

완자 · 역학과 에너지

내신만점 · 실력UP 집중

III 탄성파와 소리

1 탄성파의 성질

01

단진동

내신만점 · 실력UP

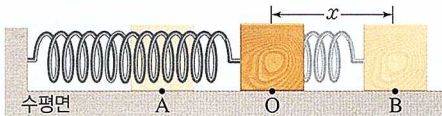
III-1-01 단진동



내신 만점 문제

A 탄성력

중요 01 그림과 같이 마찰이 없는 수평면에서 용수철에 연결되어 점 O에 정지해 있는 물체를 x 만큼 잡아당겼다 놓았더니 점 A와 B 사이를 왕복하는 주기 운동을 하였다.



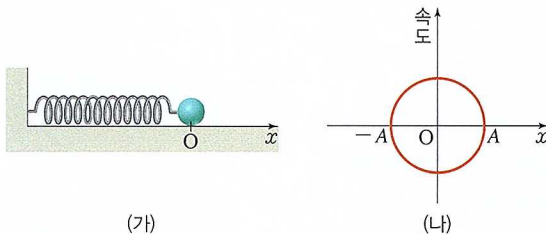
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. 물체의 속력은 O에서 가장 빠르다.
- ㄴ. x 가 증가하면 물체의 최대 속력은 감소한다.
- ㄷ. 용수철이 물체에 작용하는 힘의 크기는 O에서 가장 크다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 그림 (가)는 용수철에 연결된 물체가 평형점 O에 위치한 모습을, (나)는 물체를 잡아당겼다 놓았을 때 물체의 속도를 x 축상의 위치에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 모든 마찰 및 공기 저항, 물체의 크기와 용수철의 질량은 무시한다.)

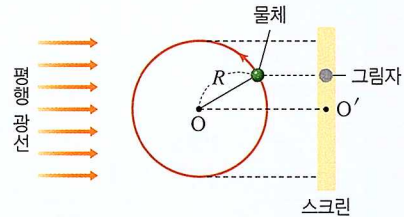
[보기]

- ㄱ. O에서 물체의 탄성력에 의한 위치 에너지는 최대이다.
- ㄴ. $x=A$ 에서 물체의 운동 에너지는 0이다.
- ㄷ. $x=-A$ 에서 물체에 작용하는 탄성력의 방향은 $+x$ 방향이다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

B 단진동

중요 03 그림과 같이 반지름 R , 각속도 ω 로 등속 원운동을 하는 물체에 수직으로 평행 광선을 비추었더니 평행 광선에 수직으로 놓인 스크린에 나타나는 그림자가 단진동을 하였다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

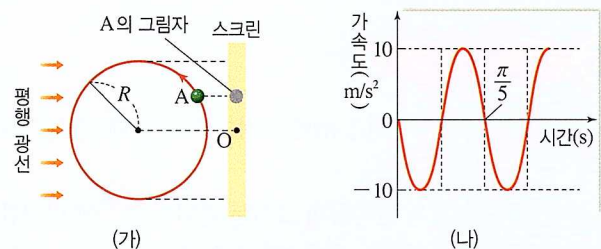
[보기]

- ㄱ. 그림자의 최대 속력은 $R\omega$ 이다.
- ㄴ. 그림자의 단진동 주기는 $\frac{2\pi}{\omega}$ 이다.
- ㄷ. O'에서 그림자의 가속도의 크기는 $R\omega^2$ 이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

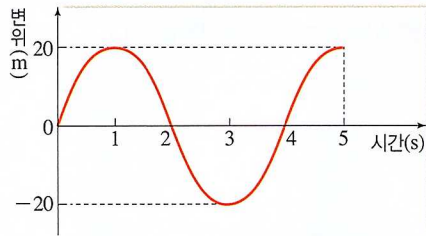
서술형

04 그림 (가)는 반지름 R , 각속도 ω 로 등속 원운동을 하는 물체 A에 수직으로 평행 광선을 비추었을 때 A의 그림자가 스크린상에서 단진동을 하는 모습을, (나)는 A의 그림자의 가속도를 시간에 따라 나타낸 것이다.



R 을 풀이 과정과 함께 구하시오.

05 그림은 용수철에 추를 매달아 단진동을 시킬 때 추의 변위를 시간에 따라 나타낸 것이다.

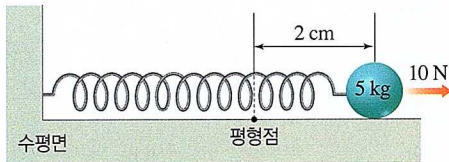


추의 변위(y)와 시간(t)의 관계식으로 옳은 것은?

- ① $y = 10\sin \frac{\pi}{2}t$ ② $y = 10\sin \pi t$
 ③ $y = 20\sin \frac{\pi}{2}t$ ④ $y = 20\sin \pi t$
 ⑤ $y = 20\sin 2\pi t$

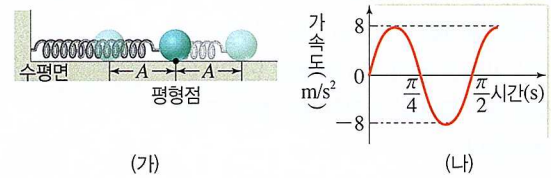
서술형

06 그림과 같이 수평면에서 용수철에 질량이 5 kg인 물체를 매단 뒤 10 N의 힘으로 물체를 잡아당겼다가 가만히 놓았더니 물체가 진폭 2 cm로 단진동을 하였다. (단, 용수철의 질량은 무시한다.)



- (1) 물체의 주기를 풀이 과정과 함께 구하시오.
 (2) 물체를 평형점에서 10 cm만큼 잡아당겼다가 가만히 놓았을 때 물체의 가속도의 최댓값을 풀이 과정과 함께 구하시오.

07 그림 (가)는 수평면에서 용수철에 연결된 물체가 진폭 A 로 단진동을 하는 모습을, (나)는 물체의 가속도를 시간에 따라 나타낸 것이다.



이 물체의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

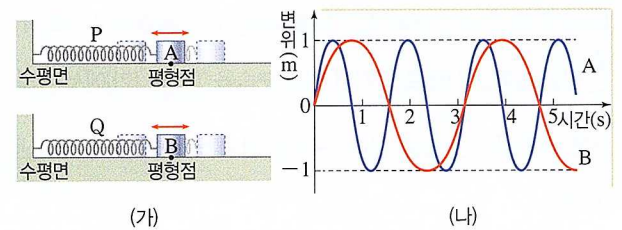
[보기]

- ㄱ. A 는 2 m이다.
 ㄴ. 최대 속력은 2 m/s이다.
 ㄷ. $\frac{\pi}{8}$ 초일 때 물체에 작용하는 알짜힘은 0이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

중요

08 그림 (가)는 수평면에서 물체 A와 B가 각각 용수철 P와 Q에 연결되어 단진동을 하는 모습을, (나)는 A와 B의 변위를 시간에 따라 나타낸 것이다. A와 B의 질량은 서로 같다.



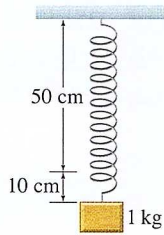
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 용수철의 질량은 무시한다.)

[보기]

- ㄱ. 주기는 B가 A의 2배이다.
 ㄴ. 용수철 상수는 P가 Q의 2배이다.
 ㄷ. 용수철에 작용하는 탄성력의 최댓값은 P에서가 Q에서 2배이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[09~10] 그림과 같이 질량이 1 kg인 물체를 길이가 50 cm인 용수철에 매달아 가만히 놓았더니 용수철의 길이가 10 cm만큼 늘어난 상태로 정지하였다. 이 상태에서 물체를 10 cm만큼 더 잡아당겼다가 가만히 놓았더니 물체가 단진동을 하였다. (단, 물체의 크기와 용수철의 질량은 무시한다.)



중요 09 물체의 주기는 몇 초인지 쓰시오. (단, 중력 가속도는 10 m/s^2 이다.)

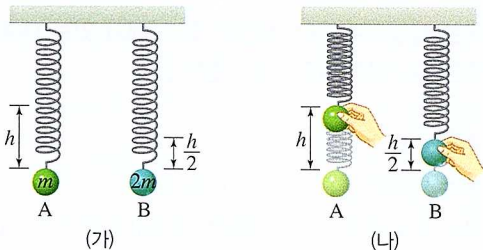
10 물체에 작용하는 힘과 물체의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. 물체의 속력이 최대일 때 물체에 작용하는 알짜힘은 0이다.
- ㄴ. 물체가 최고점에 있을 때 역학적 에너지는 최대이다.
- ㄷ. 이 장치를 그대로 달에 가져가면 용수철 진자의 주기가 증가한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

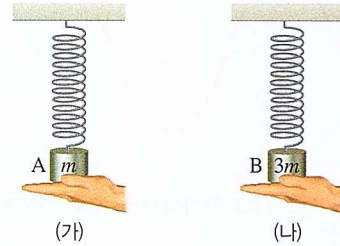
11 그림 (가)는 용수철 상수가 서로 다른 두 용수철에 질량이 각각 $m, 2m$ 인 물체 A와 B를 매달았더니 용수철이 각각 $h, \frac{h}{2}$ 만큼 늘어난 상태로 정지해 있는 모습을, (나)는 (가)에서 A와 B를 각각 $h, \frac{h}{2}$ 만큼 올려 손으로 잡고 있는 모습을 나타낸 것이다.



(나)에서 가만히 놓은 A와 B가 단진동을 할 때 A와 B의 주기 비 $T_A : T_B$ 는? (단, 용수철의 질량은 무시한다.)

- ① 1 : 1 ② $1 : \sqrt{2}$ ③ 1 : 2 ④ $\sqrt{2} : 1$ ⑤ 2 : 1

12 그림 (가)와 (나)는 동일한 용수철에 질량이 각각 $m, 3m$ 인 물체 A와 B를 매단 뒤 용수철이 원래 길이를 유지하도록 손으로 받치고 있는 모습을 나타낸 것이다. A와 B를 가만히 놓으면 A와 B는 각각 단진동을 한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 용수철의 질량은 무시한다.)

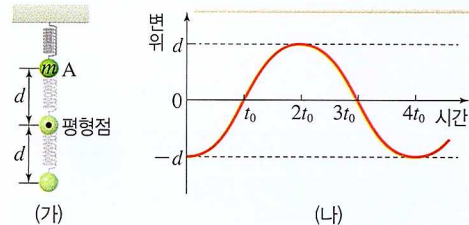
[보기]

- ㄱ. 진폭은 A가 B의 3배이다.
- ㄴ. 주기는 B가 A의 $\frac{1}{3}$ 배이다.
- ㄷ. 최대 속력은 B가 A의 $\sqrt{3}$ 배이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

서술형

13 그림 (가)는 용수철에 질량이 m 인 물체 A를 매달고 용수철을 평형점에서 d 만큼 압축시켰다가 놓았더니 A가 단진동을 하는 모습을, (나)는 A를 놓은 순간부터 A의 변위를 시간에 따라 나타낸 것이다. 단진동을 하는 동안 A의 최대 속력은 v_0 이다.

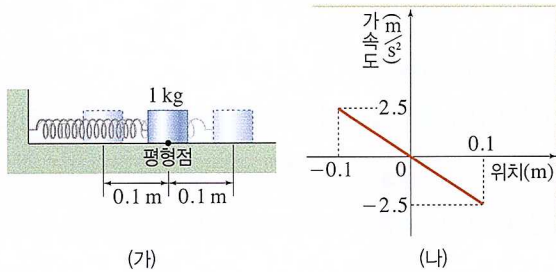


동일한 용수철에 A 대신 질량이 $\frac{1}{4}m$ 인 물체 B를 매단 뒤 용수철을 평형점에서 d 만큼 압축시켰다 놓았을 때, B의 최대 속력과 주기를 풀이 과정과 함께 서술하시오. (단, 물체의 크기와 용수철의 질량은 무시한다.)



실력 UP 문제

01 그림 (가)는 용수철에 연결된 질량이 1 kg인 물체가 진폭 0.1 m로 단진동을 하는 모습을, (나)는 평형점으로부터 물체의 위치에 따른 가속도를 나타낸 것이다.



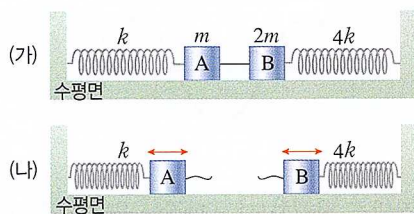
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 용수철의 질량은 무시한다.)

[보기]

- ㄱ. 물체에 작용하는 알짜힘의 최댓값은 2.5 N이다.
- ㄴ. 용수철 상수는 25 N/m이다.
- ㄷ. 물체의 주기는 $\frac{2\pi}{5}$ 초이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 그림 (가)는 마찰이 없는 수평면에서 용수철 상수가 각각 k , $4k$ 인 용수철에 질량이 각각 m , $2m$ 인 물체 A와 B를 연결하고, 두 물체 사이를 실로 연결했을 때 정지해 있는 모습을, (나)는 (가)에서 실을 끊었더니 A와 B가 각각 단진동을 하는 모습을 나타낸 것이다.



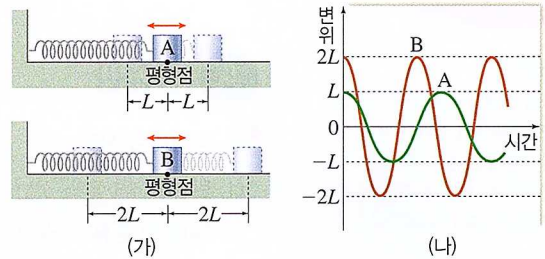
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 용수철과 실의 질량은 무시한다.)

[보기]

- ㄱ. 진폭은 A가 B의 2배이다.
- ㄴ. 주기는 B가 A의 $\sqrt{2}$ 배이다.
- ㄷ. 최대 속력은 A가 B의 $2\sqrt{2}$ 배이다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 그림 (가)와 같이 동일한 용수철에 연결된 물체 A와 B를 각각 L , $2L$ 만큼 잡아당겼다 가만히 놓았더니 각각 단진동을 하였다. 그림 (나)는 A와 B의 변위를 시간에 따라 나타낸 것이다.



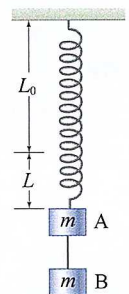
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물체의 크기와 용수철의 질량은 무시한다.)

[보기]

- ㄱ. 물체의 주기는 B가 A보다 길다.
- ㄴ. 물체의 질량은 A가 B보다 크다.
- ㄷ. 물체의 역학적 에너지는 B가 A의 4배이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 그림과 같이 질량이 m 으로 같은 물체 A와 B가 실로 연결된 채로 용수철에 매달려 정지해 있다. 용수철은 원래 길이 L_0 보다 L 만큼 늘어나 있다. A와 B 사이의 실을 끊으면 A는 정지 상태에서 단진동을 한다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는 g 이고, 용수철과 실의 질량은 무시한다.)



[보기]

- ㄱ. 단진동의 진폭은 L 이다.
- ㄴ. 단진동의 주기는 $\pi\sqrt{\frac{2L}{g}}$ 이다.
- ㄷ. A가 최고점에 도달하는 순간 A에 작용하는 알짜힘의 크기는 $2mg$ 이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 및 해설

내신만점문제 · 실력UP문제
단진동

3 탄성력에 의해 물체가 운동하므로 $-kx=ma$ 에서 $a=-\frac{kx}{m}$ 이다. 변위의 크기가 0.1m일 때 탄성력의 크기가 최대이므로 물체의 가속도의 최댓값은 $\frac{100 \text{ N/m} \times 0.1 \text{ m}}{1 \text{ kg}} = 10 \text{ m/s}^2$ 이다.

4 (1) 용수철에 매달려 운동하는 물체의 속력은 평형점에서 최대이다. 따라서 물체의 속력은 $x=0$ 에서 최대이다.

(2) 용수철 진자의 주기 $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ 이므로 주기는 용수철이 늘어난 길이와 관계없다.

(3) 용수철에 매달린 물체의 질량이 증가하면 용수철 진자의 주기도 증가한다. 이때 주기와 진동수는 반비례 관계이므로 용수철 진자의 진동수는 감소한다.

5 (1) 물체에 작용하는 탄성력의 방향은 변위의 방향과 반대이다. 따라서 물체가 $x=-0.1 \text{ m}$ 인 지점에 위치할 때 물체가 받는 힘의 방향은 $+x$ 방향이다.

(2) 용수철에 매달려 단진동을 하는 물체에 작용하는 복원력은 탄성력이므로 물체가 받는 알짜힘의 크기는 변위의 크기에 비례한다.

(3) 물체는 복원력인 탄성력을 받아 평형점을 중심으로 주기적으로 진동한다.

(4) 물체의 가속도 $a=-\frac{kx}{m}$ 이므로 가속도의 크기는 변위의 크기에 비례하고, 방향은 변위의 방향과 반대이다.

내신 만점문제

148쪽~150쪽

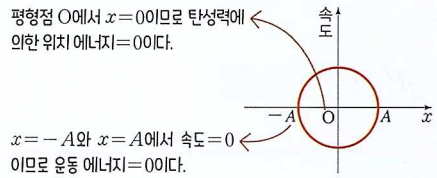
- 01 ① 02 ⑤ 03 ③ 04 해설 참조 05 ③
06 해설 참조 07 ② 08 ① 09 $\frac{\pi}{5}$ 초
10 ① 11 ④ 12 ② 13 해설 참조

01 ㄱ. 용수철에 매달려 왕복 운동을 하는 물체의 속력은 평형점에서 가장 빠르다. 따라서 물체의 속력은 O에서 가장 빠르다.

ㄴ. 물체의 탄성력에 의한 위치 에너지는 $\frac{1}{2}kx^2$ 이고, 물체의 질량을 m , 최대 속력을 v 라고 하면 물체의 역학적 에너지가 보존되므로 $\frac{1}{2}kx^2=\frac{1}{2}mv^2$ 에서 $v=x\sqrt{\frac{k}{m}}$ 이다. 따라서 x 가 증가하면 물체의 최대 속력도 증가한다.

ㄷ. 용수철이 물체에 작용하는 힘은 탄성력으로 탄성력의 크기는 용수철의 변형된 길이에 비례한다. 따라서 용수철이 물체에 작용하는 힘의 크기는 A와 B에서 가장 크다.

02 — 꼭꼭 문제 분석



ㄴ. (나)에서 $x=A$ 에서의 물체의 속도는 0이므로 물체의 운동 에너지는 0이다.

ㄷ. 탄성력은 물체의 변위와 반대 방향으로 작용하므로 $x=-A$ 에서 물체에 작용하는 탄성력의 방향은 $+x$ 방향이다.

ㄹ. 물체가 평형점에 있을 때 물체의 변위는 0이므로 탄성력에 의한 위치 에너지 $\frac{1}{2}kx^2=0$ 이다.

03 ㄱ. 단진동을 하는 그림자의 속도 $v=R\omega\cos\omega t$ 이므로 최대 속력은 $R\omega$ 이다.

ㄴ. 단진동을 하는 물체의 주기는 등속 원운동을 하는 물체의 주기와 같으므로 그림자의 단진동 주기는 $\frac{2\pi}{\omega}$ 이다.

ㄷ. 그림자의 가속도 $a=-R\omega^2\sin\omega t=-\omega^2x$ 이고, O'에서 변위 $x=0$ 이므로 가속도는 0이다.

04 ㉠. 그림자의 가속도는 $-R\omega^2\sin\omega t$ 이므로 가속도의 최댓값 $10 \text{ m/s}^2=R\omega^2$ 이다. 단진동을 하는 물체의 주기는 등속 원운동을 하는 물체의 주기와 같으므로 $T=\frac{2\pi}{\omega}$ 에서 $\omega=\frac{2\pi}{T}$ 이다. 그림자의 주기 $T=\frac{\pi}{5}$ 초이므로 $10=R\omega^2=R\times\frac{4\pi^2}{T^2}=R\times 100$ 에서 $R=0.1 \text{ m}$ 이다.

채점 기준	배점
R을 풀이 과정과 함께 옳게 구한 경우	100 %
R의 값만 옳게 쓴 경우	50 %

05 단진동을 하는 물체의 변위는 $Asin\theta=Asin\omega t$ 이다. 변위-시간 그래프에서 진폭 $A=20 \text{ m}$, 주기 $T=4 \text{ s}$ 이고, 단진동을 하는 물체의 주기는 등속 원운동을 하는 물체의 주기와 같으므로 $T=\frac{2\pi}{\omega}$ 에서 $\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{\pi}{2} \text{ rad/s}$ 이다.

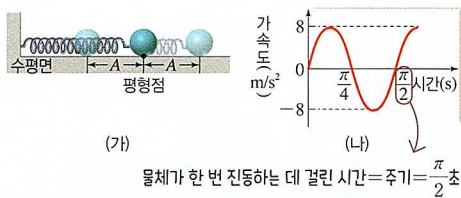
따라서 $y=Asin\omega t=20\sin\frac{\pi}{2}t$ 이다.

06 ㉠. 용수철 진자의 주기 $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ 이고, 물체를 10 N 의 힘으로 잡아당겼을 때 용수철이 늘어난 길이는 2 cm 이므로 $F=-kx$ 에서 용수철 상수 $k=\frac{10 \text{ N}}{0.02 \text{ m}}=500 \text{ N/m}$ 이다. 따라서 물체의 주기는 $2\pi\sqrt{\frac{5}{500}}=\frac{\pi}{5}(\text{s})$ 이다.

(2) 용수철에 작용하는 탄성력의 크기는 용수철이 변형된 길이에 비례한다. 물체를 10 N의 힘으로 잡아당겼을 때 용수철이 2 cm 늘어났으므로 물체를 평형점에서 10 cm만큼 잡아당기면 물체에 작용하는 탄성력의 크기는 50 N이다. $F = -kx = ma$ 에서 가속도 $a = -\frac{kx}{m}$ 이므로 가속도의 최댓값은 $\frac{50 \text{ N}}{5 \text{ kg}} = 10 \text{ m/s}^2$ 이다.

채점 기준	배점
(1) 물체의 주기를 풀이 과정과 함께 옳게 구한 경우	50 %
물체의 주기만 옳게 쓴 경우	20 %
(2) 물체의 가속도의 최댓값을 풀이 과정과 함께 옳게 구한 경우	50 %
물체의 가속도의 최댓값만 옳게 쓴 경우	30 %

07 — 꼼꼼 문제 분석



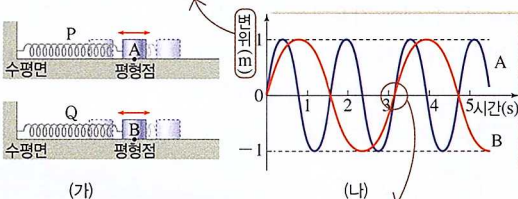
ㄴ. 물체가 진폭 A 로 단진동을 하므로 물체의 속도 $v = A\omega \cos \omega t$ 이고, 최대 속력은 $A\omega$ 이다. $A = 0.5 \text{ m}$, $\omega = 4 \text{ rad/s}$ 이므로 최대 속력은 2 m/s 이다.

바로알기 ㄱ. 물체가 진폭 A 로 단진동을 하므로 물체의 가속도 $a = -A\omega^2 \sin \omega t$ 이고, 가속도의 최댓값은 $A\omega^2$ 이다. (나)에서 가속도의 최댓값은 8 m/s^2 이고, 주기 $T = \frac{\pi}{2} = \frac{2\pi}{\omega}$ 이므로 $\omega = 4 \text{ rad/s}$ 이다. 따라서 $A\omega^2 = 8 = A \times 4^2$ 에서 $A = 0.5(\text{m})$ 이다.

ㄷ. $\frac{\pi}{8}$ 초일 때 물체의 가속도의 크기가 최대이므로 $F = ma$ 에 따라 물체에 작용하는 알짜힘의 크기는 최대이다.

08 — 꼼꼼 문제 분석

A와 B가 단진동을 하는 변위의 최댓값이 서로 같다.
→ A와 B에 작용하는 탄성력의 크기는 용수철 상수로 결정된다.

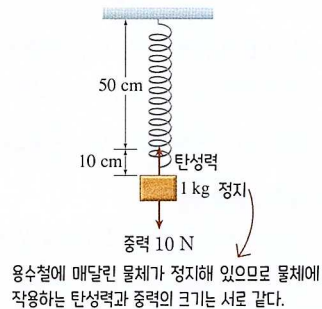


ㄱ. A가 2번 진동하는 동안 B는 1번 진동하므로 주기는 B가 A의 2배이다.

바로알기 ㄴ. 용수철 진자의 주기 $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ 이다. A와 B의 질량은 서로 같고, 주기는 B가 A의 2배이므로 용수철 상수 k 는 P가 Q의 4배이다.

ㄷ. A와 B가 단진동을 하는 변위의 최댓값이 1 m 로 같고, 용수철 상수는 P가 Q의 4배이므로 용수철에 작용하는 탄성력의 최댓값은 P에서가 Q에서의 4배이다.

09 — 꼼꼼 문제 분석



용수철의 길이가 10 cm 만큼 늘어난 상태로 정지해 있으므로 물체에 작용하는 탄성력과 중력의 크기는 서로 같다. 따라서 $mg = kx$ 에서 용수철 상수 $k = \frac{mg}{x} = \frac{10}{0.1} = 100(\text{N/m})$ 이다. 용수철 진자의 주기 $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ 이므로 물체의 주기는 $2\pi \sqrt{\frac{1}{100}} = \frac{\pi}{5}(\text{s})$ 이다.

10 ㄱ. 용수철에 물체를 연직 아래 방향으로 매달아 놓으면 물체는 중력과 탄성력이 평형을 이루는 점을 중심으로 단진동을 한다. 물체의 속력은 평형점에서 최대이고, 최고점과 최저점에서 순간적으로 0이 된다. 물체의 속력이 최대인 평형점에서 중력과 탄성력의 크기는 같고, 방향은 서로 반대이므로 물체에 작용하는 알짜힘은 0이다.

바로알기 ㄴ. 물체가 단진동을 하므로 모든 마찰과 공기 저항은 무시되어 물체의 역학적 에너지는 보존된다. 따라서 물체가 어느 위치에 있더라도 역학적 에너지는 같다.

ㄷ. 용수철 진자의 주기 $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ 이므로 주기는 중력 가속도와 관계없다. 따라서 이 장치를 달에 가져가도 물체의 주기는 변하지 않는다.

11 A와 B를 용수철에 매달았을 때 각각 h , $\frac{h}{2}$ 만큼 늘어난

01 ⑤ 02 ② 03 ④ 04 ②

상태로 정지해 있으므로 중력 가속도를 g , 물체가 매달린 용수철의 용수철 상수를 각각 k_A , k_B 라고 하면 $mg = k_A h$ 에서 $k_A = \frac{mg}{h}$ 이고, $2mg = k_B \frac{h}{2}$ 에서 $k_B = \frac{4mg}{h}$ 이다. 따라서 용수철 상수는 k_B 가 k_A 의 4배이다. 용수철 진자의 주기 $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ 에 따라 $T_A = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_A}}$, $T_B = 2\pi\sqrt{\frac{2m}{k_B}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{2k_A}}$ 이므로 $T_A : T_B = \sqrt{2} : 1$ 이다.

12 ㄷ. 단진동을 하는 물체의 속도는 $A\omega\cos\omega t$ 이므로 최대 속력은 $A\omega$ 이다. 물체의 주기는 B가 A의 $\sqrt{3}$ 배이므로 $T = \frac{2\pi}{\omega}$ 에 따라 각속도 ω 는 A가 B의 $\sqrt{3}$ 배이다. 또한 진폭은 B가 A의 3배이므로 A와 B의 최대 속력을 각각 v_A , v_B , A의 진폭을 A , A의 각속도를 ω 라고 하면 $v_A = A\omega$ 이고, $v_B = \frac{3A}{\sqrt{3}}\omega = \sqrt{3}A\omega$ 이므로 최대 속력은 B가 A의 $\sqrt{3}$ 배이다.

[바로알기] ㄱ. 단진동을 하는 물체가 평형점에 위치할 때 물체에 작용하는 중력과 탄성력은 평형 상태이다. 물체를 가만히 놓았을 때 용수철이 늘어난 길이를 x , 중력 가속도를 g 라고 하면 평형점에서 $mg = kx$ 이므로 $x = \frac{mg}{k}$ 인 지점이 평형점이 된다. 동일한 용수철에 A와 B를 매달았으므로 (가)와 (나)에서 용수철 상수 k 는 서로 같고, 질량은 B가 A의 3배이므로 평형점에서 용수철의 변위는 (나)에서가 (가)에서의 3배이다. 따라서 진폭은 B가 A의 3배이다.

ㄴ. 용수철 진자의 주기 $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ 에서 용수철 상수 k 는 같고, 질량은 B가 A의 3배이므로 주기는 B가 A의 $\sqrt{3}$ 배이다.

13 A와 B가 단진동을 하므로 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다. 따라서 운동하는 동안 A와 B의 역학적 에너지는 보존된다.

[모범 답안] A와 B의 역학적 에너지는 보존되므로 용수철 상수를 k 라고 하면 $\frac{1}{2}kd^2 = \frac{1}{2}mv_0^2$ 에서 $v_0 = d\sqrt{\frac{k}{m}}$ 이다. 질량은 B가 A의 $\frac{1}{4}$ 배이므로 B의 최대 속력은 $2v_0$ 이다. 또한 (나)에서 A의 주기 $4t_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ 이므로 B의 주기는 $2\pi\sqrt{\frac{m}{4k}} = 2t_0$ 이다.

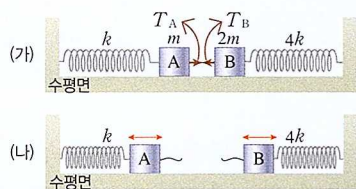
채점 기준	배점
B의 최대 속력과 주기를 풀이 과정과 함께 옳게 구한 경우	100 %
B의 최대 속력과 주기만 옳게 쓴 경우	50 %
B의 최대 속력과 주기 중 한 가지만 옳게 쓴 경우	30 %

01 ㄱ. 물체의 가속도의 최댓값은 2.5 m/s^2 이므로 물체에 작용하는 알짜힘의 최댓값은 $1 \text{ kg} \times 2.5 \text{ m/s}^2 = 2.5 \text{ N}$ 이다.

ㄴ. 물체에 작용하는 알짜힘은 탄성력이므로 $F = ma = -kx$ 에 서 용수철 상수 $k = \frac{ma}{x} = \frac{2.5}{0.1} = 25 \text{ N/m}$ 이다.

ㄷ. 용수철 진자의 주기 $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ 이므로 물체의 주기는 $2\pi\sqrt{\frac{1}{25}} = \frac{2\pi}{5} \text{ (s)}$ 이다.

02 ———— **심층 문제 분석**



A와 B가 실로 연결된 채 정지해 있다.

⇒ 실이 A와 B에 작용하는 장력의 크기가 서로 같다. $T_A = T_B$

⇒ 실이 A와 B에 작용하는 장력의 크기는 A와 B에 작용하는 탄성력의 크기와 같다. $T_A = kx_A$, $T_B = 4kx_B$

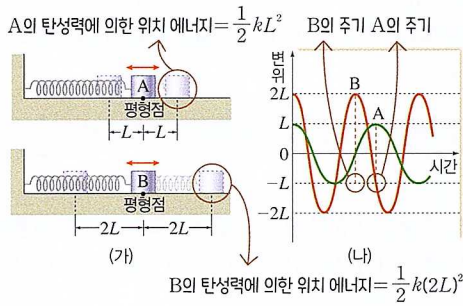
⇒ $kx_A = 4kx_B$ 이므로 변위의 크기는 A가 B의 4배이다.

ㄷ. 단진동을 하는 물체의 속도 $v = A\omega\cos\omega t$ 이므로 최대 속력은 $A\omega$ 이다. 진폭은 A가 B의 4배이고, 주기 $T = \frac{2\pi}{\omega}$ 에서 각속도 ω 는 주기와 반비례 관계이므로 ω 는 B가 A의 $\sqrt{2}$ 배이다. A와 B의 최대 속력을 각각 v_A , v_B , A의 진폭을 A , A의 각속도를 ω 라고 하면 $v_A = A\omega$, $v_B = \frac{\sqrt{2}}{4}A\omega$ 이므로 최대 속력은 A가 B의 $2\sqrt{2}$ 배이다.

[바로알기] ㄱ. A와 B 사이를 실로 연결했을 때 두 물체가 정지해 있으므로 두 물체에 작용하는 탄성력의 크기는 서로 같다. 용수철 상수는 B가 A의 4배이므로 변위의 크기는 A가 B의 4배이다. 따라서 진폭은 A가 B의 4배이다.

ㄴ. A와 B의 주기를 각각 T_A , T_B 라고 하면 용수철 진자의 주기 $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ 이므로 $T_A = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ 이고, $T_B = 2\pi\sqrt{\frac{2m}{4k}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{2k}}$ 이다. 따라서 주기는 A가 B의 $\sqrt{2}$ 배이다.

03 - **점프 문제 분석**



ㄴ. 용수철 진자의 주기 $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ 에 따라 주기는 물체의 질량 m 이 클수록, 용수철 상수 k 가 작을수록 크다. A와 B는 동일한 용수철에 연결되어 있으므로 용수철 상수는 서로 같고, 주기는 A가 B보다 길므로 물체의 질량은 A가 B보다 크다.

ㄷ. 물체가 단진동을 할 때 모든 마찰과 공기 저항은 무시되므로 물체의 역학적 에너지는 보존된다. 탄성력에 의한 위치 에너지는 $\frac{1}{2}kx^2$ 으로 변위의 크기의 제곱에 비례한다. A와 B를 각각 L , $2L$ 만큼 잡아당긴 지점을 기준으로 하면 변위의 최댓값은 B가 A의 2배이므로 탄성력에 의한 위치 에너지는 B가 A의 4배이다. 최대 변위인 지점에서 물체의 운동 에너지는 0이므로 물체의 역학적 에너지는 B가 A의 4배이다.

바로알기 ㄱ. (나)에서 물체가 한 번 진동하는 데 걸린 시간은 B가 A보다 짧으므로 물체의 주기는 B가 A보다 짧다.

04 ㄴ. 용수철 진자의 주기 $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ 에서 용수철 상수 $k=\frac{2mg}{L}$ 이므로 $T=2\pi\sqrt{\frac{mL}{2mg}}=\pi\sqrt{\frac{4L}{2g}}=\pi\sqrt{\frac{2L}{g}}$ 이다.

바로알기 ㄱ. 실을 끊기 전 A와 B는 정지해 있으므로 물체에 작용하는 탄성력과 중력의 크기는 서로 같다. 따라서 $kL=2mg$ 에서 용수철 상수 $k=\frac{2mg}{L}$ 이다. 실을 끊은 후 평형점에서 용수철이 늘어난 길이를 x 라고 하면, $kx=mg$ 이므로 $x=\frac{mg}{k}=\frac{L}{2}$ 인 지점이 평형점이 되고, 늘어난 길이는 평형점으로부터 $\frac{L}{2}$ 이다.

따라서 단진동의 진폭은 $\frac{L}{2}$ 이다.

ㄷ. A가 $x=\frac{L}{2}$ 을 중심으로 진폭이 $\frac{L}{2}$ 인 진동을 하므로 최고점은 용수철의 길이가 L_0 인 지점이 된다. 이 지점에서 A에 작용하는 탄성력은 0이므로 A에 작용하는 알짜힘의 크기는 중력의 크기와 같은 mg 이다.

02 / **탄성파**

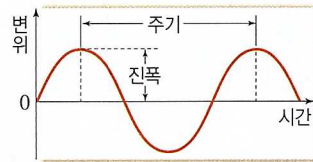
개념확인문제

154쪽

- ① 탄성파 ② 파장 ③ 진폭 ④ 시간 ⑤ 진동수
⑥ 고정단 ⑦ 자유단 ⑧ 반사

- 1 (1) $\times$ (2) $\times$ (3) $\bigcirc$ (4) $\bigcirc$ 2 (1) $\frac{1}{30}$ 초 (2) $\frac{100}{3}$ Hz
(3) 3배 3 (1) $\bigcirc$ (2) $\times$ (3) $\bigcirc$ 4 ㄱ, ㄴ, ㄷ

- 1 (1) 파동이 진행할 때 매질은 제자리에서 진동할 뿐 이동하지 않는다.
(2) 횡파는 파동의 진행 방향과 매질의 진동 방향이 수직인 파동이다.
(3) 종파는 파동의 진행 방향과 매질의 진동 방향이 나란한 파동으로 음파, 지진파의 P파 등이 해당된다.
(4) 매질의 한 지점이 진동하는 모습을 시간에 따라 나타내면 다음과 같다.



파동의 진동 중심에서 마루 또는 골까지의 거리가 진폭이고, 매질의 한 점이 1회 진동하는 데 걸린 시간이 주기이므로 매질의 한 지점이 진동하는 모습을 시간에 따라 나타내면 진폭, 주기, 진동수를 알 수 있다.

- 2 (1), (2) 주기와 진동수는 역수 관계이므로 A의 주기 ①은 $\frac{1}{30}$ 초이고, B의 진동수 ②은 $\frac{100}{3}$ Hz이다.

- (3) 파동의 속력 = $\frac{\text{파장}}{\text{주기}}$ = 진동수 $\times$ 파장이므로 A와 B의 속력을 각각 v_A , v_B 라고 하면 $v_A=30 \text{ Hz} \times 2 \text{ m}=60 \text{ m/s}$ 이고, $v_B=\frac{100}{3} \text{ Hz} \times 0.6 \text{ m}=20 \text{ m/s}$ 이므로 v_A 는 v_B 의 3배이다.

- 3 (1) 파동의 진행 방향은 수평 방향이고, 줄의 진동 방향은 연직 방향이므로 줄의 진동 방향과 파동의 진행 방향은 수직이다.
(2) 입사파와 반사파의 위상이 반대이므로 고정단 반사이다.
(3) 고정단 반사는 파동이 속력이 빠른 매질에서 속력이 느린 매질로 진행할 때 일어나므로 줄에서 파동의 속력은 A에서가 B에서보다 크다.