

04

20학년도 9월 4번

4. 그림 (가)와 같이 마찰이 없는 수평면에서 용수철 상수가  $k$ 인 용수철에 연결된 물체 A에 물체 B를 접촉시키고, 평형 위치에서 길이  $L$ 만큼 압축시켰다. 그림 (나)는 (가)에서 B를 가만히 놓았더니 A와 B가 함께 운동하다가 분리된 후, A는 단진동을 하고 B는 일정한 속력  $v$ 로 운동하는 것을 나타낸 것이다. A, B의 질량은 각각  $m, 3m$ 이다.



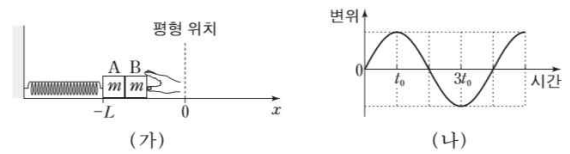
$v$ 는? (단, A와 B는 동일 직선상에서 운동한다.)

- ①  $\frac{L}{4}\sqrt{\frac{k}{m}}$
- ②  $\frac{L}{3}\sqrt{\frac{k}{m}}$
- ③  $\frac{L}{2}\sqrt{\frac{k}{m}}$
- ④  $L\sqrt{\frac{k}{m}}$
- ⑤  $2L\sqrt{\frac{k}{m}}$

4-1

17학년도 수능 16번

16. 그림 (가)는 마찰이 없는 수평면에서 용수철에 연결된 물체 A에 물체 B를 접촉시켜 평형 위치에서  $L$ 만큼 압축시킨 모습을 나타낸 것이다. 물체를 가만히 놓았더니 A와 B가 함께 운동하다가 평형 위치에서 분리되어 A는 단진동을 하였다. 그림 (나)는 A와 B가 분리된 순간부터 A의 변위를 시간에 따라 나타낸 것이다. A와 B의 질량은 같다.



$t_0$ 일 때, A와 B 사이의 거리는? (단, A와 B는  $x$ 축 상에서 운동하고, 크기는 무시한다.) [3점]

- ①  $\frac{L}{2}\left(\frac{\pi}{2} - \sqrt{2}\right)$
- ②  $\frac{L}{\sqrt{2}}\left(\frac{\pi}{2} - 1\right)$
- ③  $\frac{L}{2}(\pi - 2)$
- ④  $\frac{L}{2\sqrt{2}}(\pi - 1)$
- ⑤  $L(\pi - 1)$

# 4

## Solution

20학년도 9월 4번

용수철에 저장된 퍼텐셜 에너지는  $\frac{1}{2}kL^2$ 입니다. 분리되는 순간 A와 B의 속력이 같으므로 B의 운동에너지는  $\frac{3}{4} \cdot \frac{1}{2}kL^2 = \frac{3}{8}kL^2$ 이고,  $\frac{3}{2}mv^2 = \frac{3}{8}kL^2$  에서  $v = \frac{L}{2}\sqrt{\frac{k}{m}}$  입니다.

따라서 답은 3번입니다.

### [다른 풀이]

A와 B의 단진동을 반지름이  $L$ 인 원운동에 대응시키면, 주기는  $4\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ , 원주는  $2\pi L$ 이므로 속력  $v = \frac{2\pi L}{4\pi\sqrt{\frac{m}{k}}} = \frac{L}{2}\sqrt{\frac{k}{m}}$

# 4-1

## Solution

17학년도 수능 16번

평형 위치를 지난 후 A는  $-x$ 방향으로 가속도를 받아 B와 분리됩니다.

이후 A는 혼자서 단진동, B는 등속 직선 운동을 합니다.

상황파악이 됐으니 문제를 풀어보죠

$t = t_0$ 일 때 A는 최대 변위를 가지며

에너지는  $\frac{1}{2}kL^2$ 의 절반,  $\frac{1}{2}k(\sqrt{\frac{1}{2}}L)^2$

따라서 A는 평형위치에서  $\frac{1}{\sqrt{2}}L$ 만큼 멀어지며

나머지 절반은 B가 운동에너지로 가져가며

$\frac{1}{4}kL^2 = \frac{1}{2}mv^2$ 에서 B의 속력은  $v = \sqrt{\frac{k}{2m}}L$

$t_0 = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{m}{k}}$ 에서 B는 평형 위치에서

$vt_0 = \frac{\pi L}{2\sqrt{2}}$ 만큼 멀어지게 됩니다.

따라서 A와 B사이의 거리는

(당연히 B가 더 멀리 떨어지므로)

$$\frac{1}{2\sqrt{2}}\pi L - \frac{1}{\sqrt{2}}L = \frac{L}{\sqrt{2}}\left(\frac{\pi}{2} - 1\right)$$

따라서 답은 2번입니다.

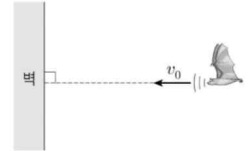
11. 그림과 같이 정지해 있는 음파 송수신기 A로부터 자동차 B가 일정한 속력  $v_0$ 으로 멀어지고 있다. A에서 발생된 진동수  $f_0$ 인 음파는 B에서 반사된 후 동일 직선상으로 되돌아와 A에서 진동수  $f$ 로 측정되었다.



$\frac{f}{f_0}$ 는? (단, 음속은  $v$ 이다.) [3점]

- ①  $\frac{v-v_0}{v+v_0}$
- ②  $\frac{v+v_0}{v-v_0}$
- ③  $\frac{v}{v-v_0}$
- ④  $\frac{v+v_0}{v}$
- ⑤  $\frac{v-v_0}{v}$

6. 그림과 같이 진동수  $f_0$ 인 음파를 발생시키는 박쥐가 고정된 벽을 향해 속력  $v_0$ 으로 등속도 운동을 하고 있다. 박쥐가 발생시킨 음파는 벽에서 반사된 후 동일 직선상으로 되돌아온다. 박쥐가 측정한 반사된 음파의 진동수는  $f$ 이다.



$\frac{f}{f_0}$ 는? (단, 음속은  $v$ 이다.) [3점]

- ①  $\frac{v}{v-v_0}$
- ②  $\frac{v+v_0}{v-v_0}$
- ③  $\left(\frac{v}{v-v_0}\right)^2$
- ④  $\frac{v(v+v_0)}{(v-v_0)^2}$
- ⑤  $\left(\frac{v+v_0}{v-v_0}\right)^2$

# 11

Solution

20학년도 9월 11번

B가 듣는 A의 음파의 진동수는  $\frac{v-v_0}{v}f_0$ 이고 B는 이 음파를  $v_0$ 의 속력으로 이동하며 반사시키므로 A가 측정한 반사된 음파의 진동수는  $\frac{v-v_0}{v} \cdot \frac{v}{v+v_0}f_0$ 입니다.

따라서 답은 1번입니다.

# 11-1

Solution

19학년도 수능 6번

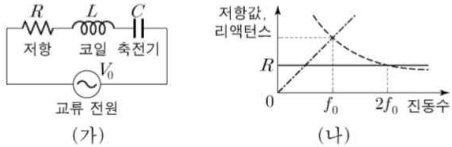
벽에 반사되는 음파의 진동수는  $\frac{v}{v-v_0}f_0$ , 벽에 반사된 음파를 박쥐가 측정하면  $\frac{v}{v-v_0} \cdot \frac{v+v_0}{v}f_0$ 입니다.

따라서 답은 2번입니다.

[comment]

반사 도플러는 도플러 효과의 원리를 제대로 알아야 이해할 수 있습니다. 물론 음파를 반사할 때, 반사하는 물체가 듣는 진동수를 내는 음원으로 생각한다고 외우셔도 됩니다만..

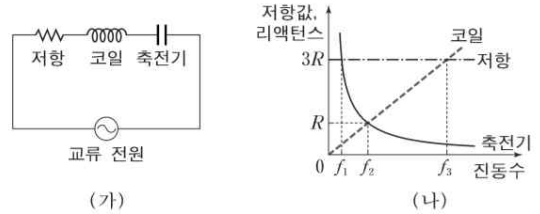
17. 그림 (가)는 저항, 코일, 축전기를 전압의 최댓값이  $V_0$ 으로 일정한 교류 전원에 연결하여 회로를 구성한 것을 나타낸 것이고, (나)는 (가)의 회로에서 저항의 저항값과 코일 및 축전기의 리액턴스를 교류 전원의 진동수에 따라 나타낸 것이다.



(가)에서 교류 전원의 진동수가  $f_0$ 일 때, 축전기 양단에 걸리는 전압의 최댓값은?

- ①  $\frac{1}{2} V_0$       ②  $\frac{\sqrt{2}}{2} V_0$       ③  $V_0$
- ④  $\sqrt{2} V_0$       ⑤  $2V_0$

17. 그림 (가)는 저항, 코일, 축전기를 전압의 최댓값이 일정한 교류 전원에 직렬로 연결한 것을, (나)는 저항의 저항값과 코일 및 축전기의 리액턴스를 교류 전원의 진동수에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

—<보기>—

ㄱ. 진동수가  $f_2$ 일 때 회로의 임피던스는  $3R$ 이다.

ㄴ. 진동수가  $f_1$ 일 때 코일의 유도 리액턴스는  $\frac{R}{4}$ 이다.

ㄷ. 회로에 흐르는 전류의 최댓값은 진동수가  $f_1$ 일 때와  $f_3$ 일 때가 같다.

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

교류 전원의 진동수가  $f_0$ 일 때, 코일의 유도 리액턴스와 축전기의 용량 리액턴스의 값이 같으므로  $f_0$ 는 회로의 공명진동수이고, 이 때 저항에 걸리는 전압의 최댓값은  $V_0$ 입니다.

진동수가  $2f_0$ 일 때, 축전기의 용량 리액턴스가  $R$ 이므로, 진동수가  $f_0$ 일 때 코일의 유도 리액턴스와 축전기의 용량 리액턴스는  $2R$ 입니다.

저항에 걸리는 전압의 최댓값이  $V_0$ 이고 리액턴스(저항값)이 저항의 2배이므로 축전기 양단에 걸리는 전압의 최댓값은  $2V_0$ 입니다.

따라서 답은 5번입니다.

ㄱ. 회로의 고유 진동수는  $f_2$ 이며

이 때,  $Z=3R$

ㄴ.  $f_2$ 일 때 축전기의 용량 리액턴스가  $R$ 이므로

$$f_1 = \frac{1}{3}f_2$$

따라서 코일의 유도 리액턴스는  $\frac{R}{3}$

ㄷ. 회로에 흐르는 전류의 최댓값을  $I_0$ 라 하면

$$V_0 = I_0 Z$$

진동수가  $f_1$ 일 때 회로의 임피던스를  $Z_1$

진동수가  $f_2$ 일 때 회로의 임피던스를  $Z_2$ 라 하면

$$Z_1 = \sqrt{(3R)^2 + \left(\frac{1}{3}R - 3R\right)^2}$$

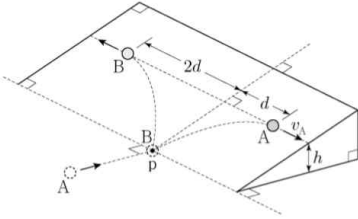
$$Z_2 = \sqrt{(3R)^2 + \left(3R - \frac{1}{3}R\right)^2}$$

$$Z_1 = Z_2 \text{이므로}$$

회로에 흐르는 전류의 최댓값이 같습니다.

따라서 답은 3번입니다.

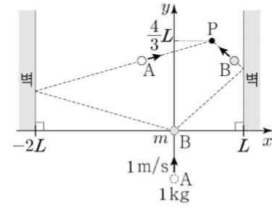
18. 그림과 같이 수평면에서 등속도 운동을 하던 물체 A가 수평면 위의 점 p에 정지해 있던 물체 B와 탄성 충돌한 후, A와 B는 각각 빗면을 따라 포물선 운동을 하여 최고점에 동시에 도달하였다. 수평면으로부터 최고점까지의 높이는  $h$ 이다.



최고점에서 A의 속력  $v_A$ 는? (단, 중력 가속도는  $g$ 이고, 모든 마찰과 공기 저항, 물체의 크기는 무시한다.) [3점]

- ①  $\sqrt{\frac{gh}{3}}$     ②  $\sqrt{\frac{gh}{2}}$     ③  $\sqrt{gh}$     ④  $\sqrt{\frac{3gh}{2}}$     ⑤  $\sqrt{2gh}$

19. 그림과 같이 마찰이 없고 수평인  $xy$  평면에서  $y$  축을 따라 속력  $1\text{m/s}$ 로 등속 운동을 하던 물체 A는 원점에 정지해 있던 물체 B와 충돌한 후 점 P에서 다시 B와 충돌한다. A와 B의 질량은 각각  $1\text{kg}$ ,  $m$ 이고, P의  $y$ 좌표는  $\frac{4}{3}L$ 이다. 모든 충돌은 탄성 충돌이다.



$m$ 은? (단, 물체의 크기, 벽과의 충돌 시간은 무시한다.)

- ①  $4\text{kg}$     ②  $\frac{7}{2}\text{kg}$     ③  $3\text{kg}$     ④  $\frac{5}{2}\text{kg}$     ⑤  $2\text{kg}$

# 18

Solution

20학년도 9월 18번

경사면과 나란한 방향을  $x$ 축, 경사면과 수직인 방향 (A의 충돌 전 속도의 방향)을  $y$ 축으로 둡시다.

충돌 후 A와 B는 최고점에 동시에 도달하고 경사면에서 A와 B가 받는 가속도는 같으므로, A와 B의 속도의  $y$ 성분은 같습니다. 따라서 충돌 직후 B의 속도의 방향이  $y$ 축과 이루는 각은  $45^\circ$ 입니다.

이제 B의 속도의  $x$ 성분과  $y$ 성분을 각각  $2v$ 로 두면, A의 속도의  $x$ 성분과  $y$ 성분은 각각  $v$ ,  $2v$ 입니다. 에너지 보존으로부터

$$2v = \sqrt{2gh} \text{ 이므로 } v = v_A = \sqrt{\frac{gh}{2}} \text{ 입니다.}$$

따라서 답은 2번입니다.

# 18-1

Solution

19학년도 수능 19번

충돌 후 A와 B의  $y$ 축 방향 속력이 같습니다. 따라서 B의 속도의 방향이  $y$ 축과 이루는 각은  $45^\circ$ 입니다.

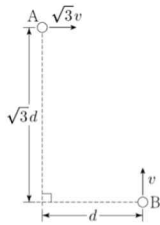
B가  $y$ 축 방향으로 이동한 거리가  $\frac{4}{3}L$ 이고 B의 속도의  $x$ 성분과  $y$ 성분이 같으므로 B가  $x$ 축 방향으로 이동한 거리 역시  $\frac{4}{3}L$ 입니다. A와 B가  $x$ 축 방향으로 이동한 거리는 총  $6L$ 이

므로 A는  $x$ 축 방향으로  $6L - \frac{4}{3}L = \frac{14}{3}L$ 만큼 이동합니다.  $x$

축 방향 운동량 보존으로부터  $m = \frac{7}{2}$  kg입니다.

따라서 답은 2번입니다.

19. 그림은 수평 거리가  $d$ 이고 높이 차가  $\sqrt{3}d$ 인 두 지점에서 시간  $t=0$ 일 때, 물체 A는 수평 방향으로  $\sqrt{3}v$ 의 속력으로, 물체 B는 연직 위 방향으로  $v$ 의 속력으로 동시에 던져지는 것을 나타낸 것이다. A, B는 던져진 순간부터 각각 포물선 운동, 등가속도 직선 운동을 한다.  $t = t_0$ 일 때, A와 B 사이의 거리는 최소가 된다.



$t_0$ 은? (단, 물체의 크기는 무시하고, A와 B는 동일 연직면상에서 운동한다.)

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

A와 B가 받는 가속도의 크기가 같으므로 두 물체 사이의 거리는 중력이 작용하지 않았을 때와, 중력이 작용할 때 서로 같습니다. 그림에서 직각 표시된 부분을 원점으로, B방향을  $x$ 축, A방향을  $y$ 축으로 설정합니다.

$t$ 초 후 A의 위치는  $(\sqrt{3}vt, \sqrt{3}d)$

$t$ 초 후 B의 위치는  $(d, vt)$

두 물체 사이의 거리는

$$l = \sqrt{(\sqrt{3}vt - d)^2 + (\sqrt{3}d - vt)^2}$$

$$= \sqrt{4v^2t^2 - 4\sqrt{3}vtd + 4d^2}$$

루트 안의 식을  $t$ 에 대해 미분하여

$$8v^2t - 4\sqrt{3}vd = 0$$

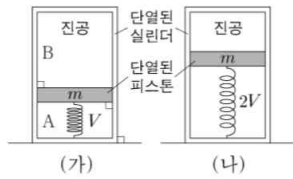
$$\text{따라서 } t_0 = \frac{\sqrt{3}d}{2v}$$

#### [다른 풀이]

A를 고정하고 A에 대한 B의 상대 운동을 생각해봅시다. B의 속도의  $x$ 성분과  $y$ 성분은 각각  $-\sqrt{3}v, v$ 입니다.

B의 경로와 A사이의 거리가 최소일 때, A와 B를 잇는 직선이 경로와 수직이므로 피타고라스를 이용하면 동일한 결론을 얻습니다.

20. 그림 (가)와 같이 피스톤에 의해 분리된 실린더의 A에는 단원자 분자 이상 기체가 들어 있고, B는 진공이다. 질량이  $m$ 인 피스톤은 용수철에 연결되어 힘의 평형을 이루며 정지해 있다. 그림 (나)는 (가)에서 기체에 열량  $Q$ 를 서서히 가했더니 피스톤이 이동하여 힘의 평형을 이루며 정지한 모습을 나타낸 것이다. 용수철에 저장된 탄성력에 의한 퍼텐셜 에너지는 (가), (나)에서  $E$ 로 서로 같으며, 피스톤의 중력 퍼텐셜 에너지는 (나)에서가 (가)에서보다  $8E$ 만큼 크다. (가), (나)에서 기체의 부피는 각각  $V$ ,  $2V$ 이다.



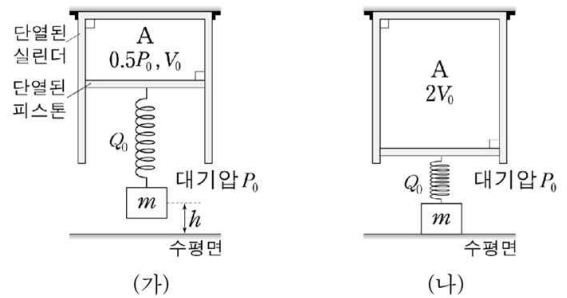
$Q$ 는? (단, 피스톤의 마찰, 용수철의 질량 및 부피는 무시하고, 용수철과 피스톤의 중심은 동일 연직선상에 있다.) [3점]

- ①  $13E$     ②  $18E$     ③  $23E$     ④  $38E$     ⑤  $68E$

20.

A의 압력과 부피는  $0.5P_0$ ,  $V_0$ 이다.

그림 (나)는 (가)에서 A에 열량을 서서히 가했더니 A의 부피가  $2V_0$ 가 되어 피스톤이 정지한 모습을 나타낸 것이다. 용수철에서 저장된 탄성력에 의한 퍼텐셜 에너지는 (가)와 (나)에서  $Q_0$ 로 같다.



A에 가한 열량이 일 때, 는? (단, 중력 가속도는  $g$ 이고, 물체의 크기, 용수철과 피스톤의 질량, 피스톤과 실린더 사이의 마찰은 무시하며, 용수철, 물체, 피스톤의 중심은 동일 연직선상에 존재한다.) [3점]

용수철이 피스톤에 가하는 압력을  $P_F$ , 질량  $m$ 인 물체가 피스톤에 가하는 압력을  $P_m$ 이라 하고 (가)에서 A의 압력을  $P$ , (나)에서 A의 압력을  $P'$ 이라 합니다.

(가)와 (나)에서 용수철에 저장된 탄성력에 의한 퍼텐셜 에너지가 같으므로 용수철이 변형된 길이에 해당하는 부피는  $\frac{1}{2}V$ 입니다. 용수철에 저장된 탄성력에 의한 퍼텐셜 에너지가  $E$ 이므로  $\frac{1}{2}P_F \cdot \frac{1}{2}V = E$ , 피스톤의 중력 퍼텐셜 에너지 변화량은  $P_m V = 8E$ 입니다.

따라서  $P_m = 2P_F$ 이고, (가)에서 피스톤의 압력의 평형으로부터  $P_m = 2P$ ,  $P_F = P$ , (나)에서  $P' = 3P$ 입니다.

$$Q = \Delta U + \Delta U_k + \Delta U_m = \Delta U + 8E$$

$$\text{기체의 내부에너지 변화량은 } \frac{3}{2}(6PV - PV) = \frac{15}{2}PV = 30E$$

이므로  $Q = 38E$ 입니다.

따라서 답은 4번입니다.

구매는

<https://atom.ac/books/6537-이카루스+모의고사+과탐+Season1+Season2/>

시즌2 예약판매도 기대해주세요!