

# VER. 1

## - 각운동량 보존 법칙 -

2014학년도 9월 모의평가 28~29번

## Q1)

"왜 해당 지문에서 각운동량에 대한 정의가  
왜 두 번이나 나왔을까요?"

## Q2)

필자는 왜 그렇게 서술을 했을까요?

## Q3)

"혹시 이러한 이유를 파악했다면 이러한 작년 수능 지문 중  
이러한 흐름과 비슷한 부분이 있지 않았나요?"

## Q4)

만약 "여러분이 이것들을 '인식'하지 못했다면  
무엇이 문제였고, 그러한 문제를 어떻게 고칠 수 있을까요?"

회전 운동을 하는 물체는 외부로부터 돌림힘이 작용하지 않는다면 일정한 빠르기로 회전 운동을 유지하는데, 이를 각운동량 보존 법칙이라 한다. 각운동량은 질량이  $m$ 인 작은 알갱이가 회전축으로부터  $r$ 만큼 떨어져 속도  $v$ 로 운동하고 있을 때  $mvr$ 로 표현된다. 그런데 회전하는 물체에 회전 방향으로 힘이 가해지거나 마찰 또는 공기 저항이 작용하게 되면, 회전하는 물체의 각운동량이 변화하여 회전 속도는 빨라지거나 느려지게 된다. 이렇게 회전하는 물체의 각운동량을 변화시키는 힘을 돌림힘이라고 한다.

그러면 팽이와 같은 물체의 각운동량은 어떻게 표현할까? 아주 작은 균일한 알갱이들로 팽이가 이루어졌다고 볼 때, 이 알갱이 하나하나를 질량 요소라고 한다. 이 질량 요소 각각의 각운동량의 총합이 팽이 전체의 각운동량에 해당한다. 회전 운동에서 물체의 각운동량은 (각속도)×(회전 관성)으로 나타낸다. 여기에서 각속도는 회전 운동에서 물체가 단위 시간당 회전하는 각이다. 질량이 직선 운동에서 물체의 속도를 변화시키기 어려운 정도를 나타내듯이, 회전 관성은 회전 운동에서 각속도를 변화시키기 어려운 정도를 나타낸다. 즉, 회전체의 회전 관성이 클수록 그것의 회전 속도를 변화시키기 어렵다.

회전체의 회전 관성은 회전체를 구성하는 질량 요소들의 회전 관성의 합과 같은데, 질량 요소들의 회전 관성은 질량 요소가 회전축에서 떨어져 있는 거리가 멀수록 커진다. 그러므로 질량이 같은 두 팽이가 있을 때 훌쭉하고 키가 큰 팽이보다 넓적하고 키가 작은 팽이가 회전 관성이 크다.

각운동량 보존의 원리는 스포츠에서도 쉽게 확인할 수 있다. 피겨 선수에게 공중 회전수는 중요한데 이를 확보하기 위해서는 공중회전을 하는 동안 각속도를 크게 해야 한다. 이를 위해 피겨 선수가 공중에서 팔을 몸에 바짝 붙인 상태로 회전하는 것을 볼 수 있다. 피겨 선수의 회전 관성은 몸을 이루는 질량 요소들의 회전 관성의 합과 같다. 따라서 팔을 몸에 붙이면 팔을 구성하는 질량 요소들이 회전축에 가까워져서 팔을 폈을 때보다 몸 전체의 회전 관성이 줄어들게 된다. 점프 이후에 공중에서 각운동량은 보존되기 때문에 팔을 붙였을 때가 폈을 때보다 각속도가 커지는 것이다. 반대로 착지 직전에는 각속도를 줄여 착지 실수를 없애야 하기 때문에 양팔을 한껏 펼쳐 회전 관성을 크게 만드는 것이 유리하다.

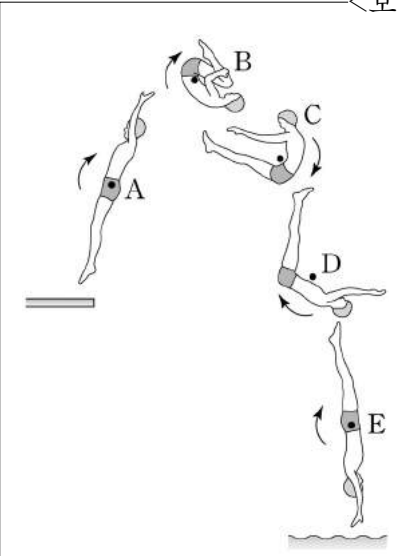
28. 윗글로 미루어 알 수 있는 내용으로 적절한 것은?

- ① 정지되어 있는 물체는 회전 관성이 클수록 회전시키기 쉽다.
- ② 회전하는 팽이는 외부에서 가해지는 돌림힘의 작용 없이 회전을 멈출 수 있다.
- ③ 지면과의 마찰은 회전하는 팽이의 회전 관성을 작게 만들어 팽이의 각운동량을 줄어든다.
- ④ 크기와 질량이 동일한, 속이 빈 쇠공과 속이 찬 플라스틱 공이 자전할 때 회전 관성은 쇠공이 더 크다.
- ⑤ 회전하는 하나의 시곗바늘 위의 두 점 중 회전축에 가까이 있는 점이 멀리 있는 점보다 각속도가 작다.

29. 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절한 것은?

[3점]

<보 기>



다이빙 선수가 발판에서 점프하여 공중회전하며 A~E 단계를 거쳐 1.5바퀴 회전하여 입수하고 있다. 여기에서 검은 점은 회전 운동의 회전축을 나타내며 회전 운동은 화살표 방향으로만 진행된다. 단, 다이빙 선수가 공중에 머무는 동안은 외부에서 돌림힘이 작용하지 않는다고 간주한다.

- ① A보다 B에서 다이빙 선수의 각운동량이 더 크겠군.
- ② B보다 D에서 다이빙 선수의 질량 요소들의 합은 더 작겠군.
- ③ A~E의 다섯 단계 중 B 단계에서 다이빙 선수는 가장 작은 각속도를 갖겠군.
- ④ C에서 E로 진행함에 따라 다이빙 선수의 팔과 다리가 펼쳐지면서 회전 관성이 작아지겠군.
- ⑤ B 단계부터 같은 자세로 회전 운동을 계속하여 입수한다면 다이빙 선수는 1.5바퀴보다 더 많이 회전하겠군.

단락별 정리

회전 운동을 하는 물체는 외부로부터 돌림힘이 작용하지 않는다면 일정한 빠르기로 회전 운동을 유지하는데, 이를 각운동량 보존 법칙이라 한다. 각운동량은 질량이  $m$ 인 작은 알갱이가 회전축으로부터  $r$ 만큼 떨어져 속도  $v$ 로 운동하고 있을 때  $mv r$ 로 표현된다. 그런데 회전하는 물체에 회전 방향으로 힘이 가해지거나 마찰 또는 공기 저항이 작용하게 되면, 회전하는 물체의 각운동량이 변화하여 회전 속도는 빨라지거나 느려지게 된다. 이렇게 회전하는 물체의 각운동량을 변화시키는 힘을 돌림힘이라고 한다.

그러면 팽이와 같은 물체의 각운동량은 어떻게 표현할까? 아주 작은 균일한 알갱이들로 팽이가 이루어졌다고 볼 때, 이 알갱이 하나하나를 질량 요소라고 한다. 이 질량 요소 각각의 각운동량의 총합이 팽이 전체의 각운동량에 해당한다. 회전 운동에서 물체의 각운동량은 (각속도) $\times$ (회전 관성)으로 나타낸다. 여기에서 각속도는 회전 운동에서 물체가 단위 시간당 회전하는 각이다. 질량이 직선 운동에서 물체의 속도를 변화시키기 어려운 정도를 나타내듯이, 회전 관성은 회전 운동에서 각속도를 변화시키기 어려운 정도를 나타낸다. 즉, 회전체의 회전 관성이 클수록 그것의 회전 속도를 변화시키기 어렵다.

회전체의 회전 관성은 회전체를 구성하는 질량 요소들의 회전 관성의 합과 같은데, 질량 요소들의 회전 관성은 질량 요소가 회전축에서 떨어져 있는 거리가 멀수록 커진다. 그러므로 질량이 같은 두 팽이가 있을 때 훌쭉하고 키가 큰 팽이보다 넓적하고 키가 작은 팽이가 회전 관성이 크다.

각운동량 보존의 원리는 스포츠에서도 쉽게 확인할 수 있다. 피겨 선수에게 공중 회전수는 중요한데 이를 확보하기 위해서는 공중회전을 하는 동안 각속도를 크게 해야 한다. 이를 위해 피겨 선수가 공중에서 팔을 몸에 바짝 붙인 상태로 회전하는 것을 볼 수 있다. 피겨 선수의 회전 관성은 몸을 이루는 질량 요소들의 회전 관성의 합과 같다. 따라서 팔을 몸에 붙이면 팔을 구성하는 질량 요소들이 회전축에 가까워져서 팔을 폈을 때보다 몸 전체의 회전 관성이 줄어들게 된다. 점프 이후에 공중에서 각운동량은 보존되기 때문에 팔을 붙였을 때가 폈을 때보다 각속도가 커지는 것이다. 반대로 착지 직전에는 각속도를 줄여 착지 실수를 없애야 하기 때문에 양팔을 한껏 펼쳐 회전 관성을 크게 만드는 것이 유리하다.

전체 구조 잡기

몰랐던 어휘 CHECK

[2014학년도 9월 모의평가 B형 28~29번]

[지문 분석]

1문단

①회전 운동을 하는 물체는 외부로부터 돌림힘이 작용하지 않는다면 일정한 빠르기로 회전 운동을 유지하는데, 이를 각운동량 보존 법칙이라 한다. ②각운동량은 질량이 m인 작은 알갱이가 회전축으로부터 r만큼 떨어져 속도 v로 운동하고 있을 때 mvr로 표현된다. ③그런데 회전하는 물체에 회전 방향으로 힘이 가해지거나 마찰 또는 공기 저항이 작용하게 되면, 회전하는 물체의 각운동량이 변화하여 회전 속도는 빨라지거나 느려지게 된다. ④이렇게 회전하는 물체의 각운동량을 변화시키는 힘을 돌림힘이라고 한다.

① 회전 운동을 하는 물체는 / (외부로부터 돌림힘이 / 작용하지 않는다면) / 일정한 빠르기로 회전 운동을 유지하는데, // 이를 각운동량 보존 법칙이라 한다. ② 각운동량은 / [질량이 m인 "작은 알갱이"가 / 회전축으로부터 r만큼 떨어져 / 속도 v로 운동하고 있을 때] / mvr로 표현된다.

-> 첫 문장을 잘 쪼개 읽었다면 아래와 같은 정보들이 남아야 합니다.

1) [회전 운동을 하는 물체는 -> 외부로부터 돌림힘이 작용하지 않는다면 -> 일정한 빠르기로 회전 운동을 유지] = [각운동량 보존 법칙]

-> ["아마도 이 글은 "각운동량 보존 법칙"에 대해서 구체화하는 글이겠다."]라는 생각정도가 들 수 있겠죠. 또한 첫 문장을 잘 읽었다면 아래와 같은 2가지 의문이 들어야 합니다.

- 1) 그렇다면 외부로부터 돌림힘이 작용하면 -> 각운동량은 보존 X
- 2) 각운동량은 무엇일까?
- 3) 외부로부터 작용하는 돌림힘은 무엇일까?

-> 사후적인 게 아니라, 평가원 지문에서는 늘 그렇듯 중요한 개념들은 정의를 하고, 설명을 해주기 때문에 아마도 저러한 의문에 대한 설명이 따라오지 않을까라는 생각을 해줄 수 있는 거죠. 그리고 그러한 작은 생각들로 인해 뒤에 제시되는 문장을 훨씬 수월하게 읽어 나갈 수 있게 되는 거죠. 그래서 ②문장에서 [각운동량]이 무엇인지에 대해서 설명하고 있는 거였죠.

-> 그런데 ②에서 중요한 것은 [질량이 작은 알갱이]의 각운동량을 설명한다는 거였죠. 이게 무슨 말이나면 ①에서는 [회전하는 물체]의 각운동량에 대해서 이야기했는데 ②에서는 [질량이 작은 하나의 알갱이]의 각운동량이 어떻게 표현되는지에 대해서 설명했다는 거죠. 따라서 우리는 아직 정확하게 [회전하는 물체]의 각운동량은 어떻게 표현이 되는지에 대해서는 모른다는 거죠. 이러한 생각이 들면서 ②를 읽어줬다면 매우 훌륭해요. 한 문장을 잘 쪼개 읽고 앞문장과와의 관계를 생각하면서 읽어줬다는 말이나니까요. 다만 여기서 못 잡았어도 괜찮습니다. 2문단의 첫 문장을 읽으면서 해당 문장이 왜 나오고 있는지에 대해서 생각하다보면 잡아낼 수 있으니까요. )

③ 그런데 회전하는 물체에 / [회전 방향으로 힘이 가해지거나] / [마찰 또는 공기 저항이 작용하게 되면], // 회전하는 물체의 각운동량이 변화하여 / 회전 속도는 / [빨라지거나 / 느려지게] 된다. ④ 이렇게 [회전하는 물체의 각운동량을 변화시키는] 힘을 / 돌림힘이라고 한다.

-> ①~②에서 [돌림힘이 작용하지 않으면 -> 각운동량 보존]에 대해서 애기한 후에 ③에서는 [회전하는 물체에 힘이 가해지면 -> 각운동량이 변화함 = 즉 각운동량 보존X]를 제시하고 있죠. ④에서는 이렇게 회전하는 물체에 가해지면서 각운동량을 변화시키는 힘이 바로 [돌림힘]임을 제시하고 있었어요.

-> 추가로 조금만 더 생각해준다면 [회전 방향으로 힘이 가해져서 -> 각운동량이 변화 -> 회전 속도가 빨라짐]에서의 각운동량의 변화는 [증가]라는 것도 알 수 있죠. 왜냐하면 [각운동량 = mvr]인데 m과 r은 변하지 않았을 것이므로 회전 속도가 증가했다는 것은 각 운동량이 증가했다고 볼 수 있으니까요. 마찰 또는 공기 저항은 회전 방향과 반대로 작용하는 힘이 될 것이고 따라서 [각운동량의 변화 = 감소]라는 것도 알 수 있겠네요.

- 1) 회전방향으로 힘 작용 -> 각운동량 증가 -> 회전 속도 증가
- 2) 회전반대방향으로 힘 작용(마찰, 공기저항) -> 각운동량 감소 -> 회전 속도 감소
- 3) 1~2)와 같이 [각운동량을 변화시키는 힘]이 바로 [돌림힘]

-> 1문단을 잘 정리해가면서 읽었다면

[돌림힘 작용X -> 각운동량 보존O]  
[돌림힘 작용O -> 각운동량 보존X]

정도의 큰 흐름이 남았으면 됩니다. 정보량이 많은 것 같지만 한 문장씩 잘 쪼개 읽고 제시되는 정보를 붙여 읽으면서 정리해주면 기억에 남아야 할 큰 흐름은 사실 많지 않았어요. 늘 말하지만 제시되는 정보 자체를 이해하는 것도 중요하지만 그러한 정보들이 어떤 흐름에 있는지, 즉 왜 제시되고 있는지를 볼 수 있는 게 정말로 중요합니다.

1문단 정리

[돌림힘 작용X -> 각운동량 보존O]

2문단

①그런데 팽이와 같은 물체의 각운동량은 어떻게 표현할까? ②아주 작은 균일한 알갱이들로 팽이가 이루어졌다고 볼 때, 이 알갱이 하나하나를 질량 요소라고 한다. ③이 질량 요소 각각의 각운동량의 총합이 팽이 전체의 각운동량에 해당한다. ④회전 운동에서 "물체"의 각운동량은 (각속도)x(회전 관성)으로 나타낸다. ⑤여기에서 각속도는 회전 운동에서 물체가 단위 시간당 회전하는 각이다. ⑥질량이 직선 운동에서 물체의 속도를 변화시키기 어려운 정도를 나타내듯이, 회전 관성은 회전 운동에서 각속도를 변화시키기 어려운 정도를 나타낸다. ⑦즉, 회전체의 회전 관성이 클수록 그것의 회전 속도를 변화시키기 어렵다.

① 그러면 팽이와 같은 물체의 각운동량은 어떻게 표현할까?

-> 대다수의 학생들이 그냥 읽고 넘기지만 생각보다 중요한 의미의 문장이었어요. 대부분은 그냥 [팽이의 각운동량]을 이야기하나보다 라고 생각을 해요. 다만 그렇게 생각하면 조금 이상하죠. 1문단에서 분명히 [각운동량]에 대해서 설명했는데 2문단에서 이런 질문을 하나하는 거죠. 왜 그렇죠? 그래요. 1문단 ②를 잘 읽어보면 [회전하는 물체]가 아니라 [작은 알갱이]의 각운동량에 대해서 설명하는 거였죠. 그렇기 때문에 2문단에서는 [회전하는 물체 = 팽이]와 같은 물체의 각운동량은 어떻게 표현되는지에 대해서 구체화하겠다는 거죠. 이렇게 생각하면 해당 질문이 왜 제시가 되는지가 명확하게 드러나죠.

-> 여기서 여러분들이 느끼셔야 하는 것은 ["와 개편다" or "이런 생각을 실천에서 어떻게 해;"]가 아닙니다. 왜 이런 생각을 할 수 있는지에 대한 사고 과정을 배우셔야 한다는 거죠. 저는 2문단의 ①을 읽으면서 이상한 생각이 들었고 1문단의 ②를 다시 확인해주면서 왜 이런 질문이 제시가 되는지에 대해 파악할 수 있었어요. 그러다보니 위와 같은 흐름이 보이게 되는 거죠. 늘 말하지만 [생각하면서] 읽어주는 습관을 들이도록 해요.

② 아주 작은 균일한 알갱이들로 / 팽이가 이루어졌다고 볼 때, // 이 알갱이 하나하나를 / **질량 요소**라고 한다. ③ 이 질량 요소 각각의 각 운동량의 총합이 / 팽이 전체의 각운동량에 해당한다.

-> ①을 위와 같이 읽어줬다면 ②~③에 왜 이런 내용이 제시되는지 알겠나요? 그렇죠. [알갱이의 각운동량 -> 회전하는 물체의 각운동량]의 관계를 제시하고 있는 거죠. 즉 1문단에서 [알갱이의 각운동량]에 대해서 제시했고 2문단에서는 [회전하는 물체 = 팽이의 각운동량]에 대해서 설명하기 위해서 [질량 요소]를 먼저 설명한 후 그러한 질량 요소들의 각운동량의 총합이 [팽이 전체의 각운동량]이라는 것을 설명하는 거였어요.

-> 따라서 다음 문장부터는 첫 문장에서 던진 질문의 답, 즉 [회전하는 물체 = 팽이]의 각운동량을 어떻게 표현하는지에 대해서 구체화할 가능성이 크겠죠.

④ 회전 운동에서 / “물체”의 각운동량은 / (각속도)×(회전 관성)으로 나타낸다.

-> ①~③을 잘 읽어줬다면 ④이 수월했을 거고 그렇지 않다면 아래와 같은 생각이 들었을 것 같아요.

["? 1문단에서 각운동량은 mvr이라고 했는데, 이번엔 다르게 나타내네;?"]

와 같은 생각이요. 왜 그럴까요? 그래요. [mvr]은 [알갱이] 하나의 각운동량을 나타내는 것이고, [각속도 X 회전 관성]은 그러한 질량 요소들의 각운동량의 총합, 즉 [회전하는 물체 = 팽이]의 각운동량을 나타내는 것이죠 그리고 이게 바로 2문단 ①에서 던진 질문에 대한 답이 되겠죠.

⑤ **여기에서** / **각속도**는 (회전 운동에서 / 물체가 단위 시간당 / 회전하는 각)이다. ⑥ **질량이** / (직선 운동에서 / 물체의 속도를 변화시키기 어려운 정도)를 나타내듯이, // **회전 관성**은 / (회전 운동에서 / 각속도를 변화시키기 어려운 정도)를 나타낸다. ⑦ **즉**, 회전체의 회전 관성이 클수록 / 그것의 회전 속도를 변화시키기 어렵다.

-> [회전하는 물체의 각운동량] = [각속도 X 회전 관성]임을 앞에서 제시했고 ⑤~⑦에서는 각각 [각속도]와 [회전 관성]에 대해서 설명을 하는 거였죠.

- 1) [각속도] = [회전 운동에서 / 물체가 단위 시간당 -> 회전하는 각]
  - 2) [회전 관성] = [회전 운동에서 / 각속도를 변화시키기 어려운 정도]
- > 따라서 회전 관성은 [회전 운동에서 / 물체가 단위 시간당 회전하는 각을 변화시키기 어려운 정도]로도 파악할 수 있음.
- 3) 그래서 회전체의 회전 관성이 클수록 회전체의 회전 속도를 변화시키기 어려움.

2문단 정리

[회전하는 물체의 각운동량 = 각속도 X 회전 관성]

3문단

① **회전체의 회전 관성**은 회전체를 구성하는 질량 요소들의 회전 관성의 합과 같은데, 질량 요소들의 회전 관성은 질량 요소가 **회전축에서 떨어져 있는 거리**가 멀수록 커진다. ② 그러므로 질량이 같은 두 팽이가 있을 때 **홀쭉하고 키가 큰 팽이**보다 **넓적하고 키가 작은 팽이**가 회전 관성이 크다.

① 회전체의 회전 관성은 / [(회전체를 구성하는) 질량 요소들의 회전 관성의 합]과 같은데, // 질량 요소들의 회전 관성은 / (질량 요소가 / 회전축에서 떨어져 있는 거리)가 멀수록 / 커진다. ② **그러므로** 질량이 같은 두 팽이가 있을 때 / (홀쭉하고 키가 큰 팽이)보다 (넓적하고 키가 작은 팽이)가 / 회전 관성이 크다.

-> 앞의 문단 중 [회전체의 각운동량 = 질량 요소들의 각운동량의 총합]이라는 내용을 이어와서 ①을 이해해주고, [그러므로]를 통해 ①~②를 잘 붙여서 읽었다면 당연한 내용으로 납득이 되었어야 합니다. ②는 ①의 내용을 예시를 통해 이해시켜주는 문장이니까요.

- 1) 회전체의 회전 관성 = 질량 요소들의 회전 관성의 합
- 2) 질량 요소가 회전축에서 떨어져 있는 거리가 멀수록 -> 질량 요소의 회전 관성은 커짐
- 3) [홀쭉하고 키 큰 팽이 = 회전축으로부터 질량 요소들의 거리가 가까움] [넓적하고 키 작은 팽이 = 회전축으로부터 질량 요소들의 거리가 멀]

-> [그러므로]를 통해서 3)을 납득하면서 읽어줬어야 해요. 즉 두 팽이가 [질량이 같다면] 당연히 [넓적하고 키가 작은 팽이의 질량요소]들이 [홀쭉하고 키가 큰 팽이의 질량요소]들보다 회전축으로부터의 거리가 멀리 있겠죠. 그에 따라 각 질량 요소들의 회전 관성 역시 [넓적하고 키가 작은 팽이]의 경우가 더 클 것이고, 그러한 질량 요소들의 회전 관성의 총합 역시 [넓적하고 키가 작은 팽이]가 더 크다는 말이죠.

-> 2문단에서는 [회전체의 각운동량 = 각속도 X 회전관성]을 제시한 후 3문단에서는 [회전체의 회전관성]과 [질량 요소들이 회전축으로부터 떨어진 거리]간의 관계에 대해서 설명하는 거였어요. 왜 설명할까요? 정확히는 모르더라도 다음 문단에서 필요한 정보일 가능성이 높겠죠.

3문단 정리

[회전하는 물체의 회전관성] -> [질량 요소가 회전축으로부터 떨어진 거리에 비례]

4문단

① **각운동량 보존의 원리**는 스포츠에서도 쉽게 확인할 수 있다. ② 피겨 선수에게 공중 회전수는 중요한데 이를 확보하기 위해서는 공중회전을 하는 동안 각속도를 크게 해야 한다. ③ 이를 위해 피겨 선수가 공중에서 팔을 몸에 바짝 붙인 상태로 회전하는 것을 볼 수 있다. ④ 피겨 선수의 회전 관성은 몸을 이루는 질량 요소들의 회전 관성의 합과 같다. ⑤ 따라서 팔을 몸에 붙이면 팔을 구성하는 질량 요소들이 회전축에 가까워져서 팔을 폈을 때보다 몸 전체의 **회전 관성이 줄어든다**. ⑥ 점프 이후에 공중에서 각운동량은 보존되기 때문에 팔을 붙였을 때가 폈을 때보다 **각속도가 커지는 것이다**. ⑦ **반대로** 착지 직전에는 **각속도를 줄여** 착지 실수를 없애야 하기 때문에 양팔을 한껏 펼쳐 **회전 관성을 크게 만드는 것**이 유리하다.

① **각운동량 보존의 원리**는 / 스포츠에서도 / 쉽게 확인할 수 있다.

-> 4문단에서는 [스포츠]에서의 사례를 통해 앞서 설명한 [각운동량의 보존의 원리]에 대해서 설명하겠네요. 결국은 [예시]를 통해서 [각운동량의 보존 원리]에 대해서 구체화해서 설명하는 문단이 되겠죠. 앞에 제시되었던 내용들을 통해서 이해해줬으면 됩니다.

② 피겨 선수에게 **공중 회전수**는 중요한데 / **이**를 확보하기 위해서는 / 공중회전을 하는 동안 **각속도**를 크게 해야 한다. ③ **이**를 위해 / [피겨 선수가 / (공중에서 팔을 몸에 바짝 붙인 상태로) 회전하는 것을

볼 수 있다.

-> [피겨 선수]의 사례가 제시되죠. 그 자체가 중요한 게 아니라 결국은 [각운동량의 보존 원리 -> 스포츠에 적용되는 사례]라는 것을 놓치지 않는 게 중요해요.

- 1) 피겨 선수에게 공중 회전수는 중요함
- 2) 그러한 공중 회전수를 확보하기 위해서 -> 각속도를 크게 해야 함
- 3) 각속도를 크게 하기 위해서 -> 피겨 선수는 공중에서 팔을 몸에 바짝 붙인 상태로 회전 함

과 같이 내용이 정리되겠죠. 다만 그냥 글자 그대로 이해하기보단 앞서 설명한 내용들을 바탕으로 이해해주면 훨씬 좋았겠죠. 아마도 [피겨선수 = 회전체]에 해당할 것이고, [피겨 선수가 팔을 붙이는 것 = 회전축으로부터의 질량 요소들의 거리를 줄이는 것]이 되겠죠. 늘 말하지만 앞에 제시된 내용을 활용하기면서 뒤에 제시되는 내용들을 이해해주어야 합니다. 그래야 글을 예측하면서 읽을 수 있고, 이해라는 것을 할 수 있습니다.

④ (피겨 선수의 회전 관성)은 / (몸을 이루는 질량 요소들의 회전 관성의 합)과 같다. ⑤ 따라서 [팔을 몸에 붙이면 / 팔을 구성하는 질량 요소들이 / 회전축에 가까워져서] // [팔을 폈 때보다 / 몸 전체의 회전 관성이 / 줄어들게 된다.] ⑥ 점프 이후에 공중에서 각운동량은 보존되기 때문에 / [팔을 붙였을 때가 / 폈 때보다 / 각속도가 커지는 것]이다.

-> 앞서 예측한 내용을 구체적으로 설명해주고 있는 거죠. 정리하면 아래와 같겠네요.

- 1) 피겨 선수 = 회전체
- 2) 피겨 선수의 회전 관성 = 질량 요소들의 회전 관성의 합
- 3) 따라서 [팔을 몸에 붙이면 = 질량 요소들이 회전축에 가까워지면] -> 피겨 선수의 각각의 질량 요소들의 회전 관성은 감소 -> 피겨 선수의 회전 관성 역시 감소
- 4) 그런데 [피겨 선수의 각운동량 = 각속도 X 회전 관성]인데 -> 공중에서는 각운동량이 보존되므로 -> 1~3)에 의해서 [회전 관성]이 감소하면 그에 의해 [각속도]는 증가하게 됨

-> 결국은 [각운동량의 보존 원리]를 [피겨]라는 예시를 들어서 설명하고 있는 거죠. 여기서 중요한 것은 단순 인과 처리를 하는 게 아니라, 해당 사례가 [각운동량의 보존 원리가 적용]되고 있는 사례라는 것을 놓치지 않는 것입니다. 각운동량이 보존되기 때문에 피겨 선수는 [회전 관성]을 줄여 [각속도]를 증가시킬 수 있는 것이고, 그를 통해 [공중 회전수를 확보]할 수 있게 되는 거니까요. :)

⑦ 반대로 착지 직전에는 각속도를 줄여 착지 실수를 없애야 하기 때문에 양팔을 한껏 펼쳐 회전 관성을 크게 만드는 것이 유리하다.

-> ②~⑥에서 [각운동량 보존 -> 회전축으로부터 거리 줄임 -> 회전 관성 감소 -> 각속도 증가 -> 공중 회전수 확보]에 대해서 이야기했고 ⑦에서는 그와 반대의 경우를 설명하면서 글이 마무리 되고 있었네요. 어렵지 않죠.

#### 4문단 정리

[각운동량 보존 법칙이 스포츠에서도 적용됨]

->결국 이 글을 읽어가면서 중요한 것은 단순히 인과처리를 하는 게 아니라 제시되는 개념간의 관계를 파악해주고 그러한 개념을 바탕으로 뒤에 오는 내용을 이해해주는 것이었죠. 그래야 문단간의 연결성이 끊어지지 않고 읽을 수 있었겠죠. 사실 해당 지문의 문제는 많은 학생들이 잘 풀어요. 다

만 붕 뜬 문장과 문단들에 대해서 고민하지 않죠. 그러한 부분들에 대해서 오래 고민하는 것에 대해서 시간을 아까워해요. 다만 명심할 것은 그러한 부분들에 대해서 고민하지 않고 대강 대강 넘기게 되면 늘 독해력은 늘 그 자리에서 늘지 않을 겁니다. 고민하는 시간을 아까워하지 마세요. :)

#### 전체 구조 잡기

- 1문단 - 돌림힘이 없다면 -> 각운동량 보존 법칙O
- 2문단 - [회전체의 각운동량] = [각속도 X 회전관성]
- 3문단 - [회전체의 회전 관성은 회전축으로부터 질량 요소들이 거리에 비례해서 증가]
- 4문단 - [스포츠에서도 각운동량 보존 법칙이 적용되는 사례]

#### [문제 해설]

##### 28번 : ④

-> 선지를 읽으면서 3문단의 예시가 떠올랐어야 합니다. 3문단의 예시를 잘 읽어줬다면 답을 찾는 것은 어렵지 않았을 것 같네요.

- 1) 두 쇠공의 크기와 질량이 동일함
- 2) 질량 요소들의 회전축으로부터의 거리 -> [속이 빈 쇠공 > 속이 찬 플라스틱 공]
- 3) 질량 요소들이 회전 관성 -> [속이 빈 쇠공 > 속이 찬 플라스틱 공]

-> 따라서 그러한 질량 요소들의 회전 관성의 합에 해당하는 회전체의 회전 관성 역시 속이 빈 쇠공이 더 크다고 볼 수 있겠죠. 적절해요.

① -> [회전 관성]의 정의를 명확하게 파악했는지를 묻고 싶은 선지죠. 2문단에서 [회전 관성 = 회전 운동에서 각속도를 변화시키기 어려운 정도]라고 했죠. 그러므로 [회전 관성이 클수록 -> 그것의 회전 속도를 변화시키기 어려움]이라고 했고요. 따라서 [정지되어 있는 물체는 회전 관성이 클수록 -> 회전시키기 어렵다 = 회전 속도를 변화시키기 어렵다]고 볼 수 있겠죠. 적절하지 않네요.

② -> 1문단에서 [돌림힘 = 회전하는 물체의 각운동량을 변화시키는 힘]이라고 했어요. 따라서 회전하는 팽이는 [외부에서 돌림힘X면 -> 각운동량이 보존 -> 회전 속도 역시 변화X -> 회전을 멈출 수 없음]이 되겠죠.

③ -> 지면과의 마찰은 회전 방향과 반대로 작용하는 돌림힘이 되겠죠. 이러한 돌림힘은 회전체의 각운동량을 감소시킨다고는 했지만, [돌림힘 -> 회전 관성을 감소시킴]은 지문에서 알 수 없는 내용이지요.

⑤ -> [각속도]의 정의를 정확하게 파악했는지 묻는 선지죠. 2문단에 따르면 [각속도 = 회전 운동에서 물체가 단위 시간당 회전하는 각]이죠. 따라서 [하나의 시곗바늘 위의 두 점]은 같은 단위 시간당 같은 각을 회전할 것이고 [각속도]는 서로 [같다]고 봐야겠죠.

-> 다만 여기서 [두 점의 각속도가 같다]라는 것에 대해서 의문을 갖는 학생들이 많더라고요. 아마 이렇게 생각했을 것 같아요. [회전축에 가까이 있는 점 -> 회전 관성이 더 작음 -> 각속도가 더 큼 -> 그래서 적절하지 않음]와 같아요. 다만 이러한 논리에 오류가 있는 부분은 [두 점의 각운동량이 같다]고 전제를 해버린 거죠. 제시된 두 점은 [질량 요소]라고 봐야겠죠. 따라서 그러한 두 점의 각운동량은 [mvr]로 표현될 건데, 두 점의 질량인 m은 같다고 볼 수 있지만 v와 r은 서로 다르죠. 즉 [회전축으로부터 더 멀리 있는 점]이 v와 r이 더 크기 때문에 [mvr = 각운동량] 역시 더 크겠죠. 따라서 위와 같은 논리는 성립할 수 없어요. 이해가 되셨나요? :)

29번 : ㉔

-> <보기>에서 제시된 중요한 정보들은 2가지죠.

- 1) 다이빙 선수 = 회전체
- 2) 돌림힘이 작용 X = 각운동량이 보존되고 있음
- 3) 4문단과 같이 각운동량의 보존 원리를 적용 할 수 있음

-> 즉 명시적으로 드러나진 않지만 가장 중요한 것은 <보기>를 읽고 4문단의 [각운동량 보존 원리 -> 피겨에 적용]의 내용을 적용하는 문제란 것을 파악하는 겁니다. 즉 4문단에서 제시된

[각운동량 보존 -> 회전체로부터의 질량 요소의 거리 변화 -> 회전 관성 변화 -> 각속도의 변화 -> 회전수의 변화]

와 같은 인과를 통해서 문제를 해결해줬으면 됩니다.

-> 만약 B단계부터 같은 자세로 회전 운동을 계속하게 된다면 기존의 회전 운동보다 [회전 관성]이 작은 상태로 회전 운동을 계속하게 되겠죠. 따라서 [각속도]는 반대로 큰 상태로 회전 운동을 계속하게 될 것이고 그에 따라 공중 회전수는 기존의 1.5바퀴보다 더 증가하겠죠. 적절해요.

- ① -> 외부 돌림힘이 작용하지 않는다고 했으므로 각운동량은 A부터 E까지 일정하게 유지되겠죠.
- ② -> 질량 요소들의 합도 A부터 E까지 동일하겠죠.
- ③ -> [B단계 -> 회전축으로부터 질량 요소들의 거리 가장 가까움 -> 회전 관성 가장 작음 -> 각운동량은 보존 -> 각속도는 가장 큼]이 되겠죠. 적절하지 않아요.
- ④ -> [C -> E단계로 가면서 회전축으로부터 질량 요소들의 거리가 멀어짐 -> 회전 관성은 점점 커짐]이 되겠죠. 적절하지 않아요.