이 서로 다른 유리를 놓아 경로차가 생기게 하는 구성을 하였다.

(나)에서 경로차가 0인 P지점이 위로 움직였기에 S_1 유리판 내에서 더 많은 파장이 있다는 것을 알 수 있다.

따라서 $n_1 > n_2$ 이다. (굴절률이 클수록 통과하는 빛의 파장은 감소한다.)

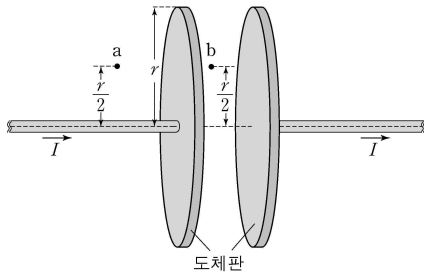
(ㄴ번 정답)

회절이 잘 될수록 무늬사이 간격이 커지기에 (ㄱ번 정답)

유리판을 더 두껍게 하면 경로차가 더 커지기에 P점은 더 위로 올라간다. (ㄷ번 틀림)

2007학년도 27번

그림은 초기에 저장된 전하량이 0인 원형 평행판 축전기에 전류 I 가 흘러 충전되고 있는 것을 나타낸 것이다. 점 a 는 축전기 외부에 있고, 점 b 는 반지름이 r 인 두 도체판 사이에 있다.



충전되는 동안 a , b 에서의 자기장과 전기장에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은? (단, 지구 자기장의 영향은 무시하며, 각 도체판의 중심에 수직으로 연결된 두 도선은 일직선 상에 있다.)

—<보 기>—

- ㄱ. a 에서 자기장의 방향은 도선과 평행하다.
- ㄴ. b 에서 자기장의 세기는 0이다.
- ㄷ. b 에서 전기장의 세기는 증가하고 있다.

【해설】

ㄷ번만 정답

앙페르의 오른나사 법칙으로 a 의 자기장의 방향은 도선과 수직임을 알 수 있다.

(ㄱ번 틀림)

b 점은 평행한 도체판 사이에 영역에 위치하고 있다. 도체판에 전하가 모여듬에 따라 전위차가 증가하고

($Q=CV$), 전기장의 세기 $E = \frac{\text{전위차}}{\text{거리}}$ 에 의해 증가한다.

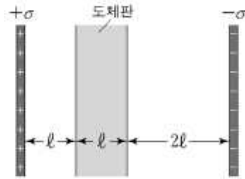
(ㄷ번 정답)

또한 앙페르 법칙(전류에 의해 자기장 형성)에 따라서 자기장의 세기는 0이 안 됨을 알 수 있다.

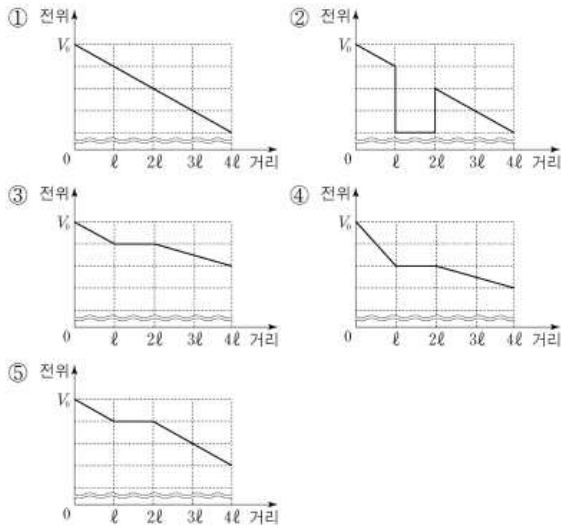
(ㄴ번 틀림)

2012학년도 41번

그림과 같이 균일하게 대전된 무한히 넓고 얇은 두 평행 대전판 사이에 무한히 넓은 도체판이 대전판과 평행하게 고정되어 있다. 도체판의 알짜 전하량은 0이고, 두 대전판 사이의 거리는 4ℓ 이며, 도체판의 두께는 ℓ 이다. 양(+)의 대전판에서 전위는 V_0 이고, σ 는 면전하 밀도이다.



양(+)의 대전판으로부터 거리에 따른 전위를 나타낸 그래프로 가장 적절한 것은? (단, 세로축의 눈금들은 등간격이다.)



【해설】

정답 5번

무한히 넓은 균일한 면전하 주위에는 균일한 전기장이 형성되어 있다.

균일전기장 사이에 도체를 집어넣으면 도체 내의 자유전자가 이동하여 도체판 내부에 전기장이 형성된다.

이때, 도체판 외부에 형성된 전기장과 내부에 형성된 전기장의 세기는 같고 방향이 다르기에 서로 상쇄가 되어 도체판 내부의 합성 전기장의 세기는 0이 된다.

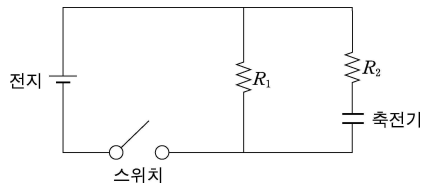
$E = \frac{dV}{dr}$ 를 이용하여 그래프를 찾도록 하자.

균일한 전기장에는 말 그대로 균일한 전기장의 세기이기에 도체판을 제외한 영역에서의 ($E = \frac{dV}{dr}$) 기울기는 일정하지만 도체판 내부 영역에서의 기울기는 0이다.

이를 만족하는 보기는 5번이다.

2005학년도 예비검사 33번

그림은 전지, 축전기, 스위치, 저항 R_1 과 R_2 로 구성된 회로를 나타낸 것이다. 스위치를 닫아 충분한 시간 동안 축전기를 충전시킨 후, 다시 스위치를 열어 방전시킨다.



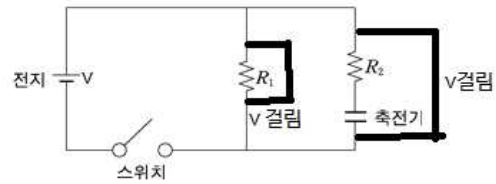
이 과정에 대한 <보기>의 설명 중 옳은 것을 모두 고른 것은?

—<보 기>—

- ㄱ. 축전기가 충전되는 동안 R_1 에 흐르는 전류는 증가한다.
- ㄴ. 축전기가 충전되는 동안 R_2 에 걸리는 전압은 증가한다.
- ㄷ. 완전히 충전된 축전기 양단의 전압은 R_1 에 걸리는 전압과 같다.
- ㄹ. 축전기가 방전되는 동안 R_2 에 걸리는 전압은 감소한다.

【해설】

ㄷ번과 ㄹ번만 정답



【축전기가 충전되는 동안】

저항 R_1 에 전압 V 가 걸리기에...

저항 R_1 에는 $\frac{V}{R_1}$ 전류가 일정하게 흐른다.

(ㄱ번 틀림)

축전기가 충전되는 동안 축전기와 저항 R_2 에 전압 V 가 걸리지만 축전기가 충전됨에 따라 축전기에 걸리는 전압이 V 에 가까워지므로 저항 R_2 에 걸리는 전압은 점차 0에 가까워진다.

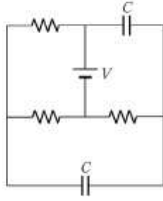
(ㄴ번 틀림, ㄷ번 정답)

스위치를 열고 나면 축전기에 저장된 에너지 $\frac{1}{2}CV^2$ 가 저항 R_1 과 저항 R_2 에 열에너지 형태로 소모되기에 R_2 에 걸리는 전압은 점차 감소한다.

(ㄹ번 정답)

2015학년도 40번

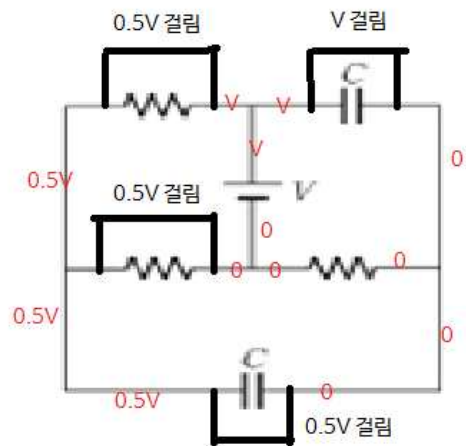
그림과 같이 저항값이 같은 저항 3개, 전기 용량이 C 인 축전기 2개가 전압이 V 로 일정한 전원에 연결되어 있다.



두 축전기에 충전된 전하량의 합은?

【해설】

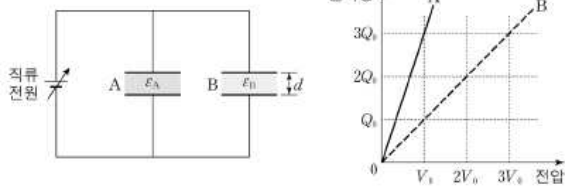
$Q = \frac{3}{2}CV$ 이다.



By. 키르히호프 법칙 이용

2013학년도 42번

그림 (가)는 두 도체판의 면적이 같고 간격이 d 로 같은 평행판 축전기 A, B를 직류 전원에 연결한 것을 나타낸 것이다. A, B에 채워진 유전체의 유전율은 ϵ_A , ϵ_B 이다. 그림 (나)는 A, B에 충전된 전하량을 가해준 전압에 따라 나타낸 것이다.



(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

—<보 기>—

- ㄱ. $\epsilon_A > \epsilon_B$ 이다.
 ㄴ. 전압이 V_0 일 때, A에 저장된 에너지는 B보다 크다.
 ㄷ. B의 판의 간격을 $\frac{d}{3}$ 로 줄이면 A와 B의 전기 용량은 같아진다.

【해설】

ㄱ번, ㄴ번, ㄷ번 모두 정답

(나)그래프에서 V_0 를 기준으로 A와 B의 전하량의 비는 3:1을 통해서 $\epsilon_A : \epsilon_B = 3 : 1$ 을 알 수 있다.

(병렬 연결로 A와 B에 걸리는 전압은 같다.)

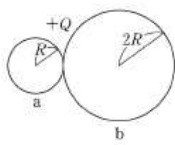
(ㄱ 번 정답)

축전기에 저장된 에너지 = $\frac{1}{2} QV$ 공식을 활용하면
 (ㄴ번 정답)

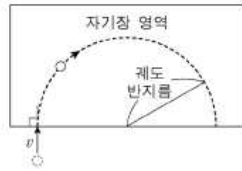
$C = \epsilon \frac{S}{d}$ 공식을 활용하면 ㄷ번도 역시 정답이다.

2014학년도 43번

그림 (가)는 질량이 같고 반지름이 각각 R , $2R$ 인 두 도체구 a, b가 접촉된 상태에서 대전되어 있는 것을 나타낸 것이다. a, b의 전하량의 합은 $+Q$ 이다. 그림 (나)는 a, b를 분리하여 어느 한 도체구를 속력 v 로 자기장 영역으로 자기장에 수직인 방향으로 입사시켰을 때, 도체구가 원궤도를 따라 운동하는 것을 나타낸 것이다. 입사된 구가 a일 때 궤도 반지름은 r_a 이고, b일 때 궤도 반지름은 r_b 이다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, a와 b를 외부에서 힘을 가해 충분한 시간동안 접촉시킨 후 분리한다.)

<보 기>

- ㄱ. b의 전하량은 a의 전하량의 4배이다.
 ㄴ. 자기장의 방향은 종이면에서 나오는 방향이다.
 ㄷ. r_a 는 r_b 의 2배이다.

【해설】

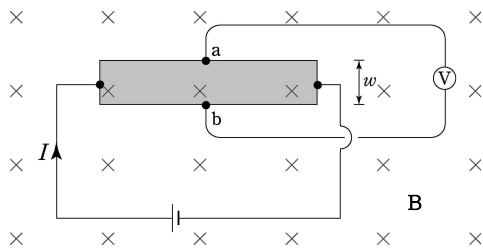
ㄴ번과 ㄷ번만 정답

전위가 같아지고 나서 a, b를 분리하므로

$$Q_a = \frac{1}{3}Q, Q_b = \frac{2}{3}Q \text{이다.}$$

2005학년도 예비검사 35번

그림은 균일한 자기장 $\mathbf{B}$ 에 수직으로 놓여 있는 폭 w 의 도체에 전류 I 가 흐를 때, 점 a 와 b 에서의 전위 V_a 와 V_b 의 차이 $\Delta V (= V_a - V_b)$ 를 측정하는 것을 나타낸다.



이에 대한 <보기>의 설명 중 옳은 것을 모두 고른 것은? (단, 자기장은 지면 안쪽을 향한다.)

<보 기>

- ㄱ. 전하 운반체가 음(-)전하이면 $\Delta V > 0$ 이다.
- ㄴ. 자기장의 방향을 반대로 하면 ΔV 의 부호가 바뀐다.
- ㄷ. 전하 운반체의 유동속도를 구하기 위해서는 $\mathbf{B}$ 의 크기, ΔV , w 를 측정해야 한다.

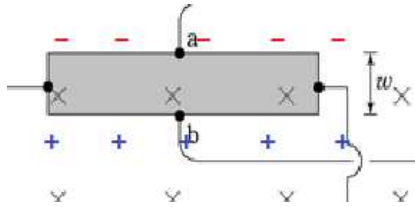
【해설】

ㄴ번과 ㄷ번만 정답

홀효과를 물어보는 문제로

홀효과란 '전하의 운반체가 전자임을 알아내는 것과 미지의 자기장을 측정할 수 있다.'이다.

전자가 처음 도체 위에 도달 했을 때, 자기력이 전기력보다 크게 작용하여 위쪽으로 이동하지만, 점차 전기력이 자기력과 크기가 같아지면서 전자는 일직선 운동을 하게 된다.



(ㄱ번 틀림.)

자기장의 방향을 반대로 하게 되면 전자가 처음 도체에 진입하였을 때, 아래쪽으로 자기력을 받게 되어 ΔV 가 바뀐다.

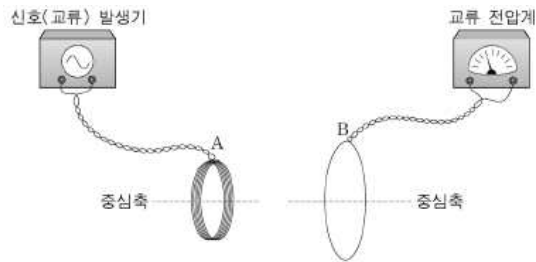
(ㄴ번 정답)

$$qvB = qE$$

(ㄷ번 정답)

2012학년도 42번

그림과 같이 원형 코일 A와 B를 각각 신호(교류) 발생기의 출력 단자와 교류 전압계의 입력 단자에 연결하고 두 코일의 중심 축을 일치시켰다. 신호 발생기의 전원을 켜면 전압계에서 전압이 측정된다.



다른 조건은 그대로 두고 <보기>와 같이 조건을 바꾸었을 때, 전압값이 커지는 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

—<보 기>—

- ㄱ. A와 B를 서로 가까이 한다.
- ㄴ. B의 감은 수를 2배로 증가시킨다.
- ㄷ. A와 B의 중심축이 서로 수직이 되도록 한다.

【해설】

ㄱ번과 ㄴ번만 정답

유도기전력 $\epsilon = -N \frac{d\Phi}{dt}$ 임을 이용하여 풀자.

A와 B를 서로 가까이 하면 $\frac{d\Phi}{dt}$ 가 증가하기에 전압값이 커진다.

(ㄱ번 정답)

B의 감은 수를 2배로 증가시키면 유도기전력 $\epsilon = -N \frac{d\Phi}{dt}$ 에서 N

이 1→2로 되므로 전압값이 증가한다.

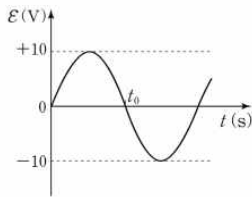
(ㄴ번 정답)

A와 B를 수직으로 구성하면 $\frac{d\Phi}{dt}$ 감소함이 틀림없을 것이다.

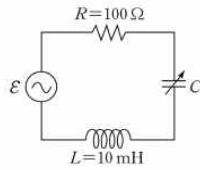
(ㄷ번 틀림)

2009학년도 43번

그림 (가)는 진동수가 10^4 Hz 인 사인(sine) 파형의 교류 전압 $\mathcal{E}$ 을 시간에 따라 나타낸 것이며, 그림 (나)는 이 교류 전원이 연결된 RLC 회로를 나타낸 것이다.



(가)



(나)

그림 (가)의 t_0 와 그림 (나)에서 공명이 일어나기 위한 전기용량 C 값을 옳게 짝지은 것은?

【해설】

$$2t_0 = \frac{1}{f}$$

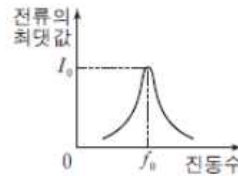
코일의 인덕턴스(L)와 축전기의 전기용량(C)의 크기에 따라서

공명진동수 $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 가 결정된다.

공명진동수란 $X_C = X_L$ 이어서 RLC 회로에서의 총 저항 임피던스(Z)가 저항 값을 가질 수 있도록 한다.

RLC회로에서 전류의 세기는 시간마다 변하지만 R, L, C 모두 직렬로 연결되어 걸리는 전류의 세기는 동일하다.

교류 전원의 진동수와 고유진동수(공명진동수)가 같게 되면 최대 전류가 흐르게 되는데 이것이 바로 공명이다.



(교류 전원의 진동수에 따라 전류의 최댓값이 달라지는 모습)

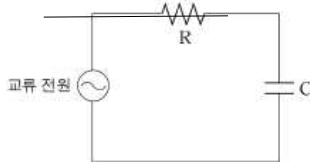
C를 구하기 위해서

$$\frac{1}{2\pi f_{\text{교류전원}} C} = 2\pi f_{\text{교류전원}} L \text{ 로 구하자}$$

$$\frac{t_0}{5 \times 10^{-5}} \quad \frac{C}{\frac{1}{4\pi^2} \mu\text{F}} \text{ 답이다.}$$

2011학년도 44번

그림은 각진동수가 ω 이고 전압의 진폭이 일정한 교류 전원에 연결된 RC 직렬 회로를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

—<보 기>—

- ㄱ. 회로에 흐르는 전류와 축전기 양단에 걸리는 전압의 위상차는 없다.
- ㄴ. 회로에 흐르는 전류의 진폭은 ω 가 커질수록 감소한다.
- ㄷ. 축전기 양단에 걸리는 전압의 진폭은 ω 가 커질수록 감소한다.

【해설】

ㄷ번만 정답

RC 회로이고 $\omega = 2\pi f$ 이다.

전류가 축전기에 걸리는 전압보다 $\frac{\pi}{2}$ 빠르다.

(ㄱ번 틀림)

ω 가 커질수록 X_c 는 감소하고 Z 역시 감소하기에 전류는 커지므로 전류의 진폭은 증가한다.

(ㄴ번 틀림)

축전기에 걸리는 전압 = $X_c I$ 인데 ---1

$$\text{최대 전류 } I = \frac{\text{최대 전압 } V}{\sqrt{X_c^2 + R^2}} \text{ ---2}$$

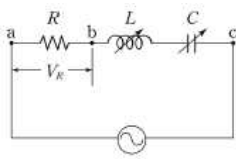
ω 가 커질수록 X_c 는 감소하고 축전기에 걸리는 전압은 감소한다.

(1과 2방정식 연립)

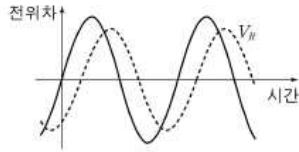
(ㄷ번 정답)

2010학년도 43번

그림 (가)는 교류기전력이 $\mathcal{E}$ 인 전원에 연결된 RLC 회로를 나타낸 것이다. 점 a, b, c에서의 전위는 각각 V_a , V_b , V_c 이고, $V_R (=V_a - V_b)$ 는 저항 양단의 전위차이다. 그림 (나)는 $\mathcal{E}$ 와 V_R 를 시간에 따라 나타낸 것이다



(가)



(나)

이 회로에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, $\mathcal{E}=V_a - V_c$ 이다.)

—<보 기>—

- ㄱ. 교류기전력의 진동수는 회로의 공명 진동수보다 크다.
- ㄴ. 저항값과 전기용량을 그대로 두고 인덕턴스를 증가시키면 V_R 의 진폭은 줄어든다.
- ㄷ. 저항값과 인덕턴스를 그대로 두고 전기용량을 증가시키면 V_R 의 진폭은 줄어든다.

【해설】

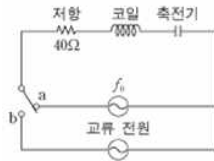
ㄱ번, ㄴ번, ㄷ번 모두 정답

(나)그래프를 통해 교류전원의 위상이 V_R 보다 빠르다는 것을 알 수 있다.

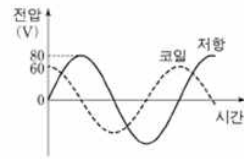
즉, $V_L > V_C$ 이다.

2016학년도 40번

그림 (가)와 같이 저항값이 40Ω 인 저항, 코일, 축전기, 스위치를 전압의 최대값이 $100V$ 로 같고 진동수가 각각 f_0 , $2f_0$ 인 교류 전원에 연결하여 회로를 구성하였다. 그림 (나)는 스위치를 a에 연결하였을 때, 저항과 코일 양단의 전압을 시간에 따라 나타낸 것이다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. 스위치를 b에 연결하였을 때, 회로에 흐르는 전류의 최대값은 $2A$ 이다.
 ㄴ. 스위치를 b에 연결하였을 때, 코일 양단에 걸리는 전압의 최대값은 $120V$ 이다.
 ㄷ. 회로의 공명 진동수는 $\sqrt{2}f_0$ 이다.

【해설】

ㄱ번, ㄴ번, ㄷ번 정답

코일에 걸리는 최대 전압이 $80V$ 라는 것으로부터 교류직렬회로에 흐르는 최대전류의 세기는 $2A$ 라는 것을 알 수 있다.

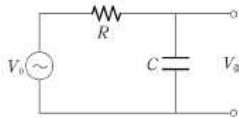
a연결	저항	코일	축전기
걸리는 전압	$80V$	$60V$	$120V$

b연결	저항	코일	축전기
걸리는 전압	$80V$	$120V$	$60V$

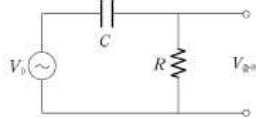
고유진동수는 $X_C = X_L$ 인 진동수이다.

2013학년도 44번

그림 (가), (나)와 같이 진동수 f , 진폭 V_0 인 교류 전원에 연결된 RC회로에서 출력 단자를 각각 축전기와 저항에 연결하였다. $V_{\text{출력}}$ 은 출력 전압의 진폭이다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. f 가 증가하면 (가)의 $V_{\text{출력}}$ 은 증가한다.

ㄴ. $f = \frac{1}{2\pi RC}$ 이면 (가)와 (나)의 $\frac{V_{\text{출력}}}{V_0}$ 은 서로 같다.

ㄷ. $f \ll \frac{1}{2\pi RC}$ 일 때 $V_{\text{출력}} \ll V_0$ 인 회로는 (나)이다.

【해설】

ㄴ번 ㄷ번만 정답

축전기에 걸리는 전압 = $X_C I$ 인데 ---1

$$\text{최대 전류 } I = \frac{\text{최대 전압 } V}{\sqrt{X_C^2 + R^2}} \text{ ---2}$$

f 가 커질수록 X_C 는 감소하고 축전기에 걸리는 전압은 감소한다.

<2011학년도 44번 ㄷ보기와 완전 일치!>

(ㄱ번 틀림)

ㄴ번의 f 를 대입하면 $X_C = R$ 이라는 사실을 알 수 있다.

(ㄴ번 정답)

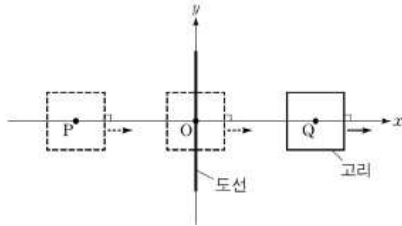
ㄷ번에서 <<의 의미는 좌변이 우변보다 매우 작을 경우를 의미한다.

따라서 문제 풀 때 $f = \frac{1}{2\pi(100R)C}$ 로 잡고 풀면 이해하기 쉽다.

(ㄷ번 정답)

2015학년도 41번

그림과 같이 일정한 전류가 흐르는 무한히 긴 직선 도선이 y 축에 고정되어 있고, 정사각형 금속 고리가 xy 평면 상에서 x 축을 따라 일정한 속력으로 운동한다. x 축 상의 두 지점 P, Q는 원점 O로부터 같은 거리만큼 떨어져 있다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 고리의 자체 유도과 도선의 굽기는 무시한다. 도선은 절연되어 있고, OP 의 길이는 고리의 한 변의 길이보다 길다.)

<보 기>

- ㄱ. 고리의 중심이 O를 지나는 순간 고리를 통과하는, 도선이 만드는 자기장에 의한 알짜 자기 선속은 0이다.
- ㄴ. 고리에 유도되는 전류의 방향은 고리의 중심이 P를 지날 때와 Q를 지날 때가 서로 같다.
- ㄷ. 고리가 받는 알짜 자기력의 방향은 고리의 중심이 P를 지날 때와 Q를 지날 때가 서로 같다.

【해설】

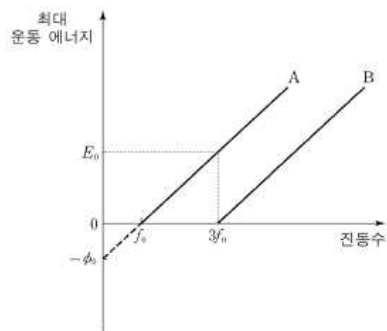
모두 정답

 y 축 기준으로 좌우대칭(ㄱ번 정답) $B = k \frac{I}{r}$ & 패러데이법칙 (ㄴ번 정답)

FBI 이용(자기장의 세기 고려) (ㄷ번 정답)

2013학년도 45번

그림은 금속판 A, B에 단색광을 비출 때 방출되는 광전자의 최대 운동 에너지를 빛의 진동수에 따라 나타낸 것이다. A, B의 한계 진동수는 f_0 , $3f_0$ 이고, A의 일함수는 ϕ_0 이다. 진동수 $3f_0$ 인 빛을 비출 때 A에서 방출되는 광전자의 최대 운동 에너지는 E_0 이다.



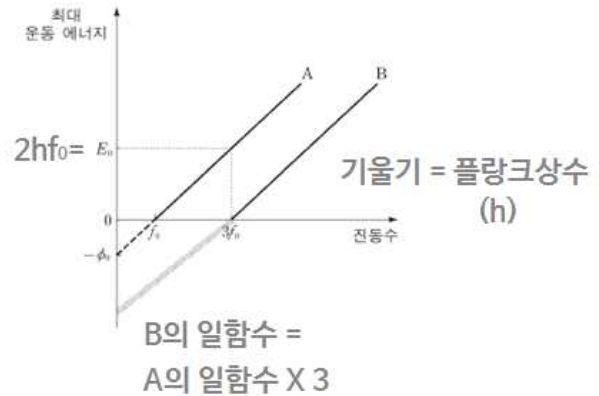
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. 플랑크 상수는 $\frac{E_0}{2f_0}$ 과 같다.
- ㄴ. B의 일함수는 $3\phi_0$ 이다.
- ㄷ. B에 진동수 $6f_0$ 의 빛을 비출 때 방출되는 광전자의 최대 운동 에너지는 $2E_0$ 이다.

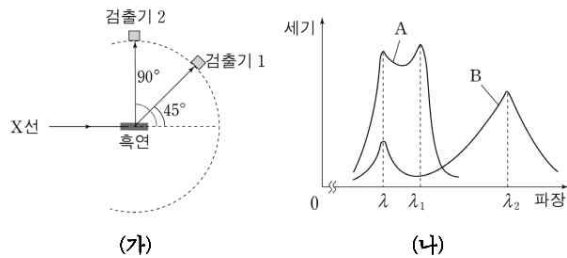
【해설】

ㄱ번, ㄴ번만 정답



2009학년도 45번

그림 (가)는 파장 λ 인 X선을 흑연에 입사시켜 입사 방향에 대해 $\theta = 45^\circ, 90^\circ$ 방향으로 나오는 산란광을 검출하는 콤프턴 산란 실험을 모식적으로 나타낸 것이고, 그림 (나)는 각 검출기에서 측정된 산란광의 세기를 파장에 따라 나타낸 것이다. 산란광의 세기가 최대인 파장이 λ' 일 때 $\lambda' - \lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos \theta)$ 의 관계를 만족한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, h 는 플랑크 상수, m 은 전자의 정지질량, c 는 빛의 속력이다.)

<보 기>

- ㄱ. λ 가 클수록 $\lambda_2 - \lambda_1$ 은 크다.
 ㄴ. (나)에서 스펙트럼 A는 검출기 1에서 측정된 것이다.
 ㄷ. 파장이 λ_2 인 광자 에너지는 입사한 X선의 광자 에너지보다 작다.

【해설】

ㄴ번과 ㄷ번 정답

빛의 입자성을 증명하는 실험에는 아인슈타인의 광전효과 실험과 콤프턴 산란실험이 있다.

파장이 짧은 x선을 흑연에 쪼였을 때, 산란되는 x선은 파장이 길어지는데, 운동량 보존과 운동에너지가 보존됨을 보여주는 실험이다.

λ 하고는 상관없다.

(ㄱ번 틀림)

산란각이 크면 클수록 $\lambda' - \lambda$ 가 커진다.

B는 검출기2에서 검출된 스펙트럼 ,

A는 검출기1에서 검출된 스펙트럼이다.

(ㄴ번 정답)

ㄷ번은 당연한 사실이다.

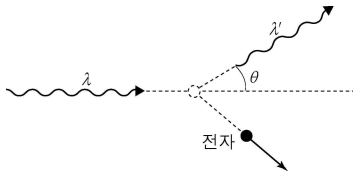
2006학년도 39번

그림은 파장이 λ 인 X선이 정지해 있는 전자와 탄성 충돌하여 파장이 λ' 으로 변하는 현상을 모식적으로 나타낸 것이다.

X선의 산란각이 θ 일 때, 파장의 변화량 $\Delta\lambda$ 는

$$\Delta\lambda = \frac{h}{mc} (1 - \cos\theta)$$

로 주어진다. 이 때 h 는 플랑크 상수, m 은 전자의 정지질량, c 는 빛의 속력이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

—<보 기>—

- ㄱ. λ' 이 λ 보다 더 작은 경우는 관측되지 않는다.
- ㄴ. 입사하는 X선의 에너지가 변하여도 $\Delta\lambda$ 는 변하지 않는다.
- ㄷ. $\Delta\lambda$ 는 $\theta=90^\circ$ 일 때 가장 크다.

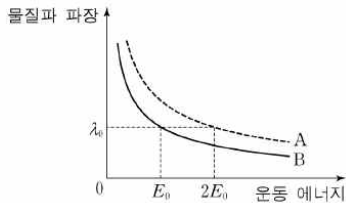
【해설】

ㄱ번, ㄴ번만 정답

$\theta = 180^\circ$ 일 때 제일 크다.(ㄷ번 틀림)

2016학년도 41번

그림은 입자 A와 B의 물질파 파장을 운동 에너지에 따라 나타낸 것이다. 운동 에너지가 각각 $2E_0$, E_0 인 A, B의 물질파 파장은 λ_0 로 같다.



A와 B의 운동 에너지가 E_0 일 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 입자의 속력은 광속보다 매우 작다.)

<보 기>

- ㄱ. 질량은 B가 A의 2배이다.
- ㄴ. 운동량의 크기는 B가 A의 2배이다.
- ㄷ. 속력은 B가 A의 2배이다.

【해설】

ㄱ번만 정답

λ_0 를 기준으로 그래프 A, B를 살펴보자.

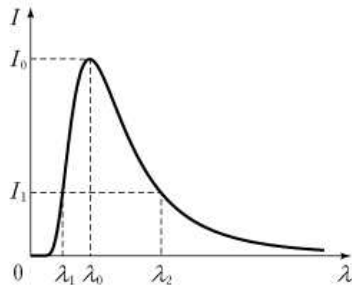
$\lambda_0 = \frac{h}{p}$ 라 가정 + 운동에너지 = $\frac{p^2}{2m}$ 식을 이용하면

질량 비율은 A : B = 1 : 2를 구할 수 있다.

$p=mv$ 를 이용하면 속력 비율은 A : B = $\sqrt{2}$: 1로 구할 수 있다.

2011학년도 45번

그림은 온도 T_0 인 흑체에서 복사되는 빛의 단위 파장 당 세기 I 를 파장 λ 에 따라 나타낸 그래프이다. I 는 파장이 λ_0 일 때 최대값 I_0 을 갖고, 파장이 각각 λ_1 , λ_2 일 때 I_1 로 서로 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. 파장 λ_1 인 광자 한 개의 에너지는 파장 λ_2 인 광자 한 개의 에너지와 같다.
- ㄴ. 온도가 T_0 보다 높은 흑체에서 I 가 최대인 빛의 파장은 λ_0 보다 작다.
- ㄷ. 그래프의 곡선과 λ 축 사이의 면적은 온도가 높을수록 커진다.

【해설】

ㄴ번, ㄷ번만 정답

에너지의 양자화

$$E = nhf = nh \frac{c}{\lambda} \quad (\text{ㄱ번 틀림})$$

빈의 변위법칙에 의해 (ㄴ번 정답)

슈테판-볼츠만 법칙에 의해 $E = \sigma T^4$ (E = 그래프의 밑면적)
(ㄷ번 정답)