

물리1 실전 문제풀이를 위한 생각의 흐름

By 가불

18학년도 6월 평가원 20번 풀이

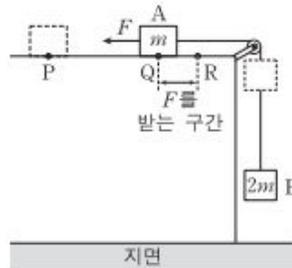
평가원이 국어말고도 탐구에서도 변별력을 확보하려는 의도를 맘껏 내비치고 있습니다. 그런 경향에 따라 이번 물리1도 쉬운 난이도로 출제되지 않았습니디. 개인적으로 볼 때 작년 수능만큼 혹은 그 보다 까다로울 수 있는 시험이 아니었나 싶습니다. 앞으로 나올 9평과 수능은 더 짜증나게 나올 수 있다는 점 유의해주시길 바랍니다. 그에 걸맞는 공부가 진행되어야 할 것이고요.

하지만, 시험이 어려워져도 기본 원칙은 변하지 않았습니디. 이번 6월 평가원 20번은 제가 썼던 *Lecture 1. 일과 에너지*에서 서술했던 논리로 풀리는 문제가 출제되었습니다.

교과서가 요구하는 내용만 숙지하고 있었어도 이번 20번 문제를 풀 수 있다는 것을 보여드리기 위해서 이렇게 특별히 해설을 작성하게 되었습니다.

자, 그럼 시작합니다.

20. 그림은 물체 B와 실로 연결되어 있는 물체 A를 수평면 위의 점 P에 가만히 놓았더니 오른쪽으로 운동하여 점 Q를 지나는 모습을 나타낸 것이다. A가 Q를 지나는 순간부터 운동 방향과 반대 방향으로 일정한 힘 F 를 받아 점 R에서 속력이 0이 되었다. A가 Q에서 R까지 운동하는 동안, A의 운동 에너지 감소량은 B의 중력 퍼텐셜 에너지 감소량과 같다. A, B의 질량은 각각 m , $2m$ 이고, A가 P에서 R까지 운동하는 데 걸린 시간은 t 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는 g 이고, 실의 질량, 마찰과 공기 저항은 무시한다.) [3점]

— <보기> —

- ㄱ. A가 P에서 Q까지 운동하는 동안, A와 B의 운동 에너지 증가량의 합은 중력이 B에 한 일과 같다.
- ㄴ. F 는 $8mg$ 이다.
- ㄷ. P에서 R까지의 거리는 $\frac{1}{3}gt^2$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

이 문제를 마주했을 때 바로 느껴야하는 부분이 있습니다.

‘P부터 Q까지는 그냥 떨어졌다.’

‘Q부터 R까지는 힘을 받아서 멈춰버렸다.’

그리고 주어진 조건이 하나 있습니다.

A의 운동에너지 감소량은 B의 중력 퍼텐셜 에너지 감소량과 같다.

이 조건은 그렇게 생소한 조건은 아니었습니다. 기출문제만 열심히 돌렸어도 비슷한 문제를 만날 수 있었죠. 하지만 이번 문제에서도 이를 핵심적으로 사용할 것이란 생각을 하고 보기로 넘어가야합니다.

1. ‘P부터 Q까지는 그냥 떨어졌다.’

이때 두 물체에 작용하는 힘은 B에 작용하는 중력뿐입니다.

잠깐, 중력만 작용하면 무슨 상황이라고 했습니까?

중력만 작용할 때 역학적에너지는 변화가 없다

네. 그럼 지금은 역학적에너지가 보존되는 상황을 말하는 것이겠지요. 특히 두 물체가 연결되어 있기 때문에

각자의 역학적에너지는 보존되지 않지만, 전체 역학적 에너지는 보존된다

이 원칙도 생각하셔야합니다.

그걸 캐치하셨다면 그 보기는 쉽게 풀립니다. 제가 Lecture1에서 설명했던 식이 하나 있습니다.

$$(\Delta E_{kA} + \Delta E_{pA}) + (\Delta E_{kB} + \Delta E_{pB}) = 0$$

여기서는 A의 높이 변화가 없으므로 A의 퍼텐셜에너지 변화는 없습니다. 따라서 위 식은

$$\Delta E_{kA} + \Delta E_{kB} + \Delta E_{pB} = 0$$

이렇게 고칠 수 있습니다. 보기에서 중력이 B에 한 일과 같다고 했죠? 이는 $2mg$ 라는 중력이 B를 어떤 거리만큼 당기면서 $2mgs$ 만큼의 일을 한 것이라고 볼 수 있습니다. 여기서 제가 설명했던 논리인 보존력에 대해서 생각하면 더 쉽게 이해가 됩니다.

퍼텐셜에너지는 그 힘에 거슬러서 운동이나 일을 할 때 ‘반드시 다시 받을 에너지’가 저장된 것을 의미한다

이 말은 그 힘에 거슬러서 운동이나 일을 할 때 퍼텐셜 에너지가 저장된다는 말이었죠? 그렇다면 그 힘에 거스르지 않고 그 힘이 일을 하도록 두면 저장된 퍼텐셜 에너지가 운동에너지로 전환될 것이란걸 알 수 있습니다. 따라서 ΔE_{pB} 는 B에 중력이 한 일과 같은 것입니다.

이 모든걸 순식간에 파악하고 나면 그 보기가 맞다라고 할 수 있습니다.

2. ‘Q부터 R까지는 힘을 받아서 멈춰버렸다.’

아. 지금부터는 외력이 작용합니다. 역학적에너지보존과는 상관없는 부분이 되어버렸죠.

그래서 보기를 봤더니 L은 F의 크기를 묻고 있네요. 상당히 당황스럽습니다.

이때 우리는 아까 찾아두었던 조건을 ‘반드시’ 사용해야할 시점이란걸 느껴야합니다.

A의 운동에너지 감소량은 B의 중력 퍼텐셜 에너지 감소량과 같다.

이 말은 대체 무엇일까요? 여기서 꼬집어낼 수 있는 내용을 소개해드리겠습니다.

A의 운동에너지 변화량 $\Delta E_{kA} = E$ 라고 합시다. 그러면 B의 퍼텐셜 에너지 변화량도 $\Delta E_{pB} = E$ 라고 설정할 수 있겠죠. (굳이 설명한다고 문자를 설정하는 것입니다. 실제 시험장에서는 그냥

암산으로 다 되요.) 여기서 핵심적으로 생각해야하는건 이 내용입니다. **둘이 실에 묶여서 운동을 한다면 같은 속력으로 움직입니다.** 당연히 Q에서 R로 속력이 변하는 동안 그 변화도 똑같이 일어났겠죠.

이때 운동에너지에 대해서 생각해봅시다. A의 운동에너지 변화량은 $\frac{1}{2}mv^2$ 입니다. B의 운동에너지 변화량은 $\frac{1}{2}(2m)v^2$ 입니다. 근데 속력의 변화가 같다고 말했죠? 그렇다면 운동에너지의 변화량은 질량에 비례할 것을 알 수 있습니다. 따라서 $\Delta E_{kB} = 2E$ 라고 할 수 있습니다.

그렇다면 두 물체의 운동에너지 변화의 합이 3E가 되고, 퍼텐셜에너지의 변화가 E 입니다. 이것 알아냈다면 어떻게 써야할까요?

여기서 문제를 풀 때 두 가지 정도의 사고가 스쳐갈 것입니다.

1. 시간이 주어졌으니까 충격량을 쓸까?

아닙니다. 이걸 P에서 R까지의 시간이 t라고 주어졌지, Q에서 R까지 얼마의 시간이 걸렸는지는 알 수도 없습니다. 충격량은 버리고 지나갑시다.

2. 실에 묶여있으니까 같은 거리를 움직였네? 그럼 일에너지 정리를 쓸까?

이렇게 생각하는 것이 바람직합니다. 이를 쓰기위해선 우리가 배웠던 원칙을 하나 떠올려야합니다.

‘알짜힘이 한 일 = 운동에너지 변화량’

그렇습니다. Q에서 R까지 두 물체를 하나로 보았을 때, 알짜힘이 한 일과 두 물체의 운동에너지 변화량이 같다는 사실을 이용할 수 있습니다.

Q에서 R까지 움직인 거리를 s라고 두겠습니다. 그렇다면 물체 B도 s만큼 높이가 변했겠지요? 물체 B의 퍼텐셜에너지 변화량 E는 2mgs 입니다.



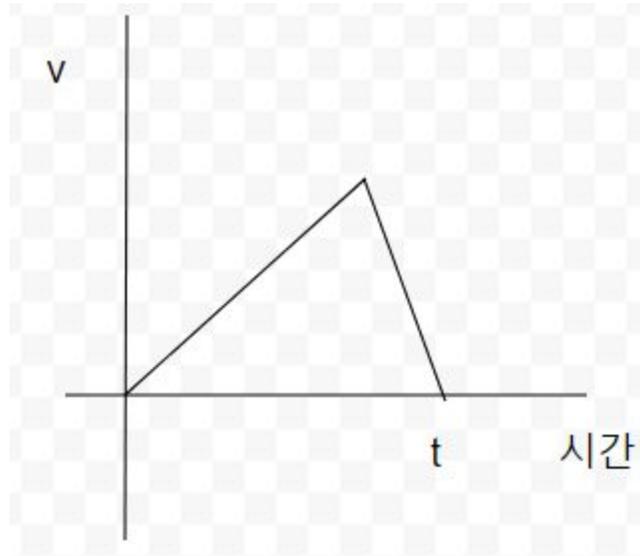
두 물체를 하나로 보면 이렇습니다. 이때 알짜힘은 $F - 2mg$ 입니다. 이 힘이 s만큼 일을 했다면 두 물체의 운동에너지 변화량의 합과 같겠지요? 알짜힘이 한 일 = 운동에너지 변화량 이니까요.

그렇다면 두 물체의 운동에너지 변화량의 합 $3E = (F - 2mg)s$ 입니다.

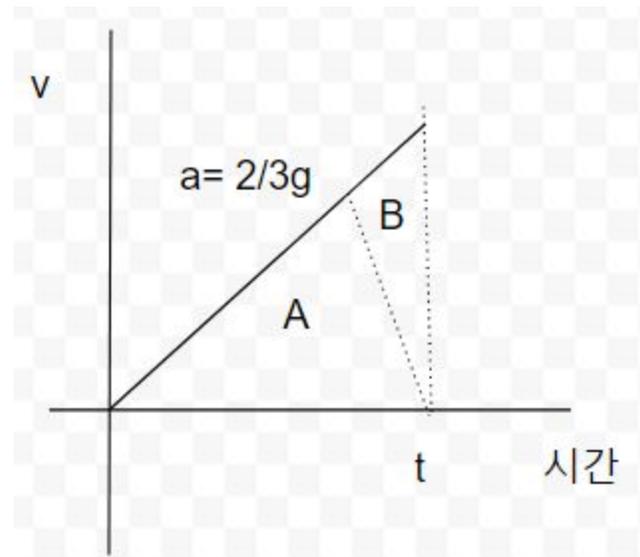
위에 있는 식 $E = 2mgs$ 와 이식을 연립하면 $F = 8mg$ 가 나옵니다. L은 맞는 보기입니다.

ㄷ 보기는 사실 ㄴ에서 8mg를 구했으니 그래프를 그려서 실제로 구할 수 있지만, 그걸 하려면 중간에 어느 시점에 Q에 진입하는지를 계산해서 그래프 밑면적을 구해야하기 때문에 계산이 귀찮습니다.

필요한 경우 계산을 해야겠지만, 이번 시험에서 제시된 ㄷ 보기는 약간의 센스를 묻는 보기이기도 해서 그 센스를 보여드리도록 하겠습니다.



원래 속도-시간 그래프를 그리면 이런식으로 되겠죠. 그래프를 그릴때 기울기를 알아야하니까 꺾이기 전에는 가속도가 $\frac{2}{3}g$ 라는 것을 알 수 있습니다.



하지만 시간 t까지 힘을 주지 않고 그 가속도로 쪽 진행되었다면 얼마나 움직이게 될까요? 실제 우리가 구해야하는 거리는 A만큼의 면적이지만, 위 그래프에서 삼각형의 넓이 A+B를 구해봅시다. 주어진 t초가 지난후에 속력은 $\frac{2}{3}gt$ 이고 그때 삼각형의 넓이를 구해보면

$\frac{1}{2} \times \frac{2}{3}gt \times t = \frac{1}{3}gt^2$ 따라서 ㄷ 보기는 A+B의 면적과 같으므로 A의 면적이 아닙니다. 틀린보기입니다.

“이 생각을 어떻게 해?” 라고 하실 분도 있을텐데, 연습하다보면 이런 숫자는 왠지 이렇게 해보면 나올 것 같다는 느낌이 오는 보기가 있습니다. 아마 ㄷ 보기는 충분히 물리1 공부를 해오셨다면 그런 직관이 왔을 것이고, 그걸 확인하기 위해서 위에서 해설한 과정이 필요한 것입니다.

해설이 길었습니다. 이번에 논리를 하나하나 짚어가면서 설명해서 그런지 문제 하나 푸는데 되게 오래걸리네 싶을 수도 있겠지만, 실제 문제를 풀때는 대부분의 과정이 머리속으로 스쳐지나가는 수준입니다. 그러니까 어떤 조건을 보면 무슨 생각을 해야하는지, 무슨 보기를 보면 어떤 생각을 해야하는지 매번 기출문제를 풀며 고민하는 시간을 가지고 논리를 세워나가길 바라겠습니다.

Lecture2 등가속도운동은 쓰다가 갈아엎어서.. $\pi\pi$ 나오려면 좀 걸릴것같아요

최소한의 논리로 최대한의 문제를 풀자.