I

힘과 에너지

A 평형과 안정성
1 평형
2 물체의 평형
3 구조물의 안정성

B 가속도 법칙
1 속도와 가속도
2 관성 법칙
3 가속도 법칙

C 등가속도 운동
고난도 대비
✪ 고난도 대비 문제 특강
Special 통합과학 연계 수능 기출 문제

D 작용 반작용과 운동량 보존
1 작용 반작용 법칙
2 운동량 보존
Special 통합과학 연계 수능 기출 문제

E 역학적 에너지 보존
1등급 대비
1 일과 에너지의 관계
2 역학적 에너지 보존 법칙
✪ 1등급 대비 문제 특강

F 열과 에너지
1 역학적 에너지가 보존되지 않는 경우
2 열과 일의 관계
3 에너지 보존
Special 통합과학 연계 수능 기출 문제

G 열효율
Special 통합과학 연계 수능 기출 문제

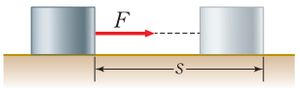


E 역학적 에너지 보존

1등급 대비 단원

1 일과 에너지의 관계

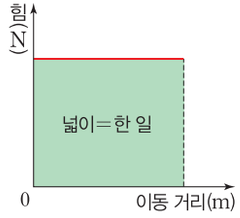
1. **일**: 물체에 힘이 작용하여 물체가 힘과 나란한 방향으로 이동하였을 때 일을 하였다고 한다.



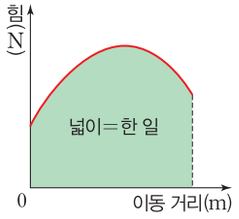
(1) **일의 양(W)**: 힘이 물체에 한 일 W의 양은 물체에 작용하는 힘 F(N)과 힘의 방향으로[1] 이동한 거리 s(m)의 곱으로 나타난다.

> **일 = 힘 × 이동 거리, $W = Fs$** [단위: 줄(J),[2] N·m]

(2) **힘-이동 거리 그래프와 일**: 힘과 이동 거리의 곱은 한 일의 양이다. 힘과 이동 거리의 관계 그래프에서 그래프 아래의 넓이는 힘이 한 일의 양을 의미한다.[3]



▲ 힘의 크기가 일정할 때



▲ 힘의 크기가 일정하지 않을 때

2. **운동 에너지(E_k)**: 운동하는 물체가 가지는 에너지[4]

(1) **운동 에너지의 크기**: 물체의 질량 m(kg)과 속력 v(m/s)의 제곱에 각각 비례한다.

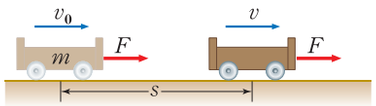
> $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ [단위: 줄(J)[5]]

(2) **일 · 운동 에너지 정리**: 물체에 작용한 알짜힘이 한 일 W은 물체의 운동 에너지 변화량 ΔE_k과[6] 같다.

> $W = Fs = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = \Delta E_k$

운동 에너지를 구할 때 질량의 단위가 kg, 속력의 단위가 m/s인지 확인하고, 이와 다를 경우에는 단위를 kg과 m/s로 바꾼 후에 구해야 한다.

(3) **일과 운동 에너지의 관계**: 속도 v_0으로 운동하는 질량 m인 물체에 운동 방향으로 일정한 크기의 알짜힘 F가 작용하여 거리 s만큼 이동하였을 때 속도가 v가 되는 경우, 물체는 등가속도 직선 운동을 한다.



▲ 알짜힘 F가 물체에 한 일 = 물체의 운동 에너지 변화량

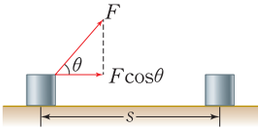
① 물체의 가속도: $a = \frac{F}{m}$

② 등가속도 직선 운동 식에 적용: $2as = v^2 - v_0^2$ ➡ $as = \frac{1}{2}(v^2 - v_0^2)$

③ 알짜힘 F가 한 일: $W = Fs = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = mas = \frac{m}{2}(v^2 - v_0^2)$

1 힘의 방향과 이동 방향이 이루는 각이 θ일 때

물체에 크기가 F인 힘을 수평면과 θ의 각을 이루며 작용하여 수평 방향으로 s만큼 이동하였을 때 힘이 물체에 한 일은 $W = Fs\cos\theta$이다.



- **힘과 물체의 이동 방향이 같을 때**: $\cos\theta = 1$이므로 W는 (+)이다.
  ➡ $W = Fs$
- **힘과 물체의 이동 방향이 반대일 때**: $\cos\theta = -1$이므로 W는 (−)이다.
  ➡ $W = -Fs$

2 줄(J)

1 J은 1 N의 힘이 물체에 작용하여 1 m 이동하였을 때 한 일의 양이다.
➡ 1 J = 1 N·m

3 힘이 한 일이 0인 경우

- 물체에 작용하는 힘이 0일 때
- 물체의 이동 거리가 0일 때
- 힘의 방향과 물체의 이동 방향이 수직일 때

4 에너지

일을 할 수 있는 능력으로 에너지를 가진 물체는 일을 할 수 있다.
예 운동 에너지, 위치 에너지, 전기 에너지, 빛에너지 등

5 일과 에너지의 단위

일과 에너지가 서로 같은 단위인 J을 사용하고 있다는 것은 일과 에너지가 서로 전환 가능한 물리량이라는 것을 의미한다.

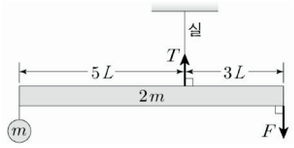
6 운동 에너지 변화량

- **알짜힘과 이동 방향이 같은 방향일 때**: 일의 양이 (+)이므로 운동 에너지는 증가한다.
- **알짜힘과 이동 방향이 반대 방향일 때**: 일의 양이 (−)이므로 운동 에너지는 감소한다.

✪ 돌림힘

돌림힘의 평형과 힘의 평형을 이용하여 장력과 힘의 크기를 알아보자. (단, 중력 가속도는 g이며, 막대의 밀도는 균일하고 막대의 두께와 폭, 실의 질량은 무시한다.)

그림과 같이 길이가 $8L$이고 질량이 $2m$인 막대가 왼쪽 끝으로부터 $5L$만큼 떨어진 지점에서 천장에 연결된 실에 매달려 수평을 이루며 정지해 있다. 막대의 왼쪽 끝에는 질량이 m인 물체가 실에 매달려있고, 막대의 오른쪽 끝에는 크기가 F인 힘이 작용하고 있다. 천장에 연결된 실이 막대를 당기는 힘의 크기는 T이다.



〈2021 대비 6월 모평 15 / 물Ⅱ(고3)〉

| 자료 분석 과정 |

step 1 돌림힘의 평형을 이용하여 F 구하기

- 장력 T가 작용하는 지점을 회전축으로 설정하면 장력 T의 작용선이 회전축을 지나므로 장력 T에 의한 돌림힘은 0이 된다.
- 막대가 정지해 있으므로 돌림힘의 평형이 성립한다.

$5L\times mg+L\times 2mg-3L\times F=0$

➡ 따라서 $F=\frac{7}{3}mg$이다.

step 2 힘의 평형을 이용하여 T 구하기

- 막대가 정지해 있으므로 연직 방향의 힘의 평형이 성립한다.

➡ $T-(mg+2mg+F)=0$이므로 $T=3mg+F$이다.

step 3 F를 대입하여 T 구하기

- step 1에서 구한 $F=\frac{7}{3}mg$를 대입하면

$T=3mg+\frac{7}{3}mg=\frac{16}{3}mg$이다.

| 자료 결과 및 해석 |

① 막대가 정지해 있으므로 돌림힘의 평형과 힘의 평형이 모두 성립하며 힘의 합과 돌림힘의 합은 각각 0이다.

② 장력 T가 작용하는 지점을 회전축으로 설정하면 장력에 의한 돌림힘이 0이 된다.

③ 돌림힘은 힘의 크기와 회전축에서 힘의 작용선까지의 수직거리의 곱으로 구한다.

④ 돌림힘의 평형식을 세우면 $F=\frac{7}{3}mg$이다.

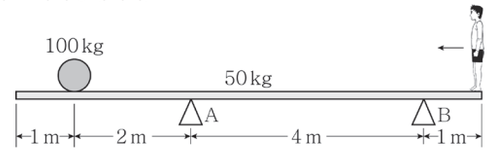
⑤ 힘의 평형식은 $T=3mg+F$이다.

⑥ 장력은 $T=\frac{16}{3}mg$이다.

✪ 역학적 평형

힘의 평형과 돌림힘의 평형을 이용하여 받침대가 나무판을 떠받치는 힘과 철수의 이동 가능한 최대 거리를 알아보자. (단, 중력 가속도 g는 $10\ \mathrm{m/s^2}$이고 나무판의 밀도는 균일하며 나무판의 두께와 폭, 철수의 크기는 무시한다.)

그림과 같이 두 받침대 A, B 위에 놓인 길이 8 m, 질량 50 kg인 직육면체 나무판 위에 질량 100 kg인 물체가 정지해 있고 오른쪽 끝에 철수가 서 있는 상태에서 나무판이 수평을 유지하고 있다. 이때 A가 나무판을 떠받치는 힘의 크기는 B가 나무판을 떠받치는 힘의 크기의 3배이다.



〈수능 대비 기출〉

| 자료 분석 과정 |

step 1 돌림힘의 평형 구하기

- B가 주는 힘을 F라 하고, 철수가 위치한 곳을 회전축으로 놓으면

$F\times 1\ \mathrm{m}+3F\times 5\ \mathrm{m}-(4\ \mathrm{m}\times 50\ \mathrm{kg}+7\ \mathrm{m}\times 100\ \mathrm{kg})\times 10\ \mathrm{m/s^2}=0$이다.

따라서 $F=\frac{2250}{4}\ \mathrm{N}$이다. …… 식 (1)

step 2 철수의 질량 구하기

- 나무판, 물체, 철수 전체가 힘의 평형을 이루고 있으므로 철수의 질량을 M이라고 하면 $4F-(100\ \mathrm{kg}+50\ \mathrm{kg}+M)\times 10\ \mathrm{m/s^2}=0$이다.

식 (1)의 $F=\frac{2250}{4}\ \mathrm{N}$을 대입하면 $M=75\ \mathrm{kg}$이다.

step 3 철수의 이동 거리 최댓값 구하기

- 수평 상태가 깨지는 상태는 B의 수직항력이 0이 되는 순간이다.
  따라서 철수의 이동 거리 최댓값은 B의 수직항력이 0이 되는 지점이 된다.
- 철수가 왼쪽으로 이동하여 돌림힘의 평형이 깨진다면 나무판은 A를 기준으로 반시계방향으로 회전하게 된다.
  이때, B는 나무판과 접촉하지 않게 되므로, B를 제외한 A, 물체, 철수, 나무판의 돌림힘의 평형식을 통해 이동거리 최대값을 구해야한다.
- 철수가 왼쪽으로 이동한 거리를 k라고 하자. 나무판이 수평을 유지할 수 있는 한계에서는 B가 나무판에 작용하는 수직항력이 0이 된다. 이때 A를 회전축으로 하여 돌림힘의 평형을 적용하면 $k=3\ \mathrm{m}$이다.

$100\ \mathrm{kg}\times g\times 2\ \mathrm{m}-75\ \mathrm{kg}\times g\times(5-k)\ \mathrm{m}-50\ \mathrm{kg}\times g\times 1\ \mathrm{m}=0$이다.

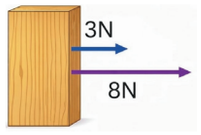
| 자료 결과 및 해석 |

① 받침대 B가 나무판을 떠받치는 힘 $F=\frac{2250}{4}\ \mathrm{N}$이고 철수의 질량은 75 kg이다.

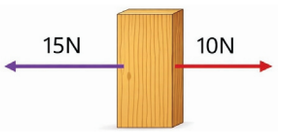
② 철수가 왼쪽으로 이동하여 나무판이 막 기울기 시작하는 순간에는 받침대 B가 나무판을 떠받치는 힘이 0이 된다. 그 결과, 철수가 이동할 수 있는 최대 거리는 3 m이다.

1 평형

01 다음 물체의 알짜힘의 크기와 방향을 구하시오.

(1) 

알짜힘의 크기: (1)
알짜힘의 방향: (2)

(2) 

알짜힘의 크기: (3)
알짜힘의 방향: (4)

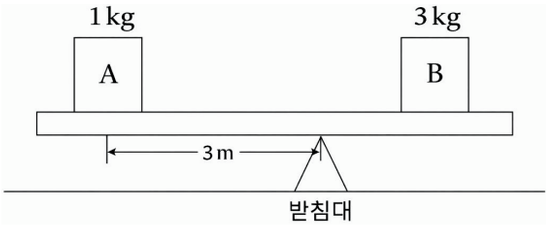
02 다음은 힘의 평형과 돌림힘의 평형에 대한 설명이다. 옳은 것은 ○, 틀린 것은 ×표 하시오.

(1) 물체가 정지 상태에 있으면 알짜힘은 0이다. (5 ○, ×)
(2) 물체가 일정한 빠르기로 회전할 경우 물체에 작용하는 알짜 돌림힘은 0이다. (6 ○, ×)
(3) 돌림힘의 단위는 N·m로 일의 단위 J과 함께 쓸 수 있다. (7 ○, ×)

03 다음은 돌림힘에 대한 설명이다. 빈칸에 알맞은 말을 고르시오.

(1) 돌림힘의 크기는 회전 팔의 길이가 (8 길 / 짧을)수록, 힘이 (9 클 / 작을)수록 크다.
(2) 여닫이 문을 열 때 팔 길이가 짧을수록 (10 큰 / 작은) 힘으로 밀어야 문을 열 수 있다.

04 다음은 막대 위에 있는 질량 1 kg인 물체 A와 질량 3 kg인 물체 B가 수평을 유지한 모습을 나타낸 것이다. 받침점으로부터 물체 A까지의 거리는 3 m이다. (단, 중력 가속도는 10 m/s²이며, 막대와 받침점의 질량, 물체의 크기, 모든 마찰은 무시한다.)



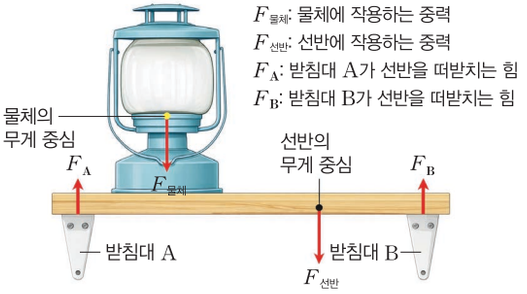
(1) 받침점으로부터 물체 B까지의 거리는 (11)이다.
(2) 받침점을 회전축으로 할 때 A에 의한 돌림힘의 크기는 (12)이다.

2 물체의 평형 ~ 3 구조물의 안정성

05 빈칸에 알맞은 말을 쓰시오.

(1) 물체가 역학적 평형(평형 상태)을 유지하려면 (13)과 (14)을 동시에 만족해야 한다.
(2) (15)은 물체를 이루는 입자들의 전체 무게가 한 곳에 작용한다고 볼 수 있는 점이다.
(3) 물체의 무게 중심 위치가 (16)수록 안정성이 크다.
(4) 밀도가 균일하고 대칭인 물체는 물체의 (17)에 무게 중심이 있다.

06 다음은 선반 위에 올라간 물체가 수평을 유지하고 있는 모습과 선반과 물체에 작용하는 힘의 종류를 나타낸 것이다. 빈칸에 알맞은 말을 쓰시오.



물체가 회전하지 않고 정지해있으므로 물체와 선반은 역학적 평형 상태이다. 역학적 평형을 위해 먼저 힘의 평형을 이루어야 하므로, $F_{물체}+F_{선반}=$(18)이다.
돌림힘의 평형을 이루고 있기 때문에, 선반의 무게 중심을 회전축으로 잡으면, 시계 반대 방향으로 작용하는 (19), (20)에 의한 돌림힘의 합과 시계 방향으로 작용하는 (21)에 의한 돌림힘의 합이 같아야 한다.

07 다음은 역학적 평형(평형 상태)에 대한 설명이다. 옳은 것은 ○, 틀린 것은 ×표 하시오.

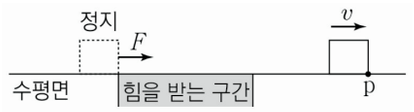
(1) 물체에 작용하는 알짜힘이 0이면 물체는 회전하지 않는다. (22 ○, ×)
(2) 물체의 바닥면이 넓을수록 물체의 안정성이 커진다. (23 ○, ×)
(3) 안정성이 클수록 물체를 넘어뜨리기 위해 기울여야 하는 각도가 커진다. (24 ○, ×)

❖ 정답 – 문제편 277p

1 일과 에너지의 관계

E01 ★★☆ 2023 실시 9월 학평 11 / 물 I (고2)

그림과 같이 수평면 위에 정지해 있던 물체에 크기가 F인 일정한 힘이 수평면과 나란하게 작용한다. 힘을 받는 구간을 지난 후 수평면 위의 점 p에서 물체의 속력은 v이다.



정지해 있던 물체에 작용하는 힘의 크기만을 $3F$로 변화시켰을 때 p에서 물체의 속력은? (단, 물체의 크기, 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.) [2점]

① $\sqrt{2}v$ ② $\sqrt{3}v$ ③ $2v$ ④ $3v$ ⑤ $9v$

2 역학적 에너지 보존 법칙

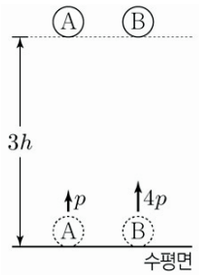
유형 01 연직 상방(하방) 운동하는 경우

단서 연직 상방(하방) 운동 상황에서 운동하는 물체의 높이와 에너지가 제시되어 있다.

발상 역학적 에너지 보존 법칙을 적용하여 물체의 속력과 에너지를 추론할 수 있다.

E02 ★★☆ 2025 실시 9월 학평 9 / 물 I (고2)

그림과 같이 수평면에서 연직 위로 던져진 물체 A, B가 높이 $3h$인 최고점에 도달하였다. 수평면에서 A, B의 운동량의 크기는 각각 p, $4p$이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물체의 크기 및 공기 저항은 무시한다.) [2점]

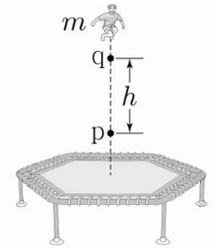
[보기]

ㄱ. 수평면에서의 속력은 A가 B의 4배이다.
ㄴ. 질량은 B가 A의 4배이다.
ㄷ. 수평면으로부터 높이 $2h$인 지점에서의 운동 에너지는 B가 A의 4배이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

E03 ★★☆ 2025 실시 10월 학평 3 / 물 I (고2) 변형

그림과 같이 트램펄린으로부터 힘을 받은 질량이 m인 사람이 연직 위 방향으로 운동하고 있다. 점 p, q에서 사람의 운동 에너지는 각각 E_p, E_q이고, p와 q의 높이 차는 h이다.



사람이 p에서 q까지 운동하는 동안, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는 g이고, 사람의 크기, 공기 저항은 무시한다.) [1.5점]

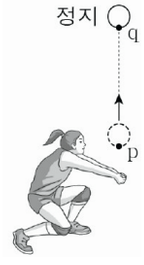
[보기]

ㄱ. 사람의 중력에 의한 위치 에너지는 p에서가 q에서보다 크다.
ㄴ. 사람의 역학적 에너지는 p에서와 q에서가 같다.
ㄷ. $E_p - E_q = mgh$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

E04 ★★☆ 2024 실시 10월 학평 10 / 물 I (고2)

그림은 선수가 받아 올린 공이 연직 위 방향으로 운동하여 점 p를 지나 점 q에서 정지한 순간을 나타낸 것이다. p에서 공의 운동 에너지는 E_0이다. 공이 p에서 q까지 운동하는 동안, 공에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 공의 크기와 공기 저항은 무시한다.) [1.5점]



[보기]

ㄱ. 속력이 감소한다.
ㄴ. 역학적 에너지는 일정하다.
ㄷ. 중력에 의한 위치 에너지 증가량은 E_0이다.

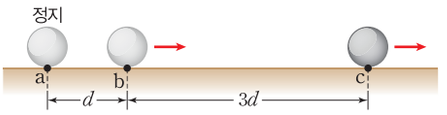
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

❖ 정답 및 해설 58 ~ 59p

서술형 · 단답형 문제

C14 ★☆☆

그림은 수평면에서 점 a에 정지해 있던 물체가 점 b, c를 차례로 지나는 등가속도 직선 운동을 하는 것을 나타낸 것이다. a와 b, b와 c 사이의 거리는 각각 d, $3d$이다. 물체가 a에서 b까지 운동하는 데 걸린 시간은 T이다.

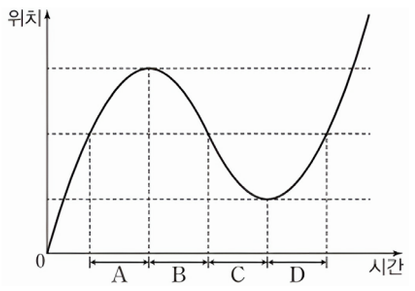


(1) 물체가 b에서 c까지 운동하는 데 걸린 시간을 구하시오. 단답형

(2) 풀이 과정을 서술하시오. 서술형

C15 ★★☆

그림은 직선상에서 운동하는 물체의 위치를 시간에 따라 나타낸 것이다. 물체는 구간 A, B, C, D에서 각각 등가속도 운동을 한다.

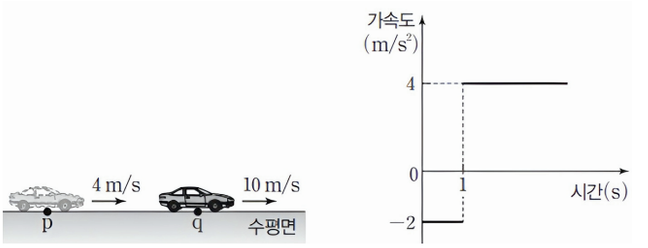


(1) 모든 구간에서 운동 방향은 총 몇 번 변하는지 쓰시오. 단답형

(2) 가속도의 방향과 운동 방향이 같은 구간을 쓰고, 그렇게 판단한 이유를 서술하시오. 서술형

C16 ★★☆

그림은 자동차가 0초일 때 4 m/s로 점 p를 통과한 후 10 m/s로 q를 통과하는 모습을 나타낸 것이다. 그래프는 자동차의 가속도를 시간에 따라 나타낸 것이다.

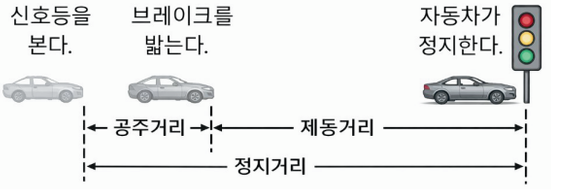


(1) 1초 뒤 자동차의 속력은 얼마인지 쓰시오. 단답형

(2) 자동차가 p를 통과한 후 몇 초 뒤에 q에 도달하는지 쓰고, 그렇게 판단한 이유를 서술하시오. 서술형

C17 ★★☆

그림은 질량이 m인 자동차가 속력 v로 등속 직선 운동을 하다가 운전자가 신호등의 빨간 불을 보고 t초 후 반응하여 브레이크를 밟아 일정한 크기의 힘 F로 제동하여 정지한 것을 나타낸 것이다.



(1) 자동차의 운동을 속도—시간 그래프로 표현하고 공주 거리와 제동 거리를 나타내시오. 단답형

(2) 자동차의 정지 거리는 공주 거리와 제동 거리의 합으로 구할 수 있다. 자동차의 정지 거리를 풀이 과정과 함께 구하시오. 서술형

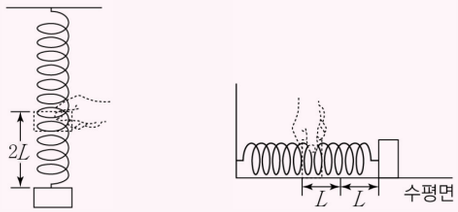
❖ 정답 및 해설 32~34p

역학적 에너지 보존 법칙

• 이 유형은 탄성에 의한 위치 에너지와 중력에 의한 위치 에너지 및 역학적 에너지 보존 법칙을 이용하여 물체의 최대 속력을 구하는 형태로 주로 출제된다.

그림 (가)는 용수철에 물체를 연결하여 용수철이 원래 길이일 때 물체를 가만히 놓았더니, 물체가 $2L$만큼 낙하했을 때 물체의 속력이 0이 된 모습을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 수평면에서 (가)의 물체를 연결한 용수철을 원래 길이에서 L만큼 압축시켜 물체를 가만히 놓았더니, 용수철이 원래 길이에서 L만큼 늘어났을 때 물체의 속력이 0이 된 모습을 나타낸 것이다. 용수철 상수는 (가)와 (나)에서 같다.

2023 실시 9월 학평 20 / 물 I (고2)



(가) (나)

(가), (나)에서 물체의 최대 속력이 각각 v_1, v_2일 때, $v_1 : v_2$는? (단, 물체의 크기, 용수철의 질량, 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.) [2.5점]

① 1 : 1 ② 1 : 2 ③ 1 : 4 ④ 2 : 1 ⑤ 4 : 1

단서+발상

단서 원래 길이일 때 물체를 놓으면 $2L$만큼 낙하하여 속력이 0이 된다는 상황이 제시되어 있다.

발상 중력에 의한 위치 에너지 감소량만큼 탄성에 의한 위치 에너지가 증가함을 추론할 수 있다.

적용 역학적 에너지 보존 법칙을 적용하여 mg와 kx사이의 관계를 구하는 것부터 문제 풀이를 시작해야 한다.

| 문제 해결 과정 |

step 1 (가)의 상황에 역학적 에너지 보존 법칙을 적용한다.

• 용수철이 원래 길이일 때 물체를 가만히 놓았으므로 탄성에 의한 위치 에너지는 0, 운동 에너지도 0이다.
➡ 원래 길이일 때를 중력에 의한 위치 에너지의 기준점으로 정하면 중력에 의한 위치 에너지도 [1] 이다.

• 물체가 $2L$만큼 낙하하여 속력이 0이 되면 중력에 의한 위치 에너지는 $2mgL$만큼 감소하고 탄성에 의한 위치 에너지는 $\frac{1}{2}k(2L)^2$만큼 증가하므로 역학적 에너지 보존 법칙에 의해 $2mgL=\frac{1}{2}k(2L)^2$이다.
이를 정리하면 $mgL=$ [2] 이다.

step 2 (가)에서 속력이 최대인 순간을 찾는다.

• 용수철에 매달려 연직 방향으로 운동하는 물체의 경우 중력과 탄성력이 평형을 이루는 지점에서 운동 에너지가 최대가 되므로 $mg=kL$일 때가 속력이 최대인 순간이다.
역학적 에너지 보존 법칙을 적용하면
$0=\frac{1}{2}mv_1^2-mgL+\frac{1}{2}kL^2$이다. 이 식에 $mgL=kL^2$를 대입하여 정리하면 $\frac{1}{2}mv_1^2=$ [3] 이다.

step 3 (나)에서 속력이 최대인 순간을 찾는다.

• 용수철에 매달려 수평 방향으로 운동하는 물체의 경우 탄성력이 0인 지점에서 운동 에너지가 최대가 된다.
용수철의 길이가 L만큼 변했을 때와 원래 길이일 때 역학적 에너지 보존 법칙을 적용하면 $\frac{1}{2}kL^2=$ [4] 이다.

| 선택지 분석 |

① (가)에서 $\frac{1}{2}mv_1^2=\frac{1}{2}kL^2$이고 (나)에서 $\frac{1}{2}mv_2^2=\frac{1}{2}kL^2$이다.
즉, 물체가 최대 속력일 때 운동 에너지가 같으므로 $v_1 : v_2=1 : 1$이다.

∴ 정답은 ① 1 : 1이다.

*** 역학적 에너지와 탄성 에너지**

• 역학적 에너지는 운동 에너지, 중력에 의한 위치 에너지, 탄성에 의한 위치 에너지의 합이다.

• **탄성에 의한 위치 에너지**: 용수철 상수 k와 늘어난 길이의 제곱 x^2에 비례한다.
$$E_p=\frac{1}{2}kx^2$$

• **탄성력의 크기**: 용수철 상수 k와 늘어난 길이 x에 비례한다.
$$F=kx$$

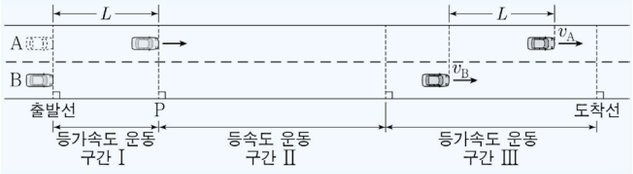
☑ 이 유형을 대비하기 위해서는 물체의 역학적 에너지가 보존됨을 알고 용수철과 물체의 힘의 평형점을 찾고 평형점에서 물체의 속력이 최대인 것을 찾아낼 수 있어야 한다.

[정답] 1 0 2 kL^2 3 $\frac{1}{2}kL^2$ 4 $\frac{1}{2}mv_2^2$

등가속도 운동

• 이 유형은 가속도 운동하는 물체를 통해 속력의 변화량, 가속도의 크기와 방향을 구하는 형태로 주로 출제된다.

그림과 같이 직선 도로에서 출발선에 정지해 있던 자동차 A, B가 구간 Ⅰ에서는 가속도의 크기가 $2a$인 등가속도 운동을, 구간 Ⅱ에서는 등속도 운동을, 구간 Ⅲ에서는 가속도의 크기가 a인 등가속도 운동을 하여 도착선에서 정지한다. A가 출발선에서 L만큼 떨어진 기준선 P를 지나는 순간 B가 출발하였다. 구간 Ⅲ에서 A, B 사이의 거리가 L인 순간 A, B의 속력은 각각 v_A, v_B이다. 2024 대비 6월 모평 18 / 물Ⅰ (고3)



$\frac{v_A}{v_B}$는? [2.5점]

① $\frac{1}{4}$ ② $\frac{1}{3}$ ③ $\frac{1}{2}$ ④ $\frac{2}{3}$ ⑤ 1

단서+발상

단서 문제에서 구간 Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ에서 A와 B의 운동이 주어졌다.
발상 A가 P를 통과하는 순간 B가 출발한다.
적용 등속도 운동과 등가속도 운동의 개념을 적용하여 문제를 해결한다.

| 문제+자료 분석 |

step 1 구간 Ⅰ, Ⅱ에서 A, B의 운동을 분석한다.

- Ⅰ에서 A, B의 가속도의 방향은 운동 방향과 같으므로 A, B의 속력은 [1] 한다.
- Ⅰ과 Ⅱ의 경계선을 통과하는 순간 자동차의 속력은 A와 B가 같다.
- A, B가 출발선에서 출발한 후 P까지 이동하는 데 걸린 시간을 t_1, Ⅰ을 빠져나오는 순간의 속력을 v_1이라고 하자.
  Ⅰ에서 A, B의 가속도의 크기는 [2] 이므로
  $v_1=2at_1$ …… 식 (1), $v_1^2=4aL$ …… 식 (2)이다.

step 2 구간 Ⅲ에서 A, B의 운동을 분석한다.

- A, B가 Ⅱ와 Ⅲ의 경계선을 통과하는 순간의 속력은 v_1이다.
- A, B가 Ⅲ에 들어온 순간부터
  A, B의 속력이 v_A, v_B가 될 때까지 걸린 시간을 각각 t_A, t_B라고 하자.
  Ⅲ에서 A, B의 가속도의 크기는 [3] 이므로
  $a=\frac{v_1-v_A}{t_A}$ …… 식 (3)이고, $a=\frac{v_1-v_B}{t_B}$ …… 식 (4)이다.
- A가 P를 통과한 후 t_1이 지난 후 B가 P를 통과한다.
  A가 Ⅱ와 Ⅲ의 경계선을 통과한 후 t_1이 지난 후 B가 Ⅱ와 Ⅲ의 경계선을 통과한다.

| 선택지 분석 |

② $t_A-t_B=t_1$ …… 식 (5)이므로 (4), (5)를 정리하면,
$a=\frac{v_1-v_B}{t_B}=\frac{v_1-v_B}{t_A-t_1}$ …… 식 (6)이다.

식 (1), (3)을 정리하면, $\frac{v_1-v_A}{t_A}=\frac{v_1}{2t_1}$에서
$2v_1t_1-2v_At_1=v_1t_A$ …… 식 (7)이고, 식 (1), (6)을 정리하면,
$\frac{v_1-v_B}{t_A-t_1}=\frac{v_1}{2t_1}$에서 $3v_1t_1-2v_Bt_1=v_1t_A$ …… 식 (8)이다.

식 (7)−식 (8)$=v_B-v_A=\frac{1}{2}v_1$ …… 식 (9)이다.

A, B의 속력이 v_A, v_B인 지점에서 도착선까지의 거리를 각각 x_A, x_B라 하면 $x_B-x_A=$ [4] 이다.
도착선에서 A, B의 속력은 0이므로 $v_A^2=2ax_A$이고, $v_B^2=2ax_B$이다.
따라서 식 (2)에 의해 $v_B^2-v_A^2=2aL=\frac{1}{2}v_1^2$ …… 식 (10)이다.

식 (9), (10)을 정리하면
$(v_B-v_A)(v_B+v_A)=\frac{1}{2}v_1(v_B+v_A)=\frac{1}{2}v_1^2$이므로
$v_B+v_A=v_1$ …… 식 (11)이다.
식 (9), (11)을 정리하면, $v_A=$ [5] v_1이고 $v_B=$ [6] v_1이다.

따라서 $\frac{v_A}{v_B}=\frac{1}{3}$이다.

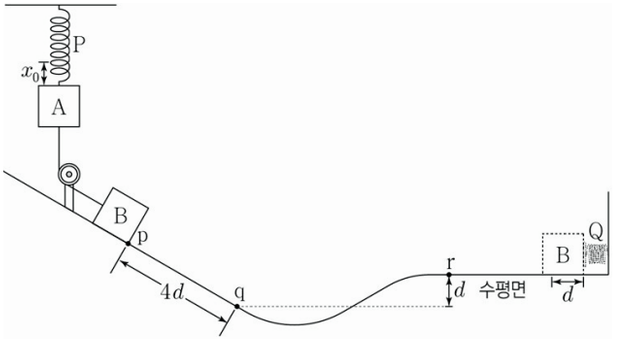
∴ 정답은 ② $\frac{1}{3}$이다.

☑ 이 유형을 대비하기 위해서는 물체가 가속도 운동을 하고 있음을 알고 가속도의 크기와 방향, 속력의 변화량을 연관지어 구하고자 하는 값을 찾아낼 수 있어야 한다.

[정답] 1 증가 2 $2a$ 3 a 4 L 5 $\frac{1}{4}$ 6 $\frac{3}{4}$

E24 1등급 대비 2025 실시 9월 학평 20 / 물 I (고2)

그림과 같이 동일한 물체 A, B를 실로 연결하여 A를 용수철 P에 매달았더니 P가 원래 길이에서 연직 방향으로 x_0만큼 늘어나 빗면 위의 점 p에서 B가 정지하였다. 실을 끊으면 B는 빗면 위의 점 q와 수평면 위의 점 r를 지나 수평면 위에 놓인 용수철 Q를 원래 길이에서 최대 d만큼 압축한다. p와 q 사이의 거리는 $4d$이고, q와 r 사이의 높이차는 d이다. q에서 r까지 운동하는 동안 B의 중력에 의한 위치 에너지 변화량의 크기는 q에서 B의 운동 에너지의 $\frac{1}{2}$배이다. P, Q의 용수철 상수는 같다.

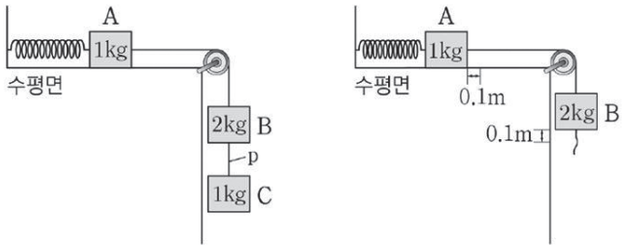


x_0는? (단, 물체의 크기, 실과 용수철의 질량, 공기 저항과 모든 마찰은 무시한다.) [2점]

① $\frac{3}{8}d$ ② $\frac{3}{4}d$ ③ $\frac{4}{5}d$ ④ $\frac{5}{6}d$ ⑤ d

E25 1등급 대비 2022 실시 9월 학평 20 / 물 I (고2)

그림 (가)와 같이 용수철 상수가 100 N/m인 용수철과 연결된 물체 A에 물체 B, C가 실로 연결되어 정지해 있다. A, B, C의 질량은 각각 1 kg, 2 kg, 1 kg이다. 그림 (나)는 (가)에서 실 p를 끊은 후 A, B가 0.1 m 만큼 이동한 순간의 모습을 나타낸 것이다.

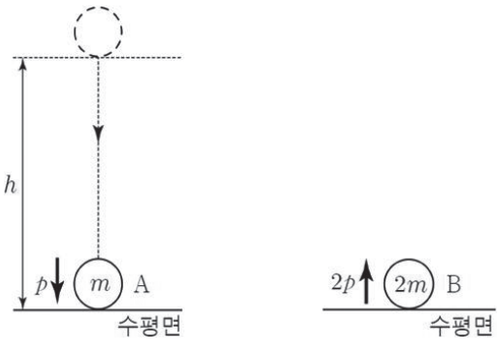


(나)에서 A의 속력은? (단, 중력 가속도는 10 m/s^{2}이고, 실과 용수철의 질량, 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.) [2.5점]

① $\frac{1}{\sqrt{3}}$ m/s ② $\frac{1}{\sqrt{2}}$ m/s ③ 1 m/s
④ $\sqrt{2}$ m/s ⑤ $\sqrt{3}$ m/s

E26 1등급 대비 2022 실시 6월 학평 19 / 물 I (고2)

그림 (가)는 높이 h에서 질량이 m인 물체 A를 가만히 놓아 수평면에 도달하는 순간 운동량의 크기가 p인 모습을, (나)는 질량이 $2m$인 물체 B를 수평면에서 운동량의 크기가 $2p$로 연직 위 방향으로 던진 순간의 모습을 나타낸 것이다. 수평면에서 중력에 의한 위치 에너지는 0이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 공기 저항, 물체의 크기는 무시한다.) [2.5점]

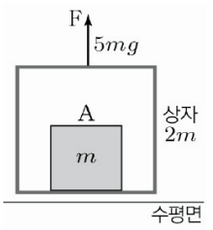
[보기]

ㄱ. B의 최고점 높이는 h이다.
ㄴ. 던진 순간부터 수평면에 되돌아올 때까지 B의 운동량 변화량은 0이다.
ㄷ. A가 수평면에 도달했을 때의 역학적 에너지는 B가 최고점에 도달했을 때의 중력에 의한 위치 에너지의 $\frac{1}{2}$배이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

C18 고난도 2024 실시 9월 학평 4 / 물 Ⅰ (고2)

그림과 같이 질량이 $2m$인 상자 안에 질량이 m인 물체 A가 놓여 있고, 상자에 수평면에 대해 연직 위로 크기가 $5mg$인 힘 F가 작용하여 상자와 A는 F와 나란한 방향으로 등가속도 운동을 하고 있다.

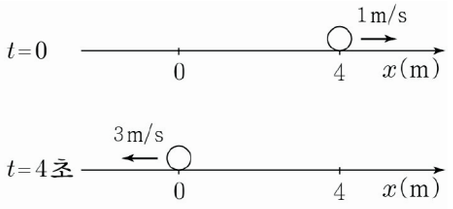


A가 상자에 작용하는 힘의 크기는? (단, 중력 가속도는 g이고, 공기 저항은 무시한다.) [2.5점]

① $\frac{6}{5}mg$ ② $\frac{5}{3}mg$ ③ $2mg$ ④ $5mg$ ⑤ $6mg$

C19 고난도 2023 실시 9월 학평 6 / 물 Ⅰ (고2)

그림과 같이 x축상에서 등가속도 운동을 하고 있는 물체가 시간 $t=0$일 때 $x=4\,\mathrm{m}$인 지점을 $+x$방향으로 $1\,\mathrm{m/s}$의 속력으로 지나고, $t=4$초일 때 $x=0$인 지점을 $-x$방향으로 $3\,\mathrm{m/s}$의 속력으로 지난다.



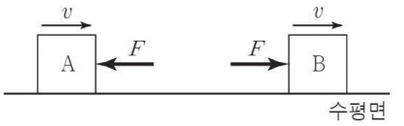
물체의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물체의 크기는 무시한다.) [2.5점]

[보기]
ㄱ. 가속도의 크기는 $1\,\mathrm{m/s^2}$이다.
ㄴ. $t=1$초일 때 속력은 0이다.
ㄷ. $t=0$부터 $t=4$초까지 이동한 거리는 5 m이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

C20 고난도 2022 실시 6월 학평 10 / 물 Ⅰ (고2)

그림은 마찰이 없는 수평면에서 오른쪽 방향으로 속력 v로 등속도 운동을 하는 질량이 같은 두 물체 A, B에 크기가 F로 일정한 힘이 A에는 왼쪽 방향으로, B에는 오른쪽 방향으로 각각 작용하는 것을 나타낸 것이다.



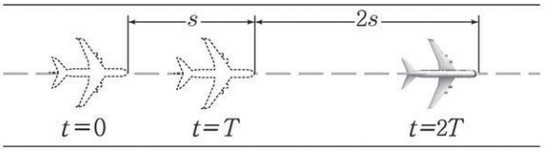
F가 작용하는 동안, 물체의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물체의 크기는 무시한다.) [2.5점]

[보기]
ㄱ. A는 가속도의 방향이 1번 바뀐다.
ㄴ. B는 등가속도 직선 운동을 한다.
ㄷ. A와 B의 가속도의 크기는 같다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

C21 고난도 2021 실시 9월 학평 2 / 물 Ⅰ (고2)

그림은 활주로에서 등가속도 직선 운동을 하는 비행기의 위치를 시간 $t=0$부터 시간 T간격으로 나타낸 것이다. $t=0$부터 $t=T$까지 이동 거리는 s, $t=T$부터 $t=2T$까지 이동 거리는 $2s$이다.



$t=0$일 때, 비행기의 속력은? [2점]

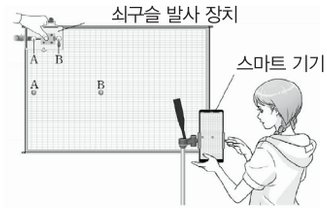
① 0 ② $\frac{s}{4T}$ ③ $\frac{s}{3T}$ ④ $\frac{s}{2T}$ ⑤ $\frac{s}{T}$

C22 ✿❀❀ 2028 대비 수능 예시 3(1차)

다음은 자유 낙하하는 물체와 수평으로 던져진 물체의 운동을 비교하는 실험이다.

[실험 과정]

(가) 그림과 같이 쇠구슬 발사 장치와 모눈종이를 설치하고 동일한 쇠구슬 A와 B를 준비한다.

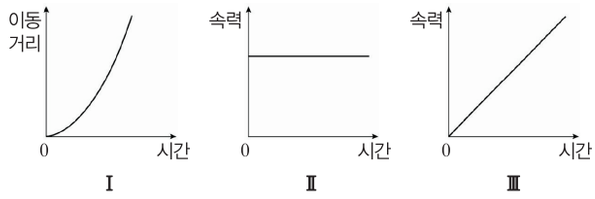


(나) 쇠구슬 발사 장치를 이용해 A를 가만히 떨어뜨리는 순간 B를 수평 방향으로 발사하고, A와 B의 운동을 스마트 기기로 촬영한다.

(다) 운동 분석 프로그램을 이용해 A, B의 시간에 따른 연직 방향과 수평 방향의 운동을 그래프로 각각 나타낸다.

[실험 결과]

Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ은 (다)의 결과 중 일부를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? [1.5점]

[보기]

ㄱ. A의 연직 방향 운동의 이동 거리를 나타낸 그래프는 Ⅰ이다.

ㄴ. B의 수평 방향 운동의 속력을 나타낸 그래프는 Ⅱ이다.

ㄷ. B의 연직 방향 운동을 나타낸 그래프는 Ⅰ과 Ⅲ이다.

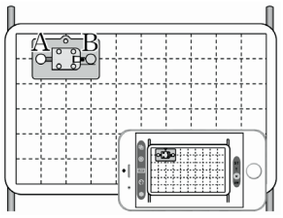
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

C23 ✿✿✿ 2028 대비 수능 예시 20(2차)

다음은 지구 표면에서 구슬의 운동에 대해 알아보는 실험이다.

[실험 과정]

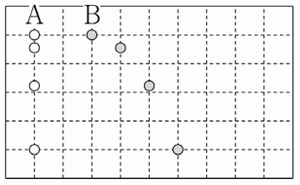
(가) 그림과 같이 모눈종이를 배경으로 구슬 A와 B의 운동을 촬영하는 실험 장치를 설치한다.



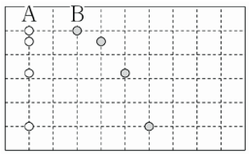
(나) A는 자유 낙하시키고, B는 수평 방향으로 v_0의 속력으로 발사한다.

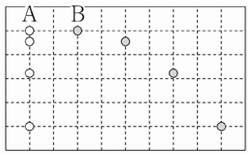
(다) 촬영된 영상을 분석하여 A와 B의 위치를 0.1s 간격으로 나타낸다.

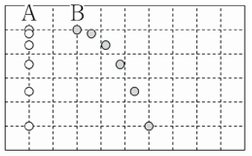
[실험 결과]

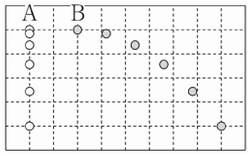


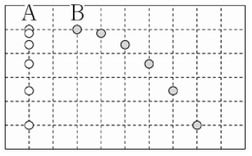
중력이 지구보다 작은 행성의 표면에서 이 실험 과정을 동일하게 수행했을 때의 결과로 가장 적절한 것은? (2.5점)

① 

② 

③ 

④ 

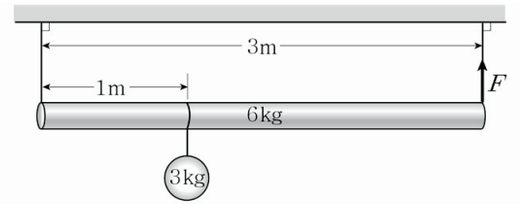
⑤ 

❖ 정답 및 해설 34~37p

A 평형과 안정성

I01 고난도 수능 대비 기출

그림과 같이 실에 매달려 수평인 상태로 정지해 있는 원기둥 모양의 막대에 물체가 매달려 있다. 막대와 물체의 질량은 각각 6 kg, 3 kg이고, 막대의 길이는 3 m이다.

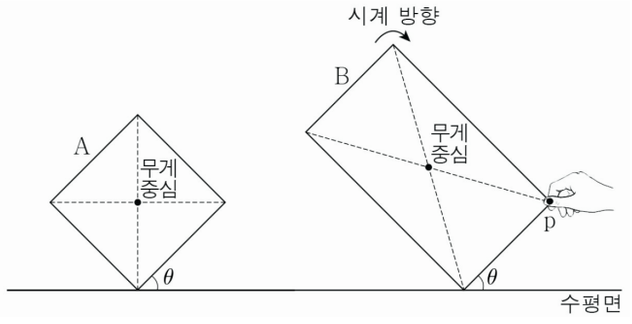


오른쪽 실이 막대를 당기는 힘 F의 크기는? (단, 중력 가속도는 $10\ \mathrm{m/s^2}$이고, 막대의 재질은 균일하다.) [2.5점]

① 30 N ② 40 N ③ 45 N ④ 50 N ⑤ 60 N

I02 ❀❀❀ 2021 실시 4월 학평 5 / 물 Ⅱ (고3)

그림과 같이 수평면에서 정사각형 나무판 A가 평형을 유지하며 정지해 있고, 직사각형 나무판 B의 한 지점 p에 연직 방향으로 힘이 작용하여 B가 평형을 유지하며 정지해 있다. A, B가 수평면과 이루는 각은 θ로 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? [2점]

[보기]

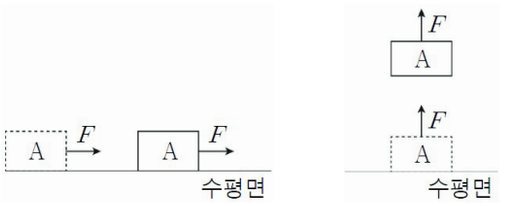
ㄱ. θ는 45°이다.
ㄴ. p에 작용하는 힘의 방향은 연직 위 방향이다.
ㄷ. p에 작용하는 힘을 제거하면 B의 회전 방향은 시계 방향이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

B 가속도 법칙 ~ C 등가속도 운동

I03 ❀❀❀ 2024 실시 6월 학평 6 / 물 Ⅰ (고2)

그림 (가), (나)는 수평면에 놓인 물체 A가 각각 수평 방향과 연직 위 방향으로 크기가 F인 일정한 힘을 받아 등가속도 직선 운동을 하는 모습을 나타낸 것이다. (가), (나)에서 A의 가속도의 크기는 각각 $3a$, a이다.

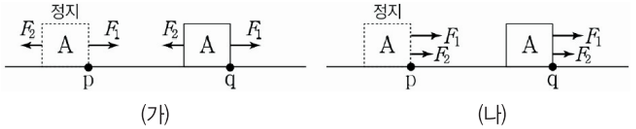


A에 작용하는 중력의 크기는? (단, A의 크기, 공기 저항과 모든 마찰은 무시한다.) [2점]

① $\frac{1}{2}F$ ② $\frac{2}{3}F$ ③ $\frac{3}{4}F$ ④ $\frac{4}{5}F$ ⑤ $\frac{5}{6}F$

I04 ❀❀❀ 2021 실시 9월 학평 3 / 물 Ⅰ (고2)

그림 (가), (나)와 같이 수평면 위의 점 p에 정지해 있던 물체 A에 수평 방향으로 크기가 F_1, F_2인 힘을 계속 작용하여 수평면 위의 점 q까지 운동시켰다. (가)에서 F_1과 F_2의 방향은 서로 반대이고, (나)에서 F_1과 F_2의 방향은 같다.



A가 p에서 q까지 운동하는 데 걸린 시간이 (가)에서가 (나)에서의 2배일 때, $\frac{F_2}{F_1}$는? (단, A의 크기, 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.) [2점]

① $\frac{1}{2}$ ② $\frac{3}{5}$ ③ $\frac{2}{3}$ ④ $\frac{3}{4}$ ⑤ $\frac{4}{5}$

❖ 정답 및 해설 95 ~ 98p

Special

★ 내신 대비 모의고사

[회별 25문항, 제한시간 40분]

★ **25문항으로 구성:** 2028학년도 수능 문항 구성 적용

★ **2022 개정 교육과정 맞춤 기출 문제로 재구성**

• **문항 배점:** 2.5점-8문항, 2점-9문항, 1.5점-8문항

1회	범위	처음부터~Ⅱ. 전기와 자기 3. 물질의 자성까지
	구성	• 고2 2025 실시 6월 학력 평가: 9문항 • 고2 최신 3개년 학력 평가 기출: 3문항 • 고3 수능 대비 기출(+변형): 13문항
2회	범위	처음부터~Ⅲ. 빛과 물질 2. 빛의 굴절까지
	구성	• 고2 2025 실시 9월 학력 평가: 14문항 • 고2 최신 3개년 학력 평가 기출: 3문항 • 고3 수능 대비 기출(+변형): 8문항
3회	범위	처음부터~Ⅲ. 빛과 물질 3. 특수 상대성 이론까지
	구성	• 고2 2024 실시 10월 학력 평가: 14문항 • 고2 최신 3개년 학력 평가 기출: 5문항 • 고3 수능 대비 기출(+변형): 6문항



1회 내신 대비 모의고사

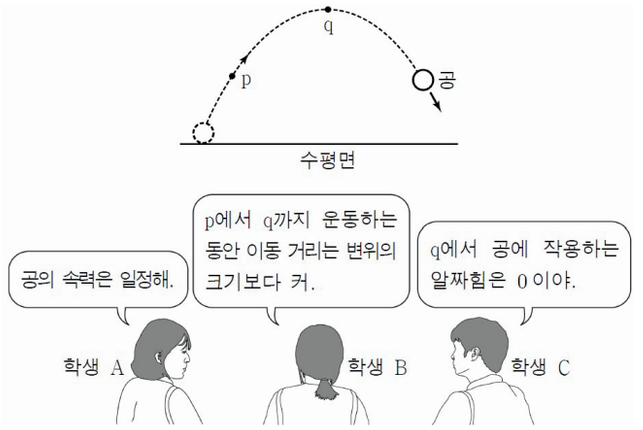
• 2.5점 – 8문항, 2점 – 9문항, 1.5점 – 8문항
• 범위: Ⅱ – 3. 물질의 자성

• 문항 수 : 25개
• 배점 : 50점
• 제한 시간 : 40분

1회 01

2025 실시 6월 학평 1 / 물 Ⅰ (고2)

그림은 수평면 위에서 비스듬히 던져진 공이 곡선 경로를 따라 운동하여 점 p, 최고점 q를 통과하는 것을 보고 학생 A, B, C가 대화하는 모습을 나타낸 것이다.



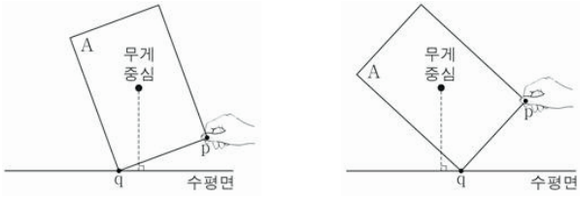
제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은? (1.5점)

① A ② B ③ A, C ④ B, C ⑤ A, B, C

1회 02

2020 실시 4월 학평 8 / 물 Ⅱ (고3)

그림 (가), (나)와 같이 수평면에 놓인 나무판 A가 각각 기울어져 평형을 유지하며 정지해 있다. (가), (나)에서 A의 한 지점 p에 작용하는 힘의 방향은 연직 방향이고, q는 수평면과 만나는 A의 한 지점이다.



(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?(단, A의 두께는 무시한다.) (2.5점)

[보기]

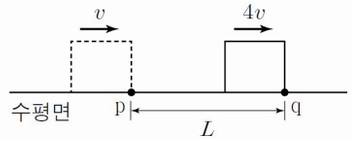
ㄱ. (가)에서 p에 작용하는 힘의 방향은 연직 위 방향이다.
ㄴ. (나)에서 수평면이 A에 작용하는 힘의 크기는 A의 무게보다 크다.
ㄷ. p에 작용하는 힘을 각각 제거했을 때, q를 회전축으로 하는 A의 회전 방향은 (가)에서와 (나)에서가 같다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

1회 03

2025 실시 6월 학평 3 / 물 Ⅰ (고2)

그림과 같이 수평면에서 일정한 속력 v로 직선 운동하던 물체가 점 p를 지나는 순간부터 등가속도 직선 운동을 하여 점 q를 속력 $4v$로 통과한다. p와 q 사이의 거리는 L이다.



물체가 p를 지나는 순간부터 q에 도달하는 순간까지 걸린 시간은? (단, 물체의 크기는 무시한다.) (1.5점)

① $\frac{L}{3v}$ ② $\frac{2L}{5v}$ ③ $\frac{L}{2v}$ ④ $\frac{2L}{3v}$ ⑤ $\frac{2L}{v}$

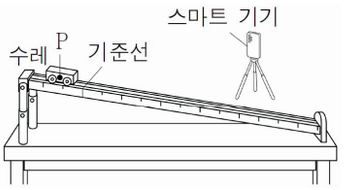
1회 04

2025 실시 6월 학평 4 / 물 Ⅰ (고2)

다음은 빗면을 내려가는 물체의 운동에 대한 실험이다.

[실험 과정]

(가) 그림과 같이 빗면 위에서 수레를 가만히 놓고, 운동하는 수레를 스마트 기기로 동영상 촬영을 한다.



(나) 촬영한 동영상을 분석하여 수레의 한 지점 P가 기준선을 통과하는 순간부터 0.1초 간격으로 P의 위치를 기록하고 평균 속도를 구한다.

[실험 결과]

시간	0	0.1 s	0.2 s	0.3 s
위치	0	2 cm	7 cm	㉠
평균 속도		㉡	㉢	80 cm/s

• 수레는 등가속도 직선 운동을 한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (2.5점)

[보기]

ㄱ. ㉠은 15 cm이다.
ㄴ. ㉡은 20 cm/s이다.
ㄷ. ㉢ – ㉡은 수레의 가속도 크기이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ