

Theme4. 역학적 에너지 보존

Chapter11. 역학적 E 보존 다양한 상황

11.1 힘의 시간적/공간적 관점

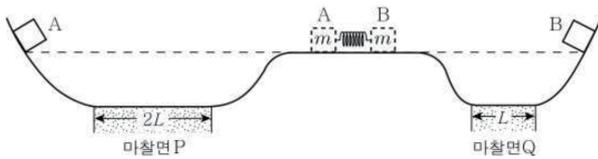
역학적 E 문제를 풀 때

힘이 작용한 시간에 대한 정보(F, t)가 제시되어 있다면 운동량 충격량을 이용하고,

힘이 작용하는 길이에 대한 정보(F, s)가 제시되어 있다면 일 에너지 정리를 써서 문제에 접근하시면 됩니다.

<예제1> [2012학년도 학평]

6. 그림과 같이 마찰이 없는 수평면에서 물체 A와 B 사이에 용수철을 넣어 압축시켰다가 동시에 가만히 놓았더니, A, B가 각각 마찰이 없는 빗면과 수평한 마찰면 P, Q에서 운동한 후 처음 높이인 최고점까지 올라갔다. A, B의 질량은 m 으로 같고, P, Q의 길이는 각각 $2L$, L 이다.



마찰면에서 A, B에 작용한 마찰력의 크기를 각각 f_A , f_B 라 할 때 $f_A : f_B$ 는? (단, 물체의 크기, 용수철의 질량, 공기 저항은 무시한다.) [3점]

- ① 1:1 ② 1:2 ③ 1:4 ④ 2:1 ⑤ 4:1

용수철에서 분리되기 전 A와 B는 정지해있으므로 운동량의 총합은 0입니다.

운동량 보존 법칙에 의해 분리 후 운동량의 총합도 0이 되어야 하므로 분리 후 A와 B의 속력은 같다는 것을 알 수 있습니다.

그럼 A와 B는 속력과 질량, 그리고 높이가 같으므로 '운동에너지'와 '중력 퍼텐셜 에너지'가 같은 것을 알 수 있습니다.

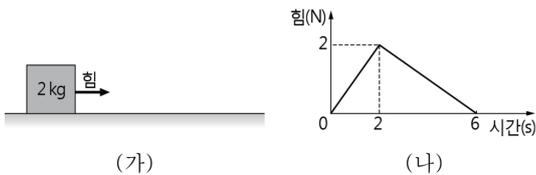
그런데 물체 A와 B는 마찰 구간을 지난 후 처음과 같은 높이에서 정지고 이는 역학적 에너지 감소량이 처음 운동에너지의 크기와 같다는 의미입니다.

따라서 A와 B는 마찰면에서 받은 일의 크기(역E 감소량)가 같아야 합니다.

답: ②

<예제2> [고2 모의고사]

3. 그림 (가)는 마찰이 없는 수평면에 정지해 있던 질량 2kg의 물체에 수평 방향으로 힘이 작용하는 모습을, (나)는 물체에 작용한 힘을 시간에 따라 나타낸 것이다.



그래프가 F-t 그래프이므로 넓이는 충격량을 의미합니다. 이 물체의 충격량 즉 운동량의 변화량은 6이고 물체의 나중 속력이 3이 됩니다.

0~6초 동안 힘이 물체에 한 일은 합력이 한 일과 같으므로 운동에너지의 변화량을 구하면 됩니다. 처음 속도가 0 나중 속도가 3이므로 답은 9J이 됩니다.

(※F-s 그래프가 아니므로 넓이가 한 일이 아님을 주의.)

0 ~ 6 초 동안 힘이 물체에 한 일은? [3점]

- ① 3J ② 9J ③ 18J ④ 27J ⑤ 36J

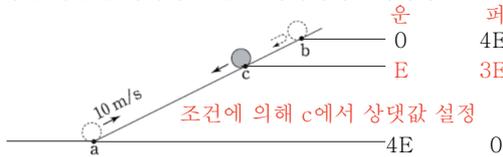
Theme4. 역학적 에너지 보존

Chapter11. 역학적 E 보존 다양한 상황

11.2 비율 관계와 역학적 에너지 비율 관계에 대한 내용은 Theme1. Chapter3 참고

<예제3> [2015학년도 모평]

그림은 질량 1kg 인 물체가 마찰이 없는 빗면의 점 a 를 지나 점 c 를 통과하여 최고점 b 에 도달한 후, 다시 c 를 지나는 순간의 모습을 나타낸 것이다. 물체가 a 에서 b 를 거쳐 c 에 도달하는 데 걸린 시간은 3초 이고, a 에서 물체의 속력은 10m/s 이며, c 에서 물체의 중력에 의한 퍼텐셜 에너지는 운동 에너지의 3배 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 (보기)에서 있는 대로 고른 것은? (단, a 에서 중력에 의한 퍼텐셜 에너지는 0 이며, 공기 저항과 물체의 크기는 무시한다.) [3점]

〈보기〉

- ㄱ. c 에서 물체의 속력은 5m/s 이다.
- ㄴ. b 에서 물체의 가속도 크기는 5m/s^2 이다.
- ㄷ. a 와 c 사이의 거리는 7m 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

O 점에서 속력이 0 인 물체가 일정한 시간 간격으로 등가속도 운동을 하는 구간인 O, A, B 에서 비율 관계를 만족합니다. ($B\sim C$ 구간은 마찰에 의해 가속도가 $O\sim B$ 구간과 다르므로 포함x)

$O\sim B$ 에서 퍼텐셜이 32J 감소하므로 $O\sim A$ 에서 8J , $A\sim B$ 에서 24J 이 감소하게 됩니다. (비율 관계에 의해)

O 점에서 운동에너지와 중력 퍼텐셜 에너지를 0 이라고 하면 오른쪽에 작성해둔 것처럼 운동에너지와 퍼텐셜 에너지를 나타낼 수 있습니다. (O, A, B 에서 역학적 에너지는 0)

마찰이 있는 빗면에서 역학적 에너지가 18J 만큼 감소하므로 역학적 에너지는 -18 이 되어야 하므로 따라서 C 에서 운동에너지는 50J

역학적 에너지는 보존되므로 b 에서는 역학적 에너지인 $4E$ 가 모두 중력 퍼텐셜 에너지, a 에서는 모두 운동에너지

중력 퍼텐셜 에너지는 높이와 비례하므로 $a\sim c$ 길이와 $c\sim b$ 길이의 비가 $1:3$ 임을 알 수 있습니다.

물체가 빗면을 올라갈 때와 내려갈 때 대칭성이 성립하므로 비율 관계에 $a\sim c, c\sim b, b\sim c$ 구간마다 걸린 시간은 동일

따라서 각 구간별 걸린 시간은 1초 입니다.

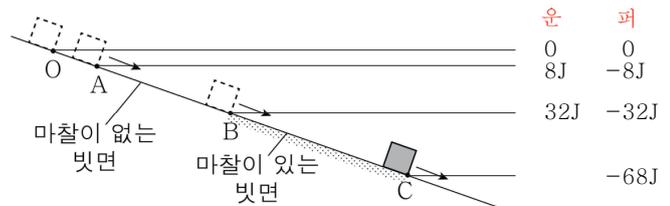
그럼 처음 2초 동안 움직인 후 b 에서 정지한 것이므로

가속도는 5m/s^2 , c 에서 속력은 5m/s 임을 알 수 있습니다. $ㄱ$ 과 $ㄴ$ 은 참. $ㄷ$ 은 7.5m 거짓

답: ③

<예제4> [2020학년도 학평]

그림과 같이 빗면 위의 점 O 에 물체를 가만히 놓았더니 물체가 일정한 시간 간격으로 빗면 위의 점 A, B, C 를 통과하였다. 물체는 $B\sim C$ 구간에서 마찰력을 받아 역학적 에너지가 18J 만큼 감소하였다. 물체의 중력 퍼텐셜 에너지 차는 O 와 B 사이에서 32J , A 와 C 사이에서 60J 이다.



C 에서 물체의 운동 에너지는? (단, 물체의 크기와 공기 저항은 무시한다.) [3점]

- ① 18J ② 28J ③ 32J ④ 42J ⑤ 50J