

완자 · 역학과 에너지

내신만점 · 실력UP 집중

III 탄성파와 소리

1 탄성파의 성질

02

탄성파

내신만점 · 실력UP

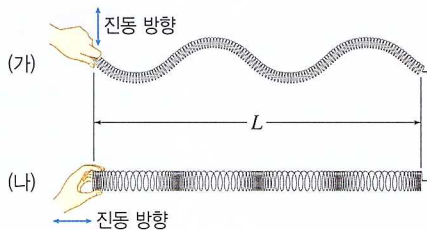
III-1-02 탄성파



내신 만점 문제

A 탄성파

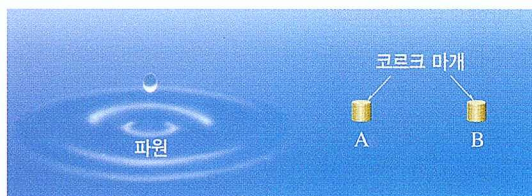
중요 01 그림 (가)는 용수철을 위아래로, (나)는 용수철을 앞뒤로 흔들어 만든 파동의 어느 한 순간의 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① (가)와 (나)는 탄성파이다.
- ② (가)는 횡파, (나)는 종파이다.
- ③ (가)와 (나)의 파장은 서로 같다.
- ④ 음파는 (나)와 같은 형태의 파동이다.
- ⑤ 지진파의 S파는 (가)와 같은 형태의 파동이다.

02 그림은 파원에서 발생한 물결파가 진행하는 수면 위에 코르크 마개 A와 B가 떠 있는 모습을 나타낸 것이다.



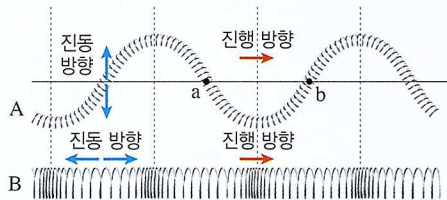
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물결파는 횡파이다.)

[보기]

- ㄱ. 1초 동안 진동하는 횟수는 A와 B가 같다.
- ㄴ. 시간이 지날수록 A와 B 사이의 거리는 멀어진다.
- ㄷ. 파동이 진행하는 방향은 A와 B가 진동하는 방향과 수직이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 그림은 용수철 A와 B를 서로 다른 방향으로 흔들 때 생기는 두 파동을 나타낸 것이다. a와 b는 A에서 변위가 0인 용수철상의 점이다.



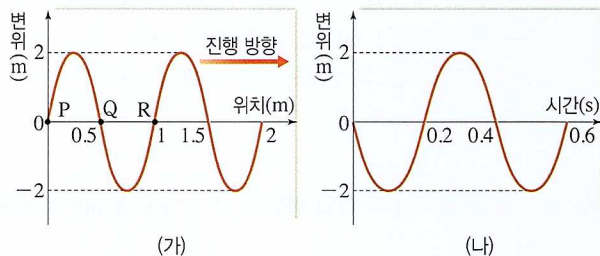
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. a와 b의 운동 방향은 서로 같다.
- ㄴ. A의 파장은 B의 파장과 같다.
- ㄷ. B의 예로 지진파의 P파가 해당된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

중요 04 그림 (가)는 화살표 방향으로 진행하는 파동의 어느 한 순간의 변위를 위치에 따라 나타낸 것으로 P, Q, R은 매질 상의 점이다. 그림 (나)는 (가)의 순간부터 P, Q, R 중 어느 한 점의 변위를 시간에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

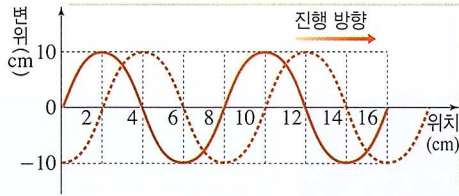
[보기]

- ㄱ. 파동의 진폭은 2 m이다.
- ㄴ. 파동의 진동수는 2 Hz이다.
- ㄷ. (나)는 (가)에서 Q의 변위를 시간에 따라 나타낸 것이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

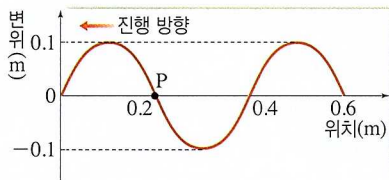
서술형

05 그림은 화살표 방향으로 진행하는 파동의 어느 한 순간의 변위를 위치에 따라 나타낸 것이다. 실선은 시간 $t=0$ 일 때 파동의 모습이고, 점선은 실선 상태에서 1초가 지난 후 처음으로 나타난 파동의 모습이다.



파동의 속력을 풀이 과정과 함께 구하시오.

06 그림은 왼쪽으로 진행하는 파동의 어느 한 순간의 모습을 나타낸 것이다. 이 순간부터 1초 후에 매질상의 점 P의 변위가 처음으로 -0.1 m가 된다.



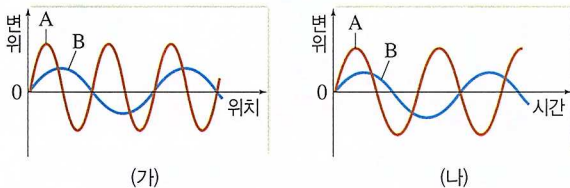
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. 파동의 파장은 0.4 m이다.
- ㄴ. 파동의 주기는 2초이다.
- ㄷ. 파동의 속력은 0.1 m/s이다.

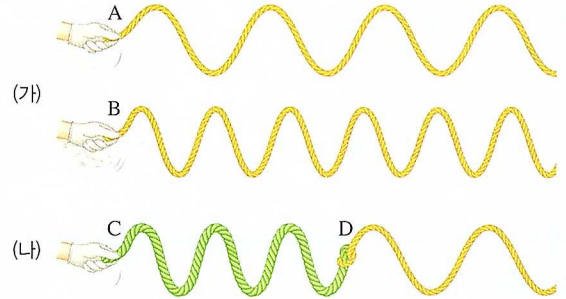
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07 그림 (가)는 두 줄 A와 B를 각각 진동시켰을 때 줄을 따라 진행하는 파동의 어느 한 순간의 모습을, (나)는 A와 B의 어느 한 점의 변위를 시간에 따라 나타낸 것이다.



A와 B에 생긴 파동의 속력을 각각 v_A , v_B 라고 할 때 $v_A : v_B$ 를 구하시오.

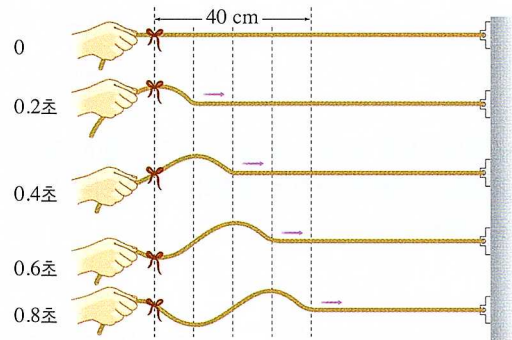
08 그림 (가)는 종류가 같은 줄 A, B의 한쪽 끝을 잡고 각각 흔들 때의 파동의 모습을, (나)는 굵기가 굵은 줄 C와 가는 줄 D를 연결하여 만든 줄의 한쪽 끝을 잡고 흔들 때의 파동의 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, A~D에 작용하는 장력의 크기는 모두 같다.)

- ① 줄에 생긴 파동의 속력은 A와 B가 같다.
- ② 줄에 생긴 파동의 주기는 A가 B보다 길다.
- ③ 줄에 생긴 파동의 진동수는 C가 D보다 크다.
- ④ 줄에 생긴 파동의 속력은 C와 D에서 다르다.
- ⑤ C와 D의 경계면에서 반사되는 파동의 위상은 입사하는 파동의 위상과 같다.

09 그림은 한쪽 끝이 고정된 줄을 손으로 흔들었을 때 발생한 파동의 모습을 0.2초 간격으로 나타낸 것이다.



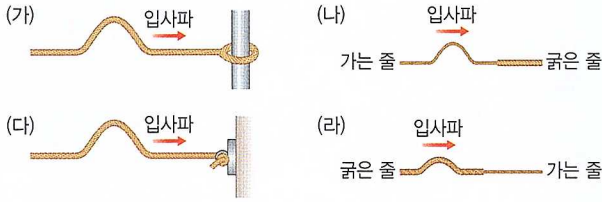
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 모든 마찰 및 공기 저항은 무시한다.)

[보기]

- ㄱ. 이 파동은 종파이다.
- ㄴ. 파동의 속력은 0.5 m/s이다.
- ㄷ. 줄의 한쪽 끝이 고정되어 있는 경계면에서 반사되는 파동의 위상은 입사하는 파동의 위상과 반대이다.

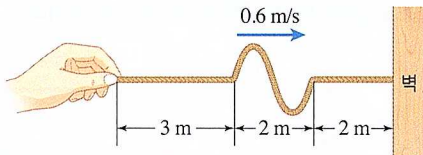
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10 그림 (가)와 (다)는 굵기가 일정한 줄에서 입사파가 화살표 방향으로 진행하는 모습을, (나)와 (라)는 굵기가 서로 다른 줄을 연결하여 만든 줄에서 입사파가 화살표 방향으로 진행하는 모습을 나타낸 것이다.

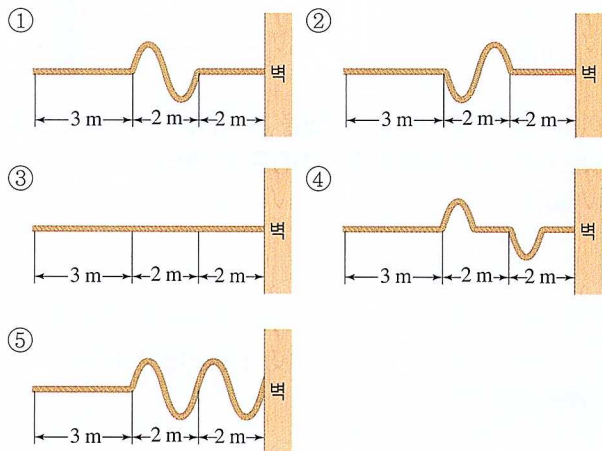


(가)~(라) 중 입사파와 반사파의 위상이 서로 반대인 것을 쓰고, 그 까닭을 서술하시오.

11 그림은 한쪽 끝이 벽에 고정된 줄을 위아래로 한 번 흔들었을 때 발생한 파동이 0.6 m/s 의 속력으로 고정된 벽을 향해 진행하는 어느 한 순간의 모습을 나타낸 것이다.

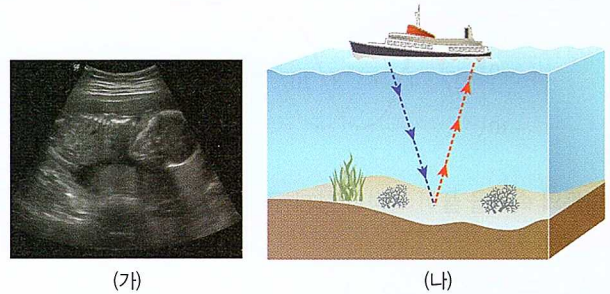


이 순간부터 10초 뒤 줄의 모습으로 가장 적절한 것은? (단, 줄에 작용하는 장력의 크기는 일정하고, 반사하는 동안 에너지가 감소하지 않는다.)



B 탄성파의 활용

12 그림 (가)는 초음파를 이용하여 태아의 건강 상태를 진단하는 모습을, (나)는 초음파를 이용하여 해저 지형을 탐사하는 모습을 나타낸 것이다.



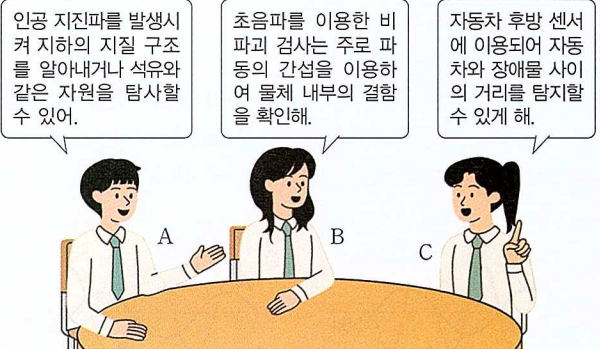
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. (가)와 (나) 모두 탄성파를 활용한 예이다.
- ㄴ. (가)는 초음파의 전파 속도가 신체의 성분마다 다른 원리를 이용한다.
- ㄷ. (나)는 초음파가 반사한 뒤 되돌아오는 데 걸린 시간을 측정하여 해저의 깊이를 알아낸다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13 그림은 탄성파의 활용에 대한 학생 A, B, C의 대화를 나타낸 것이다.



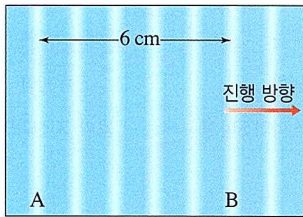
제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A ② B ③ A, B
- ④ A, C ⑤ B, C



실력 UP 문제

01 그림은 물결통에서 직선파 발생기를 일정한 주기로 진동시켰을 때 발생한 파동의 모습을 나타낸 것이다. 흰 선은 파동의 마루이며, 파동의 마루가 A에서 B까지 이동하는 데 걸린 시간은 3초이다. A와 B 사이의 거리는 6 cm이다.



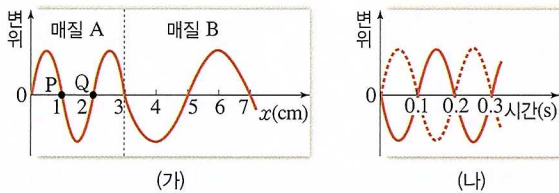
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. 파동의 파장은 1.2 cm이다.
- ㄴ. 파동의 속력은 1.2 cm/s이다.
- ㄷ. 직선파 발생 장치의 진동 주기는 $\frac{3}{5}$ 초이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 그림 (가)는 매질 A와 B에서 $+x$ 방향으로 진행하는 파동의 어느 한 순간의 변위를 위치 x 에 따라 나타낸 모습을, (나)는 (가)의 순간부터 매질상의 점 P와 Q의 변위를 시간에 따라 나타낸 것이다.



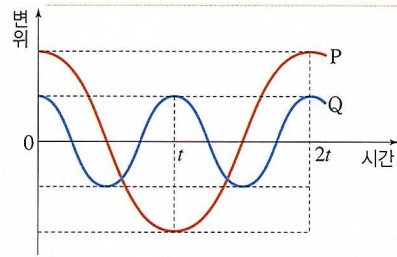
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. (나)에서 실선은 Q의 변위를 나타낸 것이다.
- ㄴ. A와 B에서 파동의 주기는 같다.
- ㄷ. 파동의 속력은 A에서가 B에서의 2배이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

03 그림은 파장이 같은 파동 P와 Q의 어느 한 점의 변위를 시간에 따라 각각 나타낸 것이다.



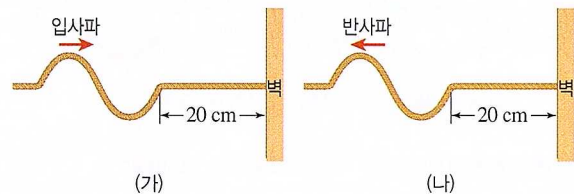
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. 파동의 진동수는 Q가 P의 2배이다.
- ㄴ. 파동의 진폭은 P가 Q보다 크다.
- ㄷ. 파동의 속력은 P가 Q의 2배이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 그림 (가)는 한쪽 끝이 벽에 고정된 줄을 따라 진행하는 파동의 0초일 때의 모습을, (나)는 (가)에서 4초 후의 모습을 나타낸 것이다. 파동의 파장은 20 cm이며, (가)와 (나)의 사이에서 파동은 반사한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. 파동의 속력은 15 cm/s이다.
- ㄴ. 파동이 벽에서 반사할 때 위상이 반대로 변한다.
- ㄷ. (가)에서 벽으로부터 왼쪽으로 30 cm 떨어진 줄 위의 한 점은 (가)의 직후 위쪽 방향으로 운동한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 및 해설

내신만점문제 · 실력UP문제
탄성파

- 4 가, 나, 리, 초음파 영상 진단 장치, 비파괴 검사, 해저 지형 탐사는 탄성파의 한 종류인 초음파를 활용한 예이다.
 다. 지폐의 홀로그램은 빛의 간섭 현상을 이용한 예로 물질의 진동이 전달되는 탄성파를 활용한 예가 아니다.

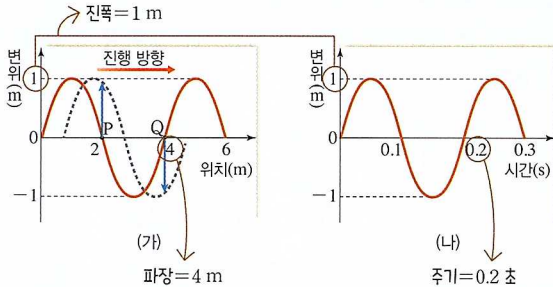
대표자료 분석

155쪽

- 1 (1) 1 (2) 4 (3) 0.2 2 20 m/s 3 ㉠ +, ㉡ -, ㉢ +, ㉣ P
 4 0 5 (1) ㉠ ㉡ (3) × (4) ㉠

꼼꼼 문제 분석

- 변위-위치 그래프에서 파장과 진폭을 구할 수 있고, 변위-시간 그래프에서 진폭, 주기, 진동수를 구할 수 있다.



- (가)에서 시간이 지나는 순간, P의 변위는 (+)의 값을 가지고, Q의 변위는 (-)의 값을 가진다.

- 1 (1) 파동의 진폭은 진동 중심에서 마루 또는 골까지의 거리이므로 1 m이다.
 (2) 파동의 파장은 이웃한 마루(골)과 마루(골) 사이의 거리이므로 4 m이다.
 (3) 파동의 주기는 매질의 한 점이 1회 진동하는 데 걸린 시간이다. (나)의 변위-시간 그래프에서 매질의 한 점이 1회 진동하는 데 걸린 시간이 0.2초이므로 주기는 0.2초이다.

- 2 파동의 속력 = $\frac{\text{파장}}{\text{주기}}$ = 진동수 × 파장이므로 파동의 속력 = $\frac{4 \text{ m}}{0.2 \text{ s}} = 20 \text{ m/s}$ 이다.

- 3 파동이 오른쪽으로 진행하므로 (가)의 직후 P는 ㉠(+) 방향으로 진동하고, Q는 ㉡(-) 방향으로 진동한다. (나)에서 $t=0$ 이 지나는 순간 변위가 ㉢(+)의 값을 가지므로 (나)는 (가)의 순간부터 ㉣ P의 변위를 시간에 따라 나타낸 것이다.

- 4 파동의 주기가 0.2초이므로 0.1초 후에는 파동이 반 파장인 2 m만큼 이동한다. $t=0.1$ 초일 때 P와 Q의 변위는 $t=0$ 일 때와 동일하게 0이므로 $t=0.1$ 초일 때 P와 Q의 변위의 크기 차는 0이다.

- 5 (1) 파동의 진동수는 주기와 역수 관계이므로 $\frac{1}{0.2 \text{ s}} = 5 \text{ Hz}$ 이다.

- (2) 파동의 진동수가 5 Hz이므로 P는 1초 동안 5회 진동한다.

- (3) 파동의 주기가 0.2초이므로 Q는 1회 진동하는 데 0.2초가 걸린다.

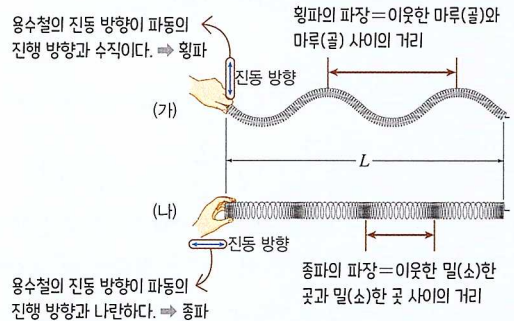
- (4) 0.05초는 $\frac{1}{4}$ 주기에 해당하므로 (가)의 순간으로부터 파동은 오른쪽으로 1 m만큼 이동한다. 따라서 $t=0.05$ 초일 때 P는 마루가 되고, Q는 골이 된다.

내신 만점 문제

156쪽~158쪽

- 01 ㉢ 02 ㉢ 03 ㉡ 04 ㉠ 05 해설 참조 06 ㉢
 07 3 : 4 08 ㉢ 09 ㉣ 10 해설 참조 11 ㉠
 12 ㉤ 13 ㉣

01 꼼꼼 문제 분석



- ① (가)와 (나)는 매질인 용수철을 따라 전파되는 탄성파이다.
 ② (가)는 매질인 용수철의 진동 방향이 파동의 진행 방향과 수직이므로 횡파이고, (나)는 매질인 용수철의 진동 방향이 파동의 진행 방향과 나란하므로 종파이다.
 ④ 음파는 (나)와 같은 종파이다.
 ⑤ 지진파의 S파는 (가)와 같은 횡파이다.

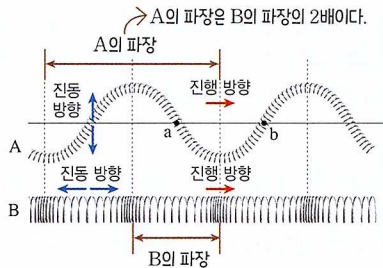
- 바로알기** ③ 횡파인 (가)의 파장은 마루(골)에서 이웃한 마루(골)까지의 거리이고, 종파인 (나)의 파장은 매질이 밀(소)한 곳에서 이웃한 밀(소)한 곳까지의 거리이다. 따라서 (가)의 파장이 (나)의 파장보다 길다.

02 ㄱ. 파동의 진동수는 매질을 진동시킨 파원의 진동수에 의해 결정된다. 파원의 진동수가 변하지 않으므로 A와 B가 1초 동안 진동하는 횟수는 서로 같다.

ㄴ. 물결파는 횡파라는 조건에 따라 파동이 진행하는 방향은 A와 B가 진동하는 방향과 수직이다.

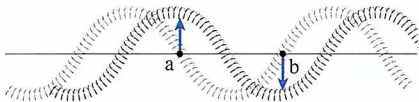
바로알기 ㄴ. A와 B는 제자리에서 진동하므로 시간이 지나도 A와 B 사이의 거리는 멀어지지 않는다.

03 품평 문제 분석



ㄴ. 지진파의 P파는 B와 같은 종파이다.

바로알기 ㄱ. A에 생긴 파동의 다음 순간 모습을 진행 방향으로 약간 이동시켜 그려 보면 다음과 같다.

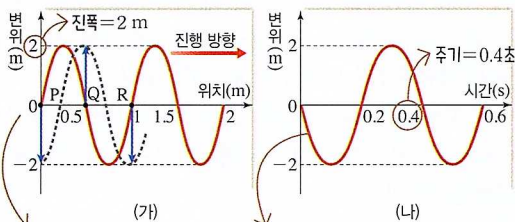


a의 운동 방향은 위쪽이고, b의 운동 방향은 아래쪽이므로 운동 방향은 a와 b가 서로 반대이다.

ㄴ. A에 생긴 파동은 파동의 진행 방향과 매질의 진동 방향이 수직이므로 횡파이다. 횡파의 파장은 이웃한 마루(골)와 마루(골) 사이의 거리이다. B에 생긴 파동은 파동의 진행 방향과 매질의 진동 방향이 나란하므로 종파이다. 종파의 파장은 이웃한 밀(소)한 지점 사이의 거리이다. 따라서 A의 파장은 B의 파장의 2배이다.

다른 풀이 ㄱ. 거리가 반 파장 차가 나는 두 곳의 운동 방향은 서로 반대이므로 a와 b의 운동 방향은 서로 반대이다.

04 품평 문제 분석

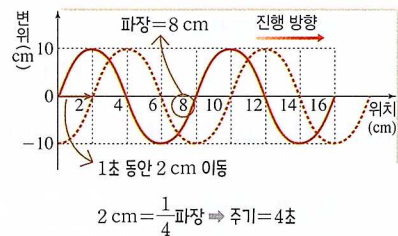


ㄱ. 파동의 진폭은 진동 중심에서 마루 또는 골까지의 거리이므로 2 m이다.

바로알기 ㄴ. (나)의 변위-시간 그래프에서 파동이 1회 진동하는데 걸린 시간은 0.4초이므로 주기는 0.4초이다. 진동수는 주기와 역수 관계이므로 파동의 진동수는 $\frac{1}{0.4} = 2.5(\text{Hz})$ 이다.

ㄴ. (가)에서 시간이 지나는 순간 P와 R의 변위는 (-) 방향이고, Q의 변위는 (+) 방향이다. (나)에서 (가)의 순간 이후 변위가 (-) 방향이므로 (나)는 P 또는 R의 변위를 시간에 따라 나타낸 것이다.

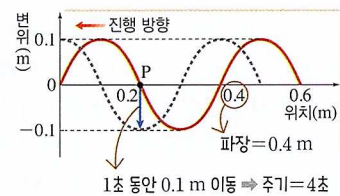
05 품평 문제 분석



모범 답안 파동이 $\frac{1}{4}$ 파장 진행하는 데 걸린 시간이 1초이므로 한 파장 진행하는 데 걸린 시간은 4초이다. 파동의 파장은 8 cm이고, 주기는 4초이므로 파동의 속력은 $\frac{\text{파장}}{\text{주기}} = \frac{0.08 \text{ m}}{4 \text{ s}} = 0.02 \text{ m/s}$ 이다.

채점 기준	배점
파동의 속력을 풀이 과정과 함께 올바르게 구한 경우	100 %
파동의 속력만 올바르게 쓴 경우	50 %

06 품평 문제 분석



ㄱ. 파장은 이웃한 마루(골)와 마루(골) 사이의 거리이므로 0.4 m이다.

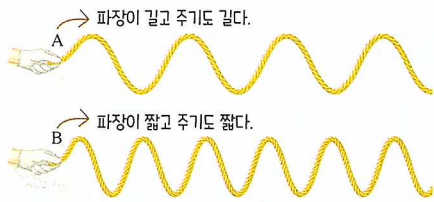
ㄴ. 파동의 속력 = $\frac{\text{파장}}{\text{주기}} = \frac{0.4 \text{ m}}{4 \text{ s}} = 0.1 \text{ m/s}$ 이다.

바로알기 ㄴ. 1초 후에 P의 변위가 처음으로 -0.1 m가 되므로 파동이 1초 동안 왼쪽으로 $\frac{1}{4}$ 파장만큼 진행함을 알 수 있다. 따라서 파동의 주기는 4초이다.

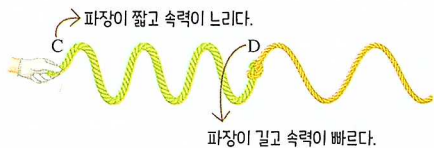
07 (가)에서 A와 B에 생긴 파동의 파장 비는 1 : 2이고, (나)에서 A와 B에 생긴 파동의 주기 비는 2 : 3이다. 파동의 속력은 파장을 주기로 나눈 값이므로 A와 B에 생긴 파동의 속력의 비 $v_A : v_B = \frac{1}{2} : \frac{2}{3} = 3 : 4$ 이다.

08 — **잠금 문제 분석**

종류가 같은 줄 A, B에서 파동의 속력은 같다. $v = \frac{\lambda}{T}$ 에서 파동의 속력이 같을 때 파장과 주기는 비례한다.



줄에 생긴 파동의 속력은 줄의 밀도가 작을수록, 장력의 크기가 클수록 크다.



- ① A와 B는 종류가 같은 줄이고, 줄에 작용하는 장력의 크기가 같으므로 줄에 생긴 파동의 속력은 서로 같다.
 - ② A와 B에 생긴 파동의 속력이 서로 같으므로 파장과 주기는 비례 관계이다. 파장은 A가 B보다 길므로 주기도 A가 B보다 길다.
 - ④ 줄에 생긴 파동의 속력은 줄의 밀도가 작을수록, 장력의 크기가 클수록 크다. 굵기가 가는 줄이 굵은 줄보다 밀도가 작으므로 줄에 생긴 파동의 속력은 C가 D보다 작다.
 - ⑤ 파동이 속력이 느린 매질에서 속력이 빠른 매질로 진행할 때 매질의 경계면에서 자유단 반사가 일어나므로 C와 D의 경계면에서 반사하는 파동의 위상은 입사하는 파동의 위상과 같다.
- 바로알기** ③ 손이 줄을 흔드는 진동수와 줄에 생긴 파동의 진동수가 같으므로 파동의 진동수는 C와 D가 서로 같다.

09 나. 파동의 주기가 0.8초이므로 파장은 파동이 0.8초 동안 진행한 거리인 0.4 m이다. 따라서 파동의 속력 = $\frac{\text{파장}}{\text{주기}} = \frac{0.4 \text{ m}}{0.8 \text{ s}} = 0.5 \text{ m/s}$ 이다.

다. 줄의 한쪽 끝이 고정되어 있으므로 파동이 경계면에 입사하면 고정단 반사가 일어난다. 따라서 경계면에서 반사되는 파동의 위상은 입사하는 파동의 위상과 반대이다.

바로알기 ㄱ. 파동의 진행 방향과 매질의 진동 방향이 수직이므로 이 파동은 횡파이다.

10 고정단 반사는 파동이 매질의 고정된 끝 부분에 도달하거나 속력이 빠른 매질에서 속력이 느린 매질로 진행할 때 매질의 경계면에서 발생하고, 자유단 반사는 파동이 매질의 고정되지 않은 끝 부분에 도달하거나 속력이 느린 매질에서 속력이 빠른 매질로 진행할 때 매질의 경계면에서 발생한다.

모범 답안 (나)와 (다), (나)와 같이 파동이 속력이 빠른 매질(가는 줄)에서 속력이 느린 매질(굵은 줄)로 입사할 때와 (다)와 같이 파동이 진행하는 매질의 한쪽 끝이 고정되어 있을 때 경계면에서 고정단 반사가 일어나 입사파와 위상이 반대인 반사파가 형성된다.

채점 기준	배점
입사파와 반사파의 위상이 서로 반대인 것을 옳게 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
입사파와 반사파의 위상이 서로 반대인 것만 옳게 쓴 경우	50 %

11 파동이 0.6 m/s의 속력으로 고정된 벽을 향해 진행하므로 10초 동안 이동한 거리는 6 m이다. 벽과의 경계면에서 고정단 반사가 일어나므로 경계면에서 반사되어 나오는 파동의 위상은 입사하는 파동의 위상과 반대이다. 따라서 10초 뒤 줄에 발생하는 파동의 모습으로 가장 적절한 것은 ①이다.

- 12** ㄱ. (가)의 초음파 영상 진단 장치와 (나)의 해저 지형 탐사는 초음파를 이용한 것이므로 탄성파를 활용한 예이다.
- 나. 초음파의 전파 속도는 신체의 성분마다 다르기 때문에 경계면에서 반사되는 정도가 다르다. (가)의 초음파 영상 진단 장치는 이를 이용하여 태아의 건강 상태나 장기의 이상 유무 등을 검사한다.
- 다. (나)의 해저 지형 탐사는 배 밑바닥에서 바닷속으로 발사한 초음파가 바다 밑바닥에서 반사한 뒤 되돌아오는 데 걸린 시간을 측정하여 해저의 깊이를 알아낸다.

13 A. 인공 지진파를 발생시켰을 때 지하 지층 경계면에서 반사 또는 굴절되어 되돌아온 지진파를 측정하여 지질 구조를 알아낸다. 이는 석유와 같은 자원 탐사에도 활용된다.

C. 자동차 후방 센서에서 발생한 초음파가 장애물에서 반사하여 되돌아오는 데까지 걸린 시간을 측정하여 자동차와 장애물 사이의 거리를 탐지한다.

바로알기 B. 초음파를 이용한 비파괴 검사는 물체에서 반사한 초음파를 측정하여 물체 내의 결함을 확인하는 것으로 주로 파동의 반사를 이용한다.

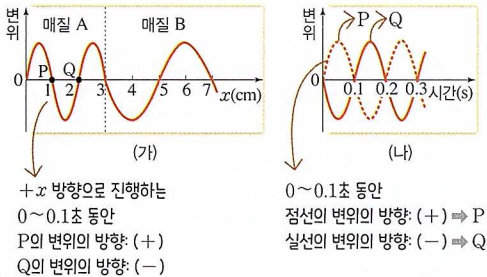
01 ③ 02 ④ 03 ③ 04 ⑤

01 ㄱ. 파장은 이웃한 마루(골)와 마루(골) 사이의 거리이다. A와 B 사이의 거리는 파장의 5배이므로 파동의 파장 = $\frac{6 \text{ cm}}{5} = 1.2 \text{ cm}$ 이다.

ㄴ. 파동의 전파 속력은 2 cm/s 이고, 물결파의 파장은 1.2 cm 이므로 파동의 속력 = $\frac{\text{파장}}{\text{주기}}$ 에서 파동의 주기 = $\frac{1.2 \text{ cm}}{2 \text{ cm/s}} = \frac{3}{5} \text{ 초}$ 이다. 직선파 발생 장치의 진동 주기는 파동의 주기와 같으므로 $\frac{3}{5} \text{ 초}$ 이다.

바로알기 ㄴ. 파동의 마루가 A에서 B까지 이동하는 데 걸린 시간이 3초이므로 파동은 3초 동안 6 cm 를 이동하였다. 따라서 파동의 속력은 $\frac{6 \text{ cm}}{3 \text{ s}} = 2 \text{ cm/s}$ 이다.

02 **꼼꼼 문제 분석**



ㄱ. A에서 파동이 $+x$ 방향으로 진행할 때 (가)의 순간 직후 P는 위 방향으로 운동하므로 0.1 초 동안 P의 변위는 (+)의 값을 가지고, Q는 아래 방향으로 운동하므로 0.1 초 동안 Q의 변위는 (-)의 값을 가진다. 따라서 (나)에서 실선은 Q의 변위를 시간에 따라 나타낸 것이다.

ㄴ. 한 파동의 진동수는 매질의 종류와 관계없이 일정하므로 매질 A와 B에서 진행되는 파동의 진동수는 서로 같다. 주기와 진동수는 역수 관계이므로 A와 B에서 파동의 주기도 서로 같다.

바로알기 ㄴ. A에서 파동의 파장은 2 cm 이고, B에서 파동의 파장은 4 cm 이다. 파동의 주기는 A와 B에서 같으므로 파동의 속력 = $\frac{\text{파장}}{\text{주기}}$ 에 따라 파동의 속력은 파장에 비례한다. 따라서 파동의 속력은 A에서가 B에서의 $\frac{1}{2}$ 배이다.

03 ㄱ. 파동의 주기는 P가 Q의 2배이고, 진동수는 주기와 역수 관계이므로 파동의 진동수는 Q가 P의 2배이다.

ㄴ. 파동의 진폭은 진동 중심에서 마루 또는 골까지의 거리이므로 P가 Q보다 크다.

바로알기 ㄴ. P와 Q의 파장이 같으므로 파동의 속력 = $\frac{\text{파장}}{\text{주기}}$ 에 따라 파동의 속력은 주기에 반비례한다. 따라서 파동의 속력은 Q가 P의 2배이다.

04 ㄱ. 파동이 줄과 벽의 경계면에서 반사되어 되돌아오므로 (가)에서 파동의 오른쪽 끝은 (나)에서 파동의 왼쪽 끝에 해당된다. 즉, 파동은 4 초 동안 60 cm 를 이동하므로 파동의 속력 = $\frac{60 \text{ cm}}{4 \text{ s}} = 15 \text{ cm/s}$ 이다.

ㄴ. 파동이 한쪽 끝이 벽에 고정된 줄을 따라 진행하므로 벽과의 경계면에서 고정단 반사가 일어난다. 즉, 파동이 벽에서 반사할 때 파동의 위상이 반대로 변한다.

ㄴ. 파동이 오른쪽으로 진행하므로 (가)에서 벽으로부터 왼쪽으로 30 cm 떨어진 줄 위의 한 점은 (가)의 직후 위쪽 방향으로 운동한다.

중단원 핵심 정리

160쪽

- ① 비례 ② 반대 ③ 복원력 ④ 단진동 ⑤ 비례 ⑥ 변위
- ⑦ $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ⑧ 횡파 ⑨ 종파 ⑩ 주기 ⑪ 진동수
- ⑫ 고정단 ⑬ 자유단

중단원 마무리 문제

161쪽-162쪽

- 01 ③ 02 ② 03 ③ 04 ① 05 ③ 06 ①
- 07 해설 참조 08 해설 참조 09 해설 참조

01 ㄱ. 물체에 작용하는 탄성력의 크기는 용수철 상수와 변위의 크기의 곱이다. a에서 물체의 변위의 크기는 A이므로 물체에 작용하는 탄성력의 크기는 kA 이다.

ㄷ. 물체가 a에서 b까지 운동하는 데 걸린 시간은 $\frac{1}{4}$ 주기이다.

용수철에 매달려 단진동을 하는 물체의 주기 $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ 이므로

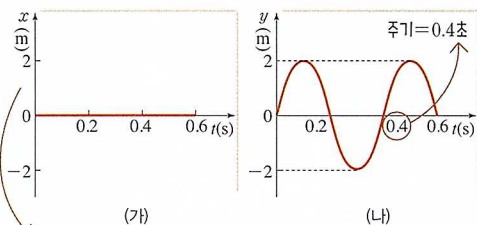
로 a에서 b까지 물체가 운동하는 데 걸린 시간은 $\frac{1}{4}T = \frac{\pi}{2}$

$\sqrt{\frac{m}{k}}$ 이다.

바로알기 ㄴ. c에서 물체는 변위 $-A$ 에서 평형점인 O에 가까워지는 상황이므로 물체의 속력이 증가한다. 물체의 운동 방향과 물체에 작용하는 알짜힘의 방향이 같을 때 물체의 속력이 증가하므로 탄성력은 물체의 운동 방향과 같은 방향으로 작용한다.

02 물체가 Q를 지나는 순간 진폭의 $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 인 지점을 지나므로 진폭을 A라고 하면 단진동을 하는 물체의 변위 $x = A\sin\theta$ 에 따라 $\frac{A}{\sqrt{2}} = A\sin\theta$ 에서 $\theta = 45^\circ$ 이다. 등속 원운동을 하는 물체가 360° 회전하는 데 걸린 시간은 그림자의 단진동 주기 T와 같으므로 물체가 P에서 Q까지 운동하는 데 걸리는 시간은 $\frac{T}{8}$ 이다.

03 - **꼭꼭 문제 분석**



파동의 진행 방향인 x축 방향으로 진동하지 않고, 파동의 진행 방향과 수직인 y축 방향으로 진동한다. $\Rightarrow$ 이 파동의 종류는 횡파이다.

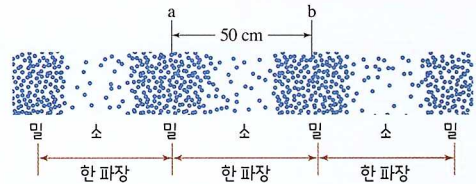
ㄱ. 파동이 x축 방향으로 진행할 때 매질의 어느 한 점은 y축 방향으로만 진동하므로 파동의 진행 방향과 매질의 진동 방향은 서로 수직이다. 따라서 이 파동은 횡파이다.

ㄷ. 파동의 속력 = $\frac{\text{파장}}{\text{주기}} = \frac{0.1\text{ m}}{0.4\text{ s}} = 0.25\text{ m/s}$ 이다.

바로알기 ㄴ. (나)의 y축 방향의 변위-시간 그래프에서 파동이 한 번 진동하는 데 걸린 시간이 0.4초이므로 주기가 0.4초임을 알 수 있다. 진동수는 주기와 역수 관계이므로 파동의 진동수 = $\frac{1}{0.4} = \frac{5}{2} = 2.5(\text{Hz})$ 이다.

04 - **꼭꼭 문제 분석**

종파의 파장은 이웃한 밀(소)한 곳과 밀(소)한 곳 사이의 거리이다.



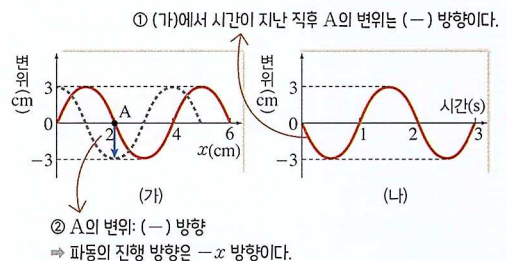
ㄴ. 파동의 속력 = 진동수 $\times$ 파장에서 파동의 속력은 340 m/s,

파장은 0.5 m이므로 파동의 진동수 = $\frac{340\text{ m/s}}{0.5\text{ m}} = 680\text{ Hz}$ 이다.

바로알기 ㄱ. 음파는 종파에 해당하므로 파동의 파장은 이웃한 밀한 곳과 밀한 곳 사이 또는 소한 곳과 소한 곳 사이의 거리이다. a와 b 사이의 거리는 이웃한 밀한 곳과 밀한 곳 사이의 거리이므로 파동의 파장은 0.5 m이다.

ㄷ. $\frac{1}{2}$ 주기 후 파동의 위상은 반대가 되므로 a는 가장 소한 곳이 된다.

05 - **꼭꼭 문제 분석**



ㄱ. (나)에서 0~1초 동안 A의 변위는 (-) 방향이다. (가)에서 파동이 $-x$ 방향으로 진행할 때 A의 변위가 (-) 방향이 되므로 파동의 진행 방향은 $-x$ 방향이다.

ㄴ. (가)에서 파동의 파장은 4 cm이고, (나)에서 주기는 2초임을 알 수 있으므로 파동의 속력 = $\frac{\text{파장}}{\text{주기}} = \frac{4\text{ cm}}{2\text{ s}} = 2\text{ cm/s}$ 이다.

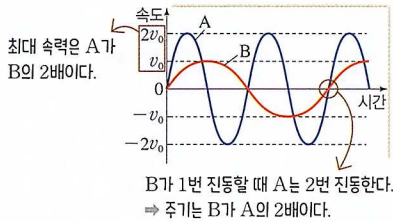
바로알기 ㄷ. 파동의 주기가 2초이므로 1초는 반 주기에 해당한다. 한 주기 동안 매질은 한 번 진동하지만, 반 주기 동안에는 평형점 $\rightarrow$ 마루(골) $\rightarrow$ 평형점으로 운동한다. (가)에서 $x = 4\text{ cm}$ 인 지점은 1초 동안 변위가 0 $\rightarrow$ 3 cm $\rightarrow$ 0으로 변하므로 $t = 1\text{ 초}$ 일 때 매질의 변위는 0이다.

06 ㄱ. 파동의 속력이 1 m/s이고, 파동의 오른쪽 끝으로부터 벽까지의 거리가 2 m이므로 파동은 2초 후에 벽에 도달하기 시작한다.

바로알기 ㄴ. 파동의 속력 = 진동수 × 파장에서 파동의 파장은 2 m, 속력은 1 m/s이므로 파동의 진동수 = $\frac{1 \text{ m/s}}{2 \text{ m}} = \frac{1}{2} \text{ Hz}$ 이다.

ㄷ. 줄의 한쪽 끝이 벽에 고정되어 있으므로 줄과 벽의 경계면에서 파동의 위상이 180° 변하는 고정단 반사가 일어난다. 따라서 줄과 벽의 경계면에서 반사되어 나오는 파동의 위상은 입사하는 파동의 위상과 반대이다.

07 **꼼꼼 문제 분석**



단진동을 하는 물체의 속도 $v = A\omega \cos \theta = A\omega \cos \omega t$ 이다. 따라서 물체의 최대 속력은 $A\omega$ 이다.

모범 답안 최대 속력은 A가 B의 2배이므로 A와 B의 진폭을 각각 A_A , A_B , A와 B의 각속도를 각각 ω_A , ω_B 라고 하면 $A_A\omega_A = 2A_B\omega_B$ 이다. 주기는 B가 A의 2배이므로 주기 $T = \frac{2\pi}{\omega}$ 에서 각속도 ω 는 A가 B의 2배이고, $\omega_A = 2\omega_B$ 이다. 따라서 $2A_A\omega_B = 2A_B\omega_B$ 이므로 $A_A = A_B$ 이다. 즉, A와 B의 진폭은 서로 같다.

다른 풀이 주기 $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ 에서 용수철 상수 k 는 서로 같고, 주기는 B가 A의 2배이므로 질량은 B가 A의 4배이다. 물체의 진폭과 최대 속력을 각각 A , v 라고 할 때 물체의 역학적 에너지는 보존되므로 $\frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}mv^2$ 에서 $A = v\sqrt{\frac{m}{k}}$ 이다. 최대 속력은 A가 B의 2배이므로 A와 B의 진폭은 서로 같다.

채점 기준	배점
A와 B의 진폭을 옮겨 비교하여 서술한 경우	100 %
A와 B의 진폭이 같다고만 쓴 경우	50 %

08 파동의 진폭을 A 라고 하면 파동이 한 주기 동안 진행하였을 때 평형점에서 변위의 변화는 $0 \rightarrow A \rightarrow 0 \rightarrow -A \rightarrow 0$ 이다. 따라서 파동이 한 주기 동안 진행하였을 때 매질 위의 한 점의 이동 거리는 $4A$ 이다.

모범 답안 파동의 속력은 10 m/s이고, 파장은 2 m이므로 파동의 속력 = $\frac{\text{파장}}{\text{주기}}$ 에서 주기는 $\frac{2 \text{ m}}{10 \text{ m/s}} = 0.2 \text{ 초}$ 이다. 또한 파동의 한 주기 동안 P는 진폭의 4배만큼 이동한다. 이때 P의 이동 거리는 4 m이므로 파동의 진폭은 1 m이다.

채점 기준	배점
파동의 주기와 진폭을 풀이 과정과 함께 옮겨 구한 경우	100 %
파동의 주기와 진폭만 옮겨 쓴 경우	50 %
파동의 주기와 진폭 중 한 가지만 옮겨 쓴 경우	30 %

09 **모범 답안** 파동의 반사, 탄성파를 활용한 예로는 초음파 영상 진단 장치, 해저 지형 탐사 등이 있다.

채점 기준	배점
자동차 후방 센서에서 주로 이용한 파동의 성질과 탄성파를 활용한 또 다른 예 두 가지를 옮겨 서술한 경우	100 %
자동차 후방 센서에서 주로 이용한 파동의 성질만 옮겨 쓴 경우	50 %
탄성파를 활용한 또 다른 예 두 가지만 옮겨 쓴 경우	30 %

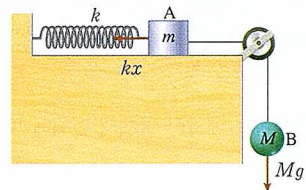
중단원 **고난도 문제**

163쪽

01 ⑤ 02 ① 03 ⑤ 04 ③

01 **꼼꼼 문제 분석**

A에 작용하는 힘은 용수철에 의한 탄성력과 B에 작용하는 중력이다. A가 정지해 있으므로 $kx = Mg$ 이다.



선택지 분석

- ㉠ 용수철이 늘어난 길이는 $\frac{Mg}{k}$ 이다.
- ㉡ B를 잡아당겼다 가만히 놓은 순간부터 평형점을 지날 때까지 A의 역학적 에너지는 감소한다.
- ㉢ A의 주기는 B를 연결하지 않고, A만 단진동을 시켰을 때보다 길다.

전략적 풀이 ① 힘의 평형을 이용하여 용수철이 늘어난 길이를 구한다.

㉡. A에는 용수철에 의한 탄성력과 B의 중력이 작용하므로 A가 정지한 지점에서 탄성력과 중력의 합력은 0이다. 이때 용수철이 늘어난 길이를 x 라고 하면 $kx = Mg$ 에서 $x = \frac{Mg}{k}$ 이다.