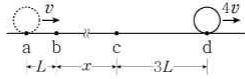


9. 그림과 같이 물체가 점 a~d를 지나는 등가속도 직선 운동을 한다. a와 b, b와 c, c와 d 사이의 거리는 각각  $L$ ,  $x$ ,  $3L$ 이다. 물체가 운동하는 데 걸리는 시간은 a에서 b까지와 c에서 d까지가 같다. a, d에서 물체의 속력은 각각  $v$ ,  $4v$ 이다.



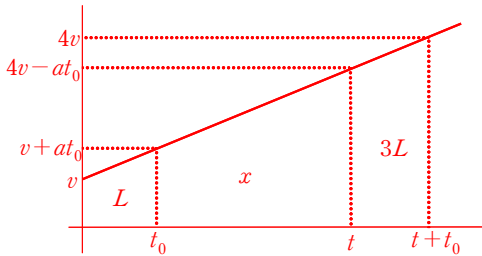
$x$ 는? [3점]

- ①  $2L$     ②  $4L$     ③  $6L$     ④  $8L$     ⑤  $10L$

가속도를  $a$ , a에서 b까지 걸린 시간을  $t_0$ 라면,

a와 b, c와 d는 모두  $at_0$ 만큼 속도차이가 남

$$\text{즉, } v_b = v + at_0, \quad v_c = 4v - at_0$$



거리는 밑의 면적이므로,

$$L = (v + v + at_0) \times \frac{1}{2} t_0 = \frac{1}{2} t_0 (2v + at_0)$$

$$3L = (4v + 4v - at_0) \times \frac{1}{2} t_0 = \frac{1}{2} t_0 (8v - at_0)$$

$$\Rightarrow 3 = \frac{8v - at_0}{2v + at_0} \Rightarrow at_0 = \frac{1}{2} v$$

$$\Rightarrow L = \frac{1}{2} t_0 (2v + at_0) = \frac{5}{4} vt_0$$

$$b \sim c \text{ 가속도 } a = \frac{(4v - at_0) - (v + at_0)}{t - t_0} = \frac{3v - 2at_0}{t - t_0}$$

$$\Rightarrow t - t_0 = \frac{3v - 2at_0}{a} = \frac{2v}{a}$$

$$x = (4v - at_0 + v + at_0) \times (t - t_0) \times \frac{1}{2}$$

$$= \frac{5}{2} v(t - t_0) = \frac{5v^2}{a}$$

$$\Rightarrow \frac{x}{L} = \frac{\frac{5v^2}{a}}{\frac{5}{4} vt_0} = \frac{4v}{at_0} = \frac{4v}{\frac{1}{2} v} = 8 \quad \therefore x = 8L$$

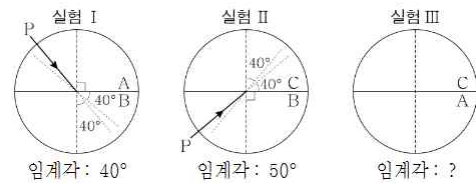
12. 다음은 임계각을 찾는 실험이다.

[실험 과정]

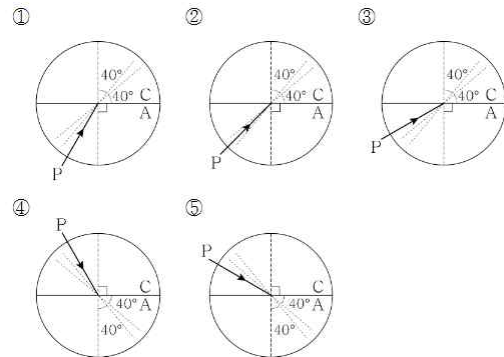
(가) 반원형 매질 A, B, C 중 두 매질을 서로 붙인다.

(나) 단색광 P를 원의 중심으로 입사시키고, 입사각을 0에서부터 연속적으로 증가시키면서 임계각을 찾는다.

[실험 결과]



실험 III의 결과로 가장 적절한 것은? [3점]



A~C의 굴절률을 각각  $n_A$ ,  $n_B$ ,  $n_C$ 라면,

실험 I, II을 스넬의 법칙으로 나타내면,

$$n_A \sin 40^\circ = n_B, \quad n_B \sin 50^\circ = n_C$$

$$\Rightarrow n_A \sin 40^\circ = \frac{n_C}{\sin 50^\circ}$$

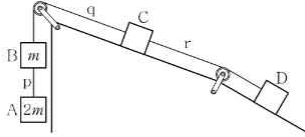
$$\Rightarrow n_A \sin 40^\circ \times \sin 50^\circ = n_C$$

$\sin 40^\circ \times \sin 50^\circ < \sin 40^\circ < 1$ 이므로,

$n_A > n_C$ 이며, 임계각은  $40^\circ$  보다 작음

※ 스넬의 법칙 :  $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

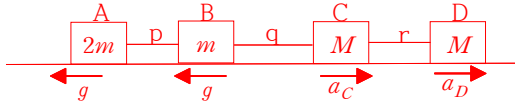
14. 그림은 물체 A~D가 실 p, q, r로 연결되어 정지해 있는 모습을 나타낸 것이다. A와 B의 질량은 각각  $2m$ ,  $m$ 이고, C와 D의 질량은 같다. p를 끊었을 때, C는 가속도의 크기가  $\frac{2}{9}g$ 로 일정한 직선 운동을 하고, r이 D를 당기는 힘의 크기는  $\frac{10}{9}mg$ 이다.



r을 끊었을 때, D의 가속도의 크기는? (단,  $g$ 는 중력 가속도이고, 실의 질량, 공기 저항, 모든 마찰은 무시한다.) [3점]

- ①  $\frac{2}{5}g$     ②  $\frac{1}{2}g$     ③  $\frac{5}{9}g$     ④  $\frac{3}{5}g$     ⑤  $\frac{5}{8}g$

실이 없을 때 C, D의 가속도를  $a_C$ ,  $a_D$ 라 하고, C, D의 질량을  $M$ 이라 하고 그림을 다시 그리면,



실이 끊어지지 않았을 때  $3mg = M(a_C + a_D)$

p가 끊어졌을 때, B~D의 전체 운동식은

$$(2M + m) \times \frac{2}{9}g = M(a_C + a_D) - mg$$

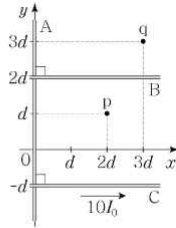
$$= 3mg - mg = 2mg$$

$$\Rightarrow M = 4m$$

$$\text{D의 알짜힘 } \frac{2}{9}Mg = Ma_D - \frac{10}{9}mg$$

$$\Rightarrow \frac{8}{9}mg = 4ma_D - \frac{10}{9}mg \quad \therefore a_D = \frac{1}{2}g$$

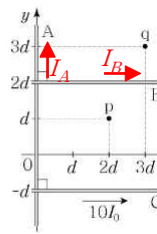
16. 그림과 같이 세기와 방향이 일정한 전류가 흐르는 가늘고 무한히 긴 직선 도선 A, B, C가  $xy$ 평면에 고정되어 있다. C에는  $+x$ 방향으로 세기가  $10I_0$ 인 전류가 흐른다. 점 p, q는  $xy$ 평면상의 점이고, p와 q에서 A, B, C의 전류에 의한 자기장의 세기는 모두 0이다.



A에 흐르는 전류의 세기는? [3점]

- ①  $7I_0$     ②  $8I_0$     ③  $9I_0$     ④  $10I_0$     ⑤  $11I_0$

지면으로 들어가는 방향의 자기장을 (+)라 하자 A와 B에 흐르는 전류를 각각  $I_A$ ,  $I_B$ 라 하고, 그림처럼 A는  $+y$ 방향, B는  $+x$ 방향이라면,



$$\text{p점 : } k \frac{I_A}{2d} + k \frac{I_B}{d} - k \frac{10I_0}{2d} = 0$$

$$\text{q점 : } k \frac{I_A}{3d} - k \frac{I_B}{d} - k \frac{10I_0}{4d} = 0$$

두 식을 더해서 정리하면,

$$I_A = 9I_0$$

\* 만약  $I_A$ 나  $I_B$ 가 (-)값이 되면, 방향이 반대라는 의미임.

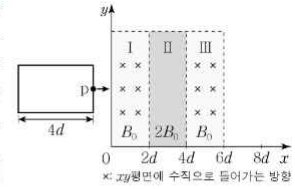
17. 그림은 한 변의 길이가

$4d$ 인 직사각형 금속 고리가  $xy$ 평면에서 운동하는 모습을 나타낸 것이다. 고리는

세기가 각각  $B_0$ ,  $2B_0$ ,  $B_0$ 으로 균일한 자기장 영역 I,

II, III을  $+x$ 방향으로 등속도 운동을 하며 지난다. 고리의 점 p가  $x=3d$ 를 지날 때, p에는

세기가  $I_0$ 인 유도 전류가  $+y$ 방향으로 흐른다. II에서 자기장의 방향은  $xy$ 평면에 수직이다.



p에 흐르는 유도 전류에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. p가  $x=d$ 를 지날 때, 전류의 세기는  $2I_0$ 이다.  
 ㄴ. p가  $x=5d$ 를 지날 때, 전류가 흐르지 않는다.  
 ㄷ. p가  $x=7d$ 를 지날 때, 전류는  $-y$ 방향으로 흐른다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

- ㄱ. 금속고리의  $y$ 축의 길이를  $L$ , 속도를  $v$ 라 하면,

$x=3d$ 에서 유도전류가 시계 반대 방향

$\Rightarrow$  II에서 자기장은 들어가는 방향

$$x=3d \text{에서 } I_0 = \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t} = \frac{2B_0 \times (L \times v \Delta t)}{\Delta t} = 2B_0Lv$$

$$x=d \text{에서 } I = \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t} = \frac{B_0 \times (L \times v \Delta t)}{\Delta t} = B_0Lv = \frac{1}{2}I_0$$

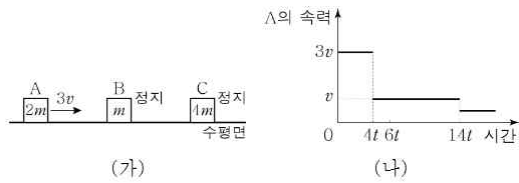
- ㄴ. I과 III의 자기장의 크기와 방향이 같으므로,

$x=5d$ 에서 금속고리 안의 자기장의 변화는 없음

- ㄷ.  $x=7d$ 는 들어가는 자기장이 감소되고 있음

따라서 유도전류는 시계방향

18. 그림 (가)와 같이 수평면에서 물체 A가 정지해 있는 물체 B, C를 향해 운동하고 있다. 그림 (나)는 (가)의 순간부터 A의 속력을 시간에 따라 나타낸 것으로, A의 운동 방향은 일정하다. A, B, C의 질량은 각각  $2m$ ,  $m$ ,  $4m$ 이고,  $6t$ 일 때 B와 C가 충돌한다.



$8t$ 일 때, C의 속력은? (단, 물체의 크기, 공기 저항, 모든 마찰은 무시한다.) [3점]

- ①  $\frac{3}{4}v$     ②  $\frac{15}{16}v$     ③  $\frac{5}{4}v$     ④  $\frac{21}{16}v$     ⑤  $\frac{4}{3}v$

$4t$ 에서 A-B 충돌 : 충돌 후 B의 속도를  $v_B$ 라하면

$$2m \times 6v = 2m \times v + mv_B \Rightarrow v_B = 4v$$

$6t$ 에서 B-C 충돌 : 충돌 후 속도를 각각  $v_B'$ ,  $v_C$ 라하면

$$mv_B = mv_B' + 4mv_C \Rightarrow v_B = v_B' + 4v_C = 4v$$

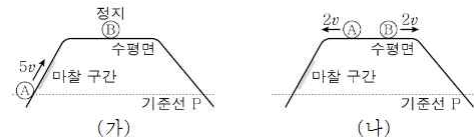
$14t$ 에서 A의 속력이 변함  $\Rightarrow$  A와 B가 충돌

$\Rightarrow 4t$ 에서  $14t$ 까지 A와 B의 이동거리가 같음

$$v \times 10t = v_B \times 2t + v_B' \times 8t \Rightarrow v_B' = \frac{1}{4}v$$

$$v_B = v_B' + 4v_C = \frac{1}{4}v + 4v_C = 4v \quad \therefore v_C = \frac{15}{16}v$$

20. 그림 (가)와 같이 빗면을 따라 운동하는 물체 A는 수평한 기준선 P를 속력  $5v$ 로 지나고, 물체 B는 수평면에 정지해 있다. 그림 (나)는 (가) 이후, A와 B가 충돌하여 서로 반대 방향으로 속력  $2v$ 로 운동하는 모습을 나타낸 것이다. A, B의 질량은 각각  $m$ ,  $3m$ 이다. A가 마찰 구간을 올라갈 때와 내려갈 때 손실된 역학적 에너지는 같다. (나) 이후, A, B는 각각 P를 속력  $v_A$ ,  $3v$ 로 지난다.



$v_A$ 는? (단, 물체의 크기, 공기 저항, 마찰 구간 외의 모든 마찰은 무시한다.) [3점]

- ①  $2v$     ②  $\sqrt{5}v$     ③  $\sqrt{6}v$     ④  $\sqrt{7}v$     ⑤  $2\sqrt{2}v$

수평면과 기준선 사이의 높이를  $h$ ,

마찰력이 한 일  $f$ , A-B 충돌할 때 A의 속도를  $v_0$ 라하면

운동량 보존에 의해  $mv_0 = 3m \times 2v + m \times (-2v)$

$$\Rightarrow v_0 = 4v$$

$$(가)에서 A는 \frac{1}{2}m(5v)^2 - f - mgh = \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$(나)에서 A는 \frac{1}{2}m \times (2v)^2 - f + mgh = \frac{1}{2}mv_A^2$$

$$B는 \frac{1}{2} \times (3m) \times (2v)^2 + 3mgh = \frac{1}{2} \times (3m) \times (3v)^2$$

$$\Rightarrow gh = \frac{5}{2}v^2$$

A에 대한 식을 (가)에서 (나)를 빼서 정리하면,

$$v_A^2 = 4gh - 5v^2 = 5v^2 \quad \therefore v_A = \sqrt{5}v$$