

교과서독해

"Knowledge is power."

Francis Bacon



과학기술편



물리

PART 01 물체가 물속과 공기 중에서 뜨는 이유는 무엇일까?

keyword: 파스칼의 법칙, 일의 원리, 지레의 원리, 연속방정식, 베르누이의 법칙, 밀도, 부력, 양력

PART 02 물체가 회전하는 원리는 무엇일까?

keyword: 회전운동, 각운동량, 각속도, 돌림힘, 힘의 평형

PART 03 소리와 빛은 어떻게 전달될까?

keyword: 파동의 특징, 초음파, 소리의 속력, 파동의 반사/굴절

PART 04 열은 어떤 일들을 할 수 있을까?

keyword: 비열, 온도와 열에너지, 열팽창, 보일 · 샤를의 법칙(이상기체), 물질의 상태변화



화학

PART 05 물질은 어떻게 구성되어 있을까?

keyword: 돌턴/러더퍼드/보어의 원자모형, 에너지준위, 원자의 구조, 동위원소, 주기율, 공유결합



CONTENTS



생물

PART 06 우리 몸은 어떻게 작동할까?

keyword: 순환기관(심장, 혈관), 배설기관(콩팥), 감각기관(눈, 귀),
삼투현상, 길항작용

PART 07 생명은 어떻게 존재할까?

keyword: DNA/RNA, 탄소화합물, 진화론, 계통수, 단백질의 합성,
유전자재조합



지구

PART 08 별들의 움직임은 어떻게 관측할까?

keyword: 케플러의 법칙, 만유인력의 법칙, 일주운동, 서편 현상,
전향력, 삭망월/항성월, 일식/월식



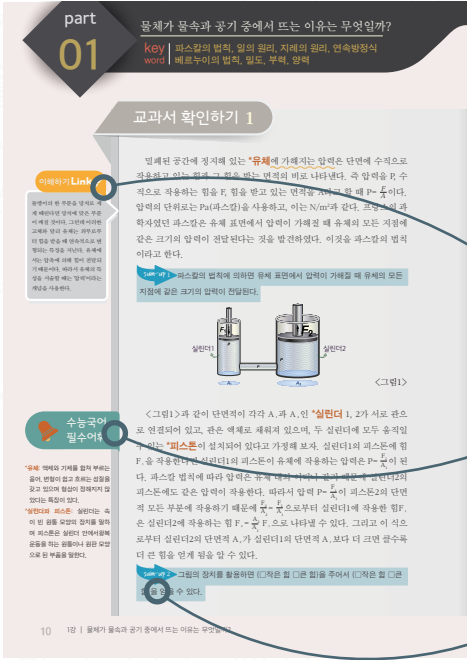
기술

PART 09 실생활에 유용한 기술들(1)

keyword: 아날로그/디지털, 센서(소리/압력/전자기...), 앙페르 법
칙, 패러데이 법칙, 유도전류, 자기장

PART 10 실생활에 유용한 기술들(2)

keyword: 자기띠, 하드디스크, 플래시메모리, CD, n-p형 반도체,
다이오드, 트랜지스터



1. 교과서 확인하기

과학 교과서의 지문을 독해하면서 논지를 파악합니다. 과학 교과서를 읽는다는 부담을 갖지 말고 모의고사에 출제된 과학 지문을 읽는 것과 마찬가지로 평소 독해 실력을 발휘하여 편안한 마음으로 읽습니다.

- **수능국어 필수어휘:** 수능 국어영역 과학 지문에 출제될 만한 중요 어휘입니다. 모르는 어휘가 있다면 반드시 암기합니다.
- **이해하기 Link:** 지문의 이해를 돕기 위한 보충 설명입니다. 지문의 밑줄 부분과 연결하여 읽습니다.
- **Sum-up:** 단락의 핵심을 요약한 부분입니다. 괄호 안에 들어가는 말은 단락의 핵심어입니다. 단락을 독해한 후 알맞은 말을 채워 넣거나 선택합니다.



2. Supplement

‘교과서 확인하기’에서 다룬 지문과 관련지어 참고로 알아두어야 할 배경지식입니다. 핵심원리 뽑기, 핵심 확인하기 등의 문제를 풀려면 교과서 확인하기에서와 마찬가지로 꼼꼼하고 정확하게 읽어야 합니다.

- **보충 point:** 선생님들이 정리해주시는 Supplement 코너의 핵심 포인트입니다. 모의고사 과학 지문에서도 자주 출제되는 중요한 지식이므로 머릿속에 정확히 정리해두어야 합니다.



3. 핵심원리 뽑기

‘교과서 확인하기’에서 다룬 핵심 제재에 대한 개념을 정리합니다. 괄호 안에 들어갈 핵심어를 채워보고 밑에 제시된 거꾸로 정답을 확인합니다.

GUIDE

✓ 핵심 확인하기

- ① 실험1에 F보다 더 큰 힘을 가해도 실험2의 단면이 유체로부터 받는 힘의 크기에는 변화가 없다. O X
- ② 실험1에 같은 크기의 힘을 가한다고 가정했을 때 A, a, A,의 비율이 1:10 이라면 1:5일 때보다 두 배의 일을 할 수 있다. O X
- ③ 과스칼의 법칙에 의하면, 물체에 수직으로 작용하는 힘이 일정하다면, 단면적이 큰 물체일수록 물체에 가해지는 압력은 작아진다. O X
- ④ 부피는 같은 물질이라면 항상 같게 나타나는 물리량이다. O X
- ⑤ 같은 부피의 두 물질이 있을 때, 두 물질의 질량이 다르게 측정된다면 두 물질의 밀도가 다를 것으로 예측할 수 있다. O X


4. 핵심 확인하기

‘교과서 확인하기’의 논지를 잘 이해했는지, OX문제를 통해 확인합니다.

🔍 문제로 확인하기

※ <보기>와 같이 철수가 탄 배가 정지한 호수에 정지해 있다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은?

보기



가. 철수가 배에서 내린다면 더 큰 부력이 작용할 것이다.
나. 지금보다 더 작고 가벼운 배라면 더 큰 부력이 작용할 것이다.
다. 철수와 배에 작용하는 중력의 크기와 합은 물이 배에 작용하는 부력의 크기와 같다.

① 가 ② 나 ③ 가, 나 ④ 가, 다 ⑤ 나, 다

해설 tip

Hint ① 만약 더 작은 배라면 무게가 작아질 것이고, 무게가 작아지면 더 작은 부력이 작용할 것이다.
Hint ② 배가 가벼워지면 무게가 작아질 것이고, 무게가 작아지면 더 작은 부력이 작용할 것이다.
Hint ③ 배가 가벼워지면 무게가 작아질 것이고, 무게가 작아지면 더 작은 부력이 작용할 것이다.

교과서 다시보기

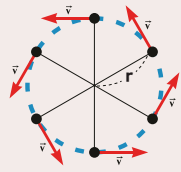
[Supplement] 물속에 속면 물속의 압력을 받았다고 하자. 원래 물이 있던 자리에 압력 당이 들어오면, 물은 압력 당의 무게만큼 밀려나게 된다. 밀려난 물은 압력 당이 차지한 자리에 들어가기로 압력을 받게 되고, 이것이 부력을 발생시킨다. 압력 당의 모든 부분에 작용하는 이 압력을 전부 합하면 압력 당의 무게에 해당하는 물의 무게와 같다. 따라서 부력은 압력 당이 잠긴 부피에 해당하는 물체의 무게와 같다고 할 수 있다.
어떤 물체가 수면 위에 정지해 있다면 이 물체는 같은 크기의 부력과 중력이 작용하는 것으로 볼 수 있다. 부력과 중력은 반대 방향으로 작용하는 힘이므로 물체에 작용하는 압력은 0이 되기 때문이다. 그러므로 수면 위에 떠 있는 물체는 그 상태를 계속 유지할 수 있는 것이다.

5. 문제로 확인하기

주로 과학탐구영역에 출제된 문제를 ‘교과서 확인하기’, 또는 supplement에서 다른 지문만을 읽고 풀 수 있도록 변형한 것입니다. 국어영역의 심화(적용) 문제라 생각하고 접근합니다.

- **해결 tip:** 앞에서 배운 지문과 관련지어 풀이 팁을 제시한 코너입니다.
- **교과서 다시보기:** 문제 풀이에 필요한 교과서 지문을 발췌하여 제시한 코너입니다.

절대필수 자료 **각운동량/각속도**



실제 뒤에 회전하는 물체의 운동

6. 절대필수자료

해당 단원과 관련된 도식, 도표, 그림 등을 살펴보고 분석합니다. 국어영역의 과학 지문에서 자주 등장하는 그림이니 주어진 문제를 풀면서 머릿속에 확실히 넣어 둡니다.

기출 확인하기 1 **문제해결, 각운동량 보존의 원리**

※ 다음 글을 읽고 물음에 답하십시오

회전 운동을 하는 물체는 외부로부터 돌림힘이 작용하지 않는다면 일정한 속도로 회전 운동을 유지하는데, 이를 각운동량 보존 법칙이라 한다. 각운동량은 질량이 m인 작은 알갱이가 회전축으로부터 r만큼 떨어진 속도 v로 운동하고 있을 때 mvr 로 표현된다. 그런데 회전하는 물체의 회전 운동으로 돌림힘이 작용하지 않는다는 것이 지면에서 이해되기 어렵다. 회전하는 물체의 각운동량이 변하지 않고 회전 속도는 변하지 않는다는 것을 이해하기 어렵다. 회전하는 물체의 각운동량을 변화시키는 힘을 돌림힘이라고 한다. 그러면 질량이 같은 물체의 각운동량이 어떻게 표현될까?

아주 작은 균질한 알갱이들로 구성되어 이루어진다고 한 때, 이 알갱이 하나하나를 질량 요소라고 한다. 이 질량 요소

한정된 물체를 이루는 질량 요소들의 회전 방향과 크기가 같다. 따라서 많은 물체 중에서는 물체를 구성하는 질량 요소들이 회전축에 가까워질수록 많은 힘을 받는다. 이 때문에 회전 운동이 일어나게 된다. 질량 요소가 회전축에서 각운동량 보존되기 때문에 각운동량을 매우 작게 받아들이고 회전하는 것이다. 반대로 멀리 떨어진 질량 요소들은 멀리 떨어져 있을수록 각운동량을 매우 작게 받아들이고 회전하는 것이다. 이 때문에 회전하는 물체의 각운동량을 보존하는 것은 어렵다. ■

01 원운동 미로에 알 수 있는 내용으로 적절함 것은?

① 방향이 있는 물체는 회전 방향이 같을수록 회전속도가 같다.

7. 기출 확인하기

실전 문제를 풀며 앞에서 배운 지식들을 점검하고 확인합니다.

"국어 등급을 꿈꾸는 수험생들에게"

우리 모두의 마음속에는 마술램프를 꿈꾸는 심리가 있습니다. 내가 필요할 때마다 옷도 내주고 음식도 내주고 집도 내주는 마술램프. 우리는 공부를 할 때도 그런 마술램프가 있었으면 합니다. 하지만 그런 마술램프는 어디서도 찾을 수 없습니다.

모든 글을 술술 읽어낼 수 있는 기막힌 독해 비법 같은 것이 있다면 얼마나 좋을까요? 하지만 이런 바람은 마치 “이것도 저것도 다 필요 없으니 마술램프 하나만 다오.”라고 말하는 것과 다를 게 없습니다. 특별히 최근 들어 출제되는 불수능 국어영역은 이러한 우리의 생각을 반성하게 합니다. 그리고 독서의 중요성을 다시 한 번 실감하게 합니다.

그런데 막막합니다. 문제집을 풀기도 바쁜데 독서까지 하라니……. 도대체 어떤 책을 읽어야 할까요? 여러분이 가장 우선적으로 읽어야 할 책은 바로 교과서입니다. 특별히 과학, 경제, 철학 영역에서 여러분을 당황하게 만들었던 어려운 제재들은 바로 교과서에 실려 있던 것들입니다. <교과서 독해>를 접하는 여러분들은 그동안 국어 시간에 갖고 닦은 독해 실력으로 과학, 경제, 윤리 등 타 과목 교과서의 본문을 읽게 될 것입니다. 그리고 이렇게 얻은 배경지식은 여러분의 독해 실력을 더욱 탄탄히 다져줄 것이라 확신합니다.

쉽게 얻은 것, 또는 잘못된 방법으로 얻은 것들은 쉽게 잃기 마련입니다. 한 걸음 한 걸음 꿈을 향해 나아가는 정직한 거북이가 되어 봅시다.

저자 일동

PROLOGUE





물리

PART 01 물체가 물속과 공기 중에서 뜨는 이유는 무엇일까?

keyword: 파스칼의 법칙, 일의 원리, 지레의 원리, 연속방정식, 베르누이의 법칙, 밀도, 부력, 양력

PART 02 물체가 회전하는 원리는 무엇일까?

keyword: 회전운동, 각운동량, 각속도, 돌림힘, 힘의 평형

PART 03 소리와 빛은 어떻게 전달될까?

keyword: 파동의 특징, 초음파, 소리의 속력, 파동의 반사/굴절

PART 04 열은 어떤 일들을 할 수 있을까?

keyword: 비열, 온도와 열에너지, 열팽창, 보일 · 샤를의 법칙(이상 기체), 물질의 상태변화

교과서 확인하기 1

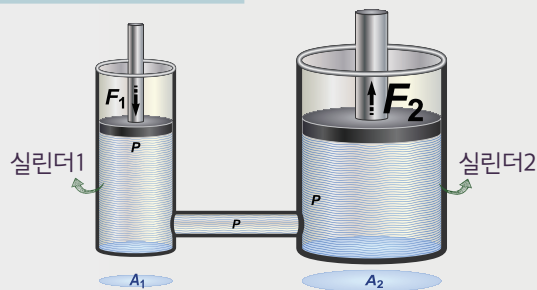
이해하기 Link

돌멩이의 한 부분을 땅치로 세게 때린다면 땅치에 맞은 부분이 깨질 것이다. 그런데 이러한 고체와 달리 유체는 외부로부터 힘을 받을 때 연속적으로 변형되는 특징을 지닌다. 유체에서는 압축에 의해 힘이 전달되기 때문이다. 따라서 유체의 특성을 서술할 때는 '압력'이라는 개념을 사용한다.

밀폐된 공간에 정지해 있는 ***유체**에 가해지는 압력은 단면에 수직으로 작용하고 있는 힘과 그 힘을 받는 면적의 비로 나타낸다. 즉 압력을 P , 수직으로 작용하는 힘을 F , 힘을 받고 있는 면적을 A 라고 할 때 $P = \frac{F}{A}$ 이다. 압력의 단위로는 Pa(파스칼)을 사용하고, 이는 N/m^2 과 같다. 프랑스의 과학자였던 파스칼은 유체 표면에서 압력이 가해질 때 유체의 모든 지점에 같은 크기의 압력이 전달된다는 것을 발견하였다. 이것을 파스칼의 법칙이라고 한다.

sum-up 1

파스칼의 법칙에 의하면 유체 표면에서 압력이 가해질 때 유체의 모든 지점에 같은 크기의 압력이 전달된다.



〈그림1〉

〈그림1〉과 같이 단면적이 각각 A_1 과 A_2 인 ***실린더** 1, 2가 서로 관으로 연결되어 있고, 관은 액체로 채워져 있으며, 두 실린더에 모두 움직일 수 있는 ***피스톤**이 설치되어 있다고 가정해 보자. 실린더1의 피스톤에 힘 F_1 을 작용한다면 실린더1의 피스톤이 유체에 작용하는 압력은 $P = \frac{F_1}{A_1}$ 이 된다. 파스칼 법칙에 따라 압력은 유체 내의 어디나 같기 때문에 실린더2의 피스톤에도 같은 압력이 작용한다. 따라서 압력 $P = \frac{F_1}{A_1}$ 이 피스톤2의 단면적 모든 부분에 작용하기 때문에 $\frac{F_2}{A_2} = \frac{F_1}{A_1}$ 으로부터 실린더1에 작용한 힘 F_1 은 실린더2에 작용하는 힘 $F_2 = \frac{A_2}{A_1} F_1$ 으로 나타낼 수 있다. 그리고 이 식으로부터 실린더2의 단면적 A_2 가 실린더1의 단면적 A_1 보다 더 크면 클수록 더 큰 힘을 얻게 됨을 알 수 있다.

sum-up 2

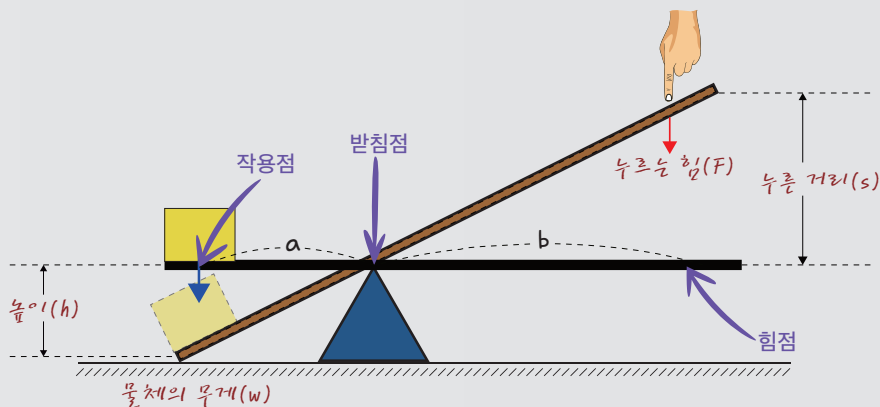
그림의 장치를 활용하면 (□작은 힘 □큰 힘)을 주어서 (□작은 힘 □큰 힘)을 얻을 수 있다.

수능국어
필수어휘

***유체:** 액체와 기체를 합쳐 부르는 용어. 변형이 쉽고 흐르는 성질을 갖고 있으며 형상이 정해지지 않았다는 특징이 있다.

***실린더와 피스톤:** 실린더는 속이 빈 원통 모양의 장치를 말하며 피스톤은 실린더 안에서 왕복 운동을 하는 원통이나 원판 모양으로 된 부품을 말한다.

일은 물체에 가해진 힘과 이동 거리의 곱으로 표현할 수 있다. 위 실험에서 작은 피스톤은 단면적이 작기 때문에 같은 부피의 유체를 밀어내기 위해서는 힘은 적게 들이지만 더 많은 거리를 이동해야 한다. 결과적으로 작은 피스톤은 적은 힘으로 긴 거리를 이동하고 큰 피스톤은 큰 힘으로 짧은 거리를 이동하게 된다. 따라서 두 피스톤이 유체에 작용한 일은 같다고 볼 수 있다. 이와 같이 두 피스톤이 한 일은 지레의 원리로 설명할 수 있다.



<그림2>

<그림2>와 같이 지레에는 힘이 직접 작용하는 힘점, 지레를 움직이지 않도록 고정시켜 주는 받침점, 힘이 물체에 작용하는 작용점이 있다. 지레를 이용하여 일을 할 때 받침점으로부터 힘점까지의 거리(b)가 멀수록 작은 힘으로 물체를 들어 올릴 수 있지만 지레의 이동 거리는 길어진다. 이와 같은 지레의 원리를 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$\text{물체의 무게}(w) \times \text{높이}(h) = \text{누르는 힘}(F) \times \text{누른 거리}(s)$$

sum-up 3

작은 피스톤은 단면적이 작으므로 같은 부피의 유체를 밀어내기 위해 ()은 더 적게 들이지만, 더 많은 ()를 이동해야 하기 때문에 결과적으로 큰 피스톤과 같은 크기의 ()을 하게 된다.

이해하기 Link

<그림1>과 <그림2>를 다음과 같이 대응시킬 수 있다.

물체에 가해지는 힘

⇒ 큰 피스톤에 가해지는 힘

손으로 누르는 힘

⇒ 작은 피스톤에 가해지는 힘



"부력"

부력은 물체가 물이나 공기 중에서 뜰 수 있게 해 주는 힘을 말하는데, 앞에서 배운 유체의 압력으로 인해 생겨나는 대표적인 힘이라 할 수 있다. 아르키메데스는 <뜨는 물체에 관하여>라는 책에서 “액체에 잠긴 물체는 잠긴 부분의 부피에 해당하는 액체의 무게만큼 가벼워진다.”라고 말하였다. 이것을 아르키메데스 법칙이라고 한다.

물속에 육면체 금속 덩이를 넣었다고 하자. 원래 물이 있던 자리에 금속 덩이가 들어오면, 물은 금속 덩이의 부피만큼 밀려나게 된다. 밀려난 물은 금속 덩이가 차지한 자리로 되돌아가려고 압력을 주게 되고, 이것이 부력을 발생시킨다. 금속 덩이의 모든 부분에 작용하는 이 압력을 전부 합하면 금속 덩이의 부피에 해당하는 물의 무게와 같다. 따라서 부력은 금속 덩이가 잠긴 부피에 해당하는 유체의 무게와 같다고 할 수 있다.

지구가 물체를 잡아당기는 힘, '무게'와 같은 개념으로 생각하면 됨

어떤 물체가 수면 위에 정지해 있다면 이 물체에는 같은 크기의 부력과 중력이 작용하는 것으로 볼 수 있다. 부력과 중력은 반대 방향으로 작용하는 힘이므로 물체에 작용하는 합력은 0이 되기 때문이다. 그러므로 수면 위에 떠 있는 물체는 그 상태를 계속 유지할 수 있는 것이다.

부력은 단지 물과 같은 액체에서만 볼 수 있는 것이 아니라 기체에서도 나타난다. 다만 우리 몸이 물속에 들어갔을 때 느낄 수 있는 효과와는 달리, 대기 중에서는 그 효과가 매우 작을 뿐 아니라 이미 대기 중에서의 생활에 익숙해 있기 때문에 우리가 느끼지 못할 뿐이다. 대기 중에서 부력과 관련된 현상은 놀이 공원에서 살 수 있는 헬륨 풍선이나 날아가는 열기구에서 잘 볼 수 있다.

아르키메데스의 예화를 좀 더 자세히 살펴보자. 히론 왕은 세공사에게 순금100%의 왕관을 만들라고 지시했다. 히론 왕은 세공사가 혹시 자신의 왕관에 은과 같은 다른 물질을 넣어 왕관을 만들고 순금을 착취해 갔는지 의심하여 이를 아르키메데스에게 알아보라고 명령했다.



$$\text{밀도} = \frac{\text{질량}}{\text{부피}}$$

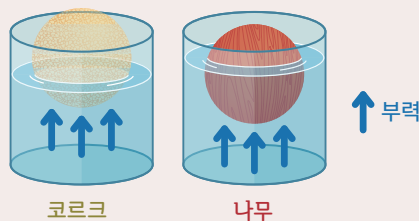
아르키메데스는 여러분도 잘 알고 있는 위와 같은 공식을 떠올렸다. 모든 물질들은 고유 밀도를 가지고 있으므로 순금 왕관의 밀도와 세공사가 만든 왕관의 밀도를 비교하여 차이가 있는지 살펴보면 될 것이다. 그러기 위해서는 두 왕관의 질량과 부피를 측정해야 한다. 질량을 측정하는 것은 쉬운데, 문제는 부피였다. 순금처럼 일반적으로 사각형인 물질이라면 측정이 용이하나 왕관은 모양이 복잡해 부피 측정이 어려웠다. 며칠동안 곰곰히 생각해도 금관의 부피를 측정할 방법이 없었다.

어느날 아르키메데스는 목욕을 하기 위해 욕조에 들어갔다. 그러자 그의 몸이 욕조안의 공간을 차지하게 되면서 그 공간에 있던 물을 밀어내 욕조 밖으로 넘치는 것을 알아냈다. 그는 너무 기쁜 나머지 옷을 벗은 것도 잊은 채 목욕탕에서 나와 왕에게 달려갔다.

아르키메데스는 물이 가득찬 용기에 세공사가 만든 왕관을 넣고 넘친 물의 양을 측정했다. 그리고 다음에 왕관과 같은 무게의 순금 덩어리를 집어넣어 넘친 물의 양을 측정했다. 넘친 물의 양이 같으면 금관은 순금으로 만들어진 것이고 다르면 다른 물질이 섞여있는 것이다. 측정 결과 금관을 넣었을 때 더 많은 물이 쏟아졌다. 아르키메데스는 세공사가 왕을 속이고 금관에 은을 섞어 만들고 순금을 훔쳤다는 사실을 알아냈다.

이재식샘의
보충Point

샘이 밀도 공식에 별표를 왜 쳤을까? 중요하기 때문이다. 이 공식은 무조건 암기해 두도록 한다. 밀도 개념을 충분히 알았다면 이제 아래 그림도 함께 살펴보자. 이번엔 두 물질의 부피가 같은데, 물에 잠긴 정도가 다르다. 왜 그럴까? 질량이 다르기 때문이다. 같은 부피인데 질량이 다르게 나타난 것은 코르크와 나무가 다른 물질임을 의미한다. 부력의 원리와 함께 밀도는 물질마다 다르게 나타나는 고유한 물리량이라는 사실도 함께 알아두자.





핵심원리 뽑기

파스칼의 법칙

- 유체 표면에서 압력이 가해질 때 유체의 모든 지점에 같은 크기의 ⁽¹⁾이 전달된다.
- 실린더2의 단면적 A_2 가 실린더1의 단면적 A_1 보다 더 크면 클수록 가해준 힘에 비해 더 큰 힘을 얻게 된다.

$$F_2 = \frac{A_2}{A_1} F_1$$

일의 원리

도구를 이용하면 더 작은 힘으로 일을 할 수 있지만 도구를 이용할 때나 이용하지 않을 때나 힘이 한 ⁽²⁾의 양은 같다.

부력

물체가 유체 속에 있을 때 위로 뜨게 하는 힘

⁽³⁾

물질의 질량을 부피로 나눈 값으로 물질마다 고유한 값을 지닌다.

① 하되 ② 더 ③ 더



핵심 확인하기

- ① 실린더1의 단면에 F_1 보다 더 큰 힘을 가해도 실린더2의 단면이 유체로부터 받는 힘의 크기에는 변함이 없다. O X
- ② 실린더1에 같은 크기의 힘을 가한다고 가정했을 때 A_1 과 A_2 의 비율이 1:10이라면 1:5일 때보다 두 배의 일을 할 수 있다. O X
- ③ 파스칼의 법칙에 의하면, 물체에 수직으로 작용하는 힘이 일정하다면, 단면적이 큰 물체일수록 물체에 가해지는 압력은 작아진다. O X
- ④ 부피는 같은 물질이라면 항상 같게 나타나는 물리량이다. O X
- ⑤ 같은 부피의 두 물질이 있을 때, 두 물질의 질량이 다르게 측정된다면 두 물질의 밀도가 다를 것으로 예측할 수 있다. O X



문제로 확인하기

※ <보기>와 같이 철수가 탄 배가 잔잔한 호수에 정지해 있다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은?

보기



- ㄱ. 철수가 배에서 내린다면 더 큰 부력이 작용할 것이다.
 ㄴ. 지금보다 더 작고 가벼운 배라면 더 큰 부력이 작용할 것이다.
 ㄷ. 철수와 배에 작용하는 중력의 크기의 합은 물이 배에 작용하는 부력의 크기와 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

해결 Tip

Hint ① 앞에서 부력은 금속 덩이가 잠긴 부피에 해당하는 유체의 무게와 같음을 배웠었다. 여기서도 '배 + 철수'가 금속 덩이에 해당한다.

Hint ② 배가 가벼워진다면 배는 그만큼 더 가벼워질 것이고, 배는 가벼워진 만큼 수면에 덜 잠기게 될 것이다.

교과서 다시보기

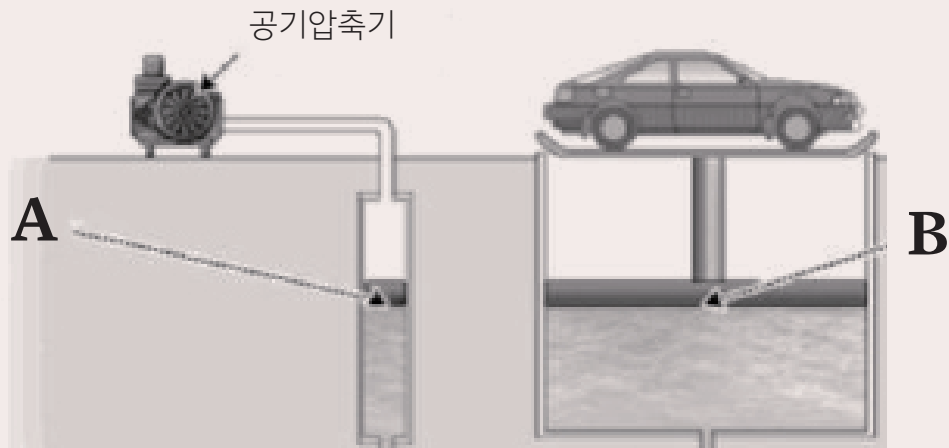
[supplement] 물속에 육면체 금속 덩이를 넣었다고 하자. 원래 물이 있던 자리에 금속 덩이가 들어오면, 물은 금속 덩이의 부피만큼 밀려나게 된다. 밀려난 물은 금속 덩이가 차지한 자리로 되돌아가려고 압력을 주게 되고, 이것이 부력을 발생시킨다. 금속 덩이의 모든 부분에 작용하는 이 압력을 전부 합하면 금속 덩이의 부피에 해당하는 물의 무게와 같다. 따라서 부력은 금속 덩이가 잠긴 부피에 해당하는 유체의 무게와 같다고 할 수 있다.

어떤 물체가 수면 위에 정지해 있다면 이 물체에는 같은 크기의 부력과 중력이 작용하는 것으로 볼 수 있다. 부력과 중력은 반대 방향으로 작용하는 힘이므로 물체에 작용하는 합력은 0이 되기 때문이다. 그러므로 수면 위에 떠 있는 물체는 그 상태를 계속 유지할 수 있는 것이다.



절대필수 자료

파스칼의 법칙



파스칼의 원리를 이용한 공기압축기



교과서 다시보기

프랑스의 과학자였던 파스칼은 유체 표면에서 압력이 가해질 때 유체의 모든 지점에 같은 크기의 압력이 전달된다는 것을 발견하였다. 이것을 파스칼의 법칙이라고 한다.

실린더1에 작용한 힘 F_1 은 실린더2에서는 힘 $F_2 = \frac{A_2}{A_1} F_1$ 으로 나타난다. 이 식으로부터 실린더2의 단면적 A_2 가 실린더1의 단면적 A_1 보다 더 크면 클수록 더 큰 힘을 얻게 됨을 알 수 있다.

작은 피스톤은 단면적이 작기 때문에 같은 부피의 유체를 밀어내기 위해서는 힘은 적게 들지만 더 많은 거리를 이동해야 한다. 즉 작은 피스톤은 작은 힘으로 긴 거리를 이동하는 데 비해 큰 피스톤은 큰 힘으로 짧은 거리를 이동하므로 두 피스톤이 유체에 작용한 일은 같게 된다. 지레를 이용하여 일을 할 때 받침점으로부터 힘점까지의 거리가 멀수록 작은 힘으로 물체를 들어 올릴 수 있지만 지레의 이동 거리는 길어진다.

01 공기 압축기의 기능이 무엇인지 써 보자.

A에 힘을 가하는 역할을 함

02 교과서 확인하기 1문단에서 ‘기름’에 해당하는 말이 무엇인지 찾아 써 보자.

03 A와 B에 작용하는 압력의 크기는?

☐ $A > B$ ☐ $A < B$ ☐ $A = B$

04 다른 조건은 변함없다고 가정했을 때, B가 더 큰 힘을 받을 수 있는 방법은?

B의 단면적을 (☐작게 ☐크게) 한다.

05 A에 압력을 가했을 때, 표면이 이동하는 거리는?

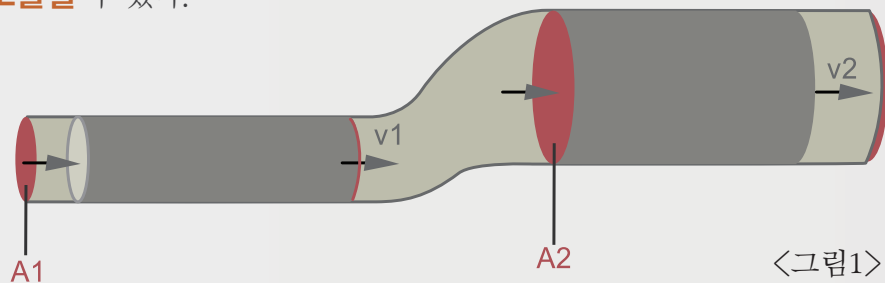
☐ $A > B$ ☐ $A < B$ ☐ $A = B$

교과서 확인하기 2

이해하기 Link

질량보존의 법칙은 프랑스의 화학자 라부아지에에 의해 발견된 것으로 화학반응의 전후에서 반응물질의 질량과 생성물질의 질량은 같다는 법칙이다. 연속 방정식은 결과적으로 질량보존의 법칙을 전제로 유도된 것이라 할 수 있다.

유체의 연속방정식은 유체의 질량이 보존되어야 한다는 것을 의미한다. 즉 유체가 관을 따라 흐를 때, 주어진 시간 동안 이동한 유체의 질량이 어느 지점에서나 항상 같아야 한다는 것이다. 예를 들어 <그림1>과 같이 굵기가 변하는 관을 통해 유체가 통과한다고 하자. 질량이 보존되어야 하기 때문에 같은 시간 동안 단면적 A_1 과 A_2 를 통과한 질량은 서로 같아야 한다. 그러기 위해서는 좁은 관을 통과할 때는 넓은 관을 통과할 때보다 속도(v)가 빨라야 할 것이다. 이러한 원리를 고려했을 때, $V_1 A_1 = V_2 A_2$ 라는 식을 ***도출**할 수 있다.



<그림1>

sum-up 1 연속방정식에 의하면 유체가 관을 따라 흐를 때 어느 지점에서나 질량이 항상 같아야 하므로 좁은 관을 통과할 때는 넓은 관을 통과할 때보다 속도가 빠르다.

수능국어 필수어휘

***도출하다:** 판단이나 결론 따위를 이끌어 내다.

***점성:** 액체의 끈끈한 성질

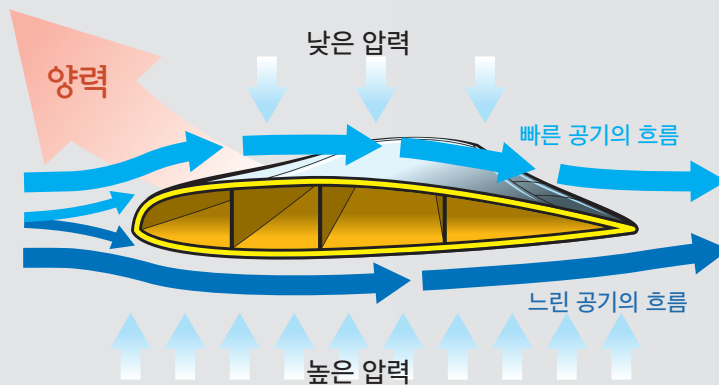
***인접하다:** 이웃하여 있다. 옆에 닿아 있다.

한편 베르누이는 비압축적이고 ***점성**을 가지지 않은 유체가 같은 경로를 이동할 때 빠르게 움직이는 유체가 천천히 흐르는 유체보다 작은 압력을 준다는 사실을 발견했다. 이를 베르누이 법칙이라고 한다. 예를 들어 헤어드라이어를 위로 곧게 향하게 한 후 작동시키는 상황을 상상해 보자. 헤어드라이어가 작동하면 주둥이 가까이에 공기가 흐르는 경로에 탁구공을 위치시키고 손을 떼다. 이 때 탁구공은 공기가 흐르는 경로 가운데에 머물러 있는 것을 관찰할 수 있게 된다. 이는 공 주위에서 빠르게 흐르는 공기가 방안의 정지된 공기보다 압력이 낮기 때문에 나타난 현상이다. 즉 정지된 공기의 압력이 더 크기 때문에 이 공기가 빠르게 움직이는 공기를 밀어서 공을 제자리에 머물게 만든 것이다.

sum-up 2

탁구공이 공기의 흐름 경로 가운데 머물러 있게 된 것은 정지된 공기의 압력이 흐르는 공기의 압력보다 더 (□작기 □크기) 때문이다.

양력을 얻기 좋은 항공기의 날개 모양은 베르누이의 법칙이 적용된 대표적인 예 중의 하나이다. <그림2>와 같이 날개 앞에서 *인접한 공기 입자가 동시에 출발하여 날개 뒤에서 동시에 만난다고 한다면, 날개 위를 지나가는 공기의 흐름은 날개 아래를 지나간 공기의 흐름보다 빨라야 한다. 빠르게 움직이는 유체가 천천히 흐르는 유체보다 작은 압력을 준다는 베르누이의 법칙에 따라 날개의 윗부분에는 낮은 압력이, 아랫부분에는 높은 압력이 주어지고, 결국 이러한 압력차가 양력을 발생시킨다. 양력이 비행기의 중력보다 커진다면 비행기는 위로 뜰 수 있게 된다.



<그림2>

sum-up 3

양력이 발생하는 이유는 날개 위를 지나가는 공기와 아래를 지나가는 공기의 () 차에 의해 ()의 차이가 발생하기 때문이다.

이해하기 Link

양력은 부력과 마찬가지로 물체를 떠오르게 하는 힘이다. 그런데 양력은 부력과 달리 유체의 흐름, 즉 유체의 움직임이 있어야 생길 수 있는 힘이다.

여기서의 중력은 지구가 비행기의 무게만큼 아래로 잡아당기는 힘으로 볼 수 있다.

"비행기에 작용하는 힘"

비행기에 작용하는 힘은 다음과 같다.

- **중력:** 물체를 아래로 끌어당기는 힘으로, 이 때문에 물체는 무게를 지니게 된다. 중력이 없다면 비행기는 착륙할 수 없을 것이다.
- **양력:** 비행기가 공기 중에 떠 있도록 지탱하는 힘을 말한다. 날개는 비행기에 작용하는 대부분의 양력을 만들어 낸다.
- **추진력:** 비행기를 앞으로 나갈 수 있게 하는 힘으로써 주로 엔진의 프로펠러에 의해 생겨난다.
- **저항력:** 공기와의 마찰과 기압의 차이에 의해 발생한다. 차창 밖으로 손을 내밀면 손이 뒤로 밀리는 것을 느낄 수 있는데, 이것이 저항력이다. 저항력은 비행기의 속도를 늦추고 비행기가 착륙할 수 있도록 해준다.

이영미샘의
보충Point

이 네 가지 힘 각각이 비행기에 작용하여 비행기를 각기 다른 방식으로 움직이게 만드는 것이다. 양력은 중력과 서로 반대 방향으로 작용하고, 추진력은 저항력의 반대 방향으로 작용한다. 이 힘들이 균형을 이루면 비행기는 수평 방향으로 비행한다. 양력과 추진력이 무게와 저항력보다 더 강하면 비행기가 위로 떠오른다. 무게와 저항력이 양력과 추진력보다 더 크면 비행기는 아래로 내려간다. 비행기는 비행에 관련된 이 네 가지 힘이 작용으로 날 수 있는 것이다. 다음 그림을 참고하면 더 쉽게 이해할 수 있을 것이다.





핵심원리 뽑기

유체의
연속방정식

- 유체가 관을 따라 흐를 때, 주어진 시간 동안 이동한 유체의 (①)이 어느 지점에서나 항상 같아야 한다.
- 좁은 관을 통과할 때는 넓은 관을 통과할 때보다 속도(v)가 빨라야 한다.

베르누이
법칙

빠르게 움직이는 유체가 천천히 흐르는 유체보다 작은 압력을 준다.

양력

물체의 윗면과 아랫면을 지나는 유체의 (②)에 따라 (③)의 차이가 발생할 때 물체를 위로 떠오르게 하는 힘

① 회유 ② 속력 ③ 양력



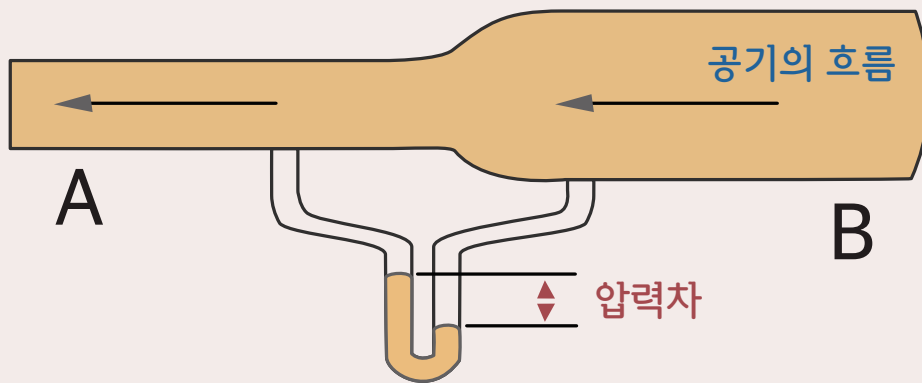
핵심 확인하기

- ① 양력이 발생하는 순간 비행기는 위로 떠오를 수 있다. O X
- ② 베르누이의 원리는 유체가 고정되어 있을 때 생겨나는 현상을 설명해준다. O X
- ③ 항공기의 날개 윗면과 아랫면의 모양이 다른 것은 공기의 속도 차를 발생시킨다. O X
- ④ 비행기의 날개에 양력이 생기려면 날개 위와 아래에서 압력의 차이가 발생해야 한다. O X
- ⑤ 탁구공 실험에서 탁구공이 머물러 있는 것은 공기의 압력 차 때문에 생겨나는 현상이다. O X
- ⑥ 중력은 비행기를 착륙시키는 힘으로 작용한다. O X
- ⑦ 무게와 저항력이 양력과 추진력보다 크면 비행기가 위로 떠오를 수 있다. O X



절대필수 자료

베르누이 법칙



벤츄리관

01 속력이 더 빠른 곳은?
☐ A ☐ B

02 압력이 더 큰 곳은?
☐ A ☐ B

03 '벤츄리관'의 역할을 다음과 같이 설명하려고 한다. 알맞은 말을 선택해 보자.

공기가 (□좁은 □넓은) 통로를 지날 때는 공기의 속력이 증가하여 내부 압력이 낮아진다. 공기는 압력(기압)이 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동하기 때문에, 내부 압력이 낮아진 쪽의 물기둥의 높이는 (□낮아진다 □높아진다.) 이를 넓은 통로와 연결된 물기둥의 높이와 비교하여 그 차이를 살펴봄으로써, 유체의 ()이나 ()의 변화를 측정할 수 있다.

교과서 다시보기

유체의 연속방정식은 유체의 질량이 보존되어야 한다는 것을 의미한다. 즉 유체가 관을 따라 흐를 때, 주어진 시간 동안 이동한 유체의 질량이 어느 지점에서나 항상 같아야 한다는 것을 뜻한다. 예를 들어 <그림1>과 같이 굵기가 변하는 관을 통해 유체가 통과한다고 하자. 질량이 보존되어야 하기 때문에 같은 시간 동안 단면적 A_1 과 A_2 를 통과한 질량은 서로 같아야 한다. 그러기 위해서는 좁은 관을 통과할 때는 넓은 관을 통과할 때보다 속도(v)가 빨라야 할 것이다. 이러한 원리를 고려했을 때, $V_1 A_1 = V_2 A_2$ 라는 식을 도출할 수 있다. -- 한편 베르누이는 비압축적이고 점성을 가지지 않은 유체가 같은 경로를 이동할 때 빠르게 움직이는 유체가 천천히 흐르는 유체보다 작은 압력을 준다는 사실을 발견했다. 이를 베르누이 법칙이라고 한다.



※ 다음 글을 읽고 물음에 답하시오

어떤 물체가 물이나 공기와 같은 유체 속에서 자유 낙하할 때 물체에는 중력, 부력, 항력이 작용한다. 중력은 물체의 질량에 중력 가속도를 곱한 값으로 물체가 낙하하는 동안 일정하다. 부력은 어떤 물체에 의해서 배제된 부피만큼의 유체의 무게에 해당하는 힘으로, 항상 중력의 반대 방향으로 작용한다. 빗방울에 작용하는 부력의 크기는 빗방울의 부피에 해당하는 공기의 무게이다. 공기의 밀도는 물의 밀도의 1,000분의 1 수준이므로, 빗방울이 공기 중에서 떨어질 때 부력이 빗방울의 낙하 운동에 영향을 주는 정도는 미미하다. 그러나 스티로폼 입자와 같이 밀도가 매우 작은 물체가 낙하할 경우에는 부력이 물체의 낙하 속도에 큰 영향을 미친다.

물체가 유체 내에 정지해 있을 때와는 달리, 유체 속에서 운동하는 경우에는 물체의 운동에 저항하는 힘인 항력이 발생하는데, 이 힘은 물체의 운동 방향과 반대로 작용한다. 항력은 유체 속에서 운동하는 물체의 속도가 커질수록 이에 상응하여 커진다. 항력은 마찰 항력과 압력 항력의 합이다. 마찰 항력은 유체의 점성 때문에 물체의 표면에 가해지는 항력으로, 유체의 점성이 크거나 물체의 표면적이 클수록 커진다. 압력 항력은 물체가 이동할 때 물체의 전후방에 생기는 압력 차에 의해 생기는 항력으로, 물체의 운동 방향에서 바라본 물체의 단면적이 클수록 커진다.

안개비의 빗방울이나 미세 먼지와 같이 작은 물체가 낙하하는 경우에는 물체의 전후방에 생기는 압력 차가 매우 작아 마찰 항력이 전체 항력의 대부분을 차지한다. 빗방울의 크기가 커지면 전체 항력 중 압력 항력이 차지하는 비율이 점점 커진다. 반면 스카이다이버와 같이 큰 물체가 빠른 속도로 떨어질 때에는 물체의 전후방에 생기는 압력 차에 의한 압력 항력이 매우 크므로 마찰 항력이 전체 항력에 기여하는 비중은 무시할 만하다.

빗방울이 낙하할 때 처음에는 중력 때문에 빗방울의 낙하 속도가 점점 증가하지만, 이에 따라 항력도 커지게 되

어 마침내 항력과 부력의 합이 중력의 크기와 같아지게 된다. 이때 물체의 가속도가 0이 되므로 빗방울의 속도는 일정해지는데, 이렇게 일정해진 속도를 종단 속도라 한다. 유체 속에서 상승하거나 지면과 수평으로 이동하는 물체의 경우에도 종단 속도가 나타나는 것은 이동 방향으로 작용하는 힘과 반대 방향으로 작용하는 힘의 평형에 의한 것이다. ■

01 윗글을 통해 알 수 있는 내용으로 가장 적절한 것은?

- ① 스카이다이버가 낙하 운동할 때에는 마찰 항력이 전체 항력의 대부분을 차지하게 된다.
- ② 물체가 유체 속에서 운동할 때 물체 전후방에 생기는 압력 차는 그 물체의 속도를 증가시킨다.
- ③ 낙하하는 물체의 속도가 종단 속도에 이르게 되면 그 물체의 가속도는 중력 가속도와 같아진다.
- ④ 균일한 밀도의 액체 속에서 낙하하는 동전에 작용하는 부력은 항력의 크기에 상관없이 일정한 크기를 유지한다.
- ⑤ 균일한 밀도의 액체 속에 완전히 잠겨 있는 쇠막대에 작용하는 부력은 서 있을 때보다 누워 있을 때가 더 크다.

02 윗글을 바탕으로 <보기>에 대해 탐구한 내용으로 가장 적절한 것은?

보기

크기와 모양은 같으나 밀도가 서로 다른 구 모양의 물체 A와 B를 공기 중에 고정하였다. 이때 물체 A와 B의 밀도는 공기보다 작으며, 물체 B의 밀도는 물체 A보다 더 크다. 물체 A와 B를 놓아 주었더니 두 물체 모두 속도가 증가하며 상승하다가, 각각 어느 정도 시간이 지난 후 각각 다른 일정한 속도를 유지한 채 계속 상승하였다. (단, 두 물체는 공기나 다른 기체 중에서 크기와 밀도가 유지되도록 제작되었고, 물체 운동에 영향을 줄 수 있는 기체의 흐름과 같은 외적 요인들이 모두 제거되었다고 가정함.)

- ① A와 B가 고정되어 있을 때에는 A에 작용하는 항력이 B에 작용하는 항력보다 더 작겠군.
- ② A와 B가 각각 일정한 속도를 유지할 때 A에 작용하고 있는 항력은 B에 작용하고 있는 항력보다 더 작겠군.
- ③ A에 작용하는 부력과 중력의 크기 차이는 A의 속도가 증가하고 있을 때보다 A가 고정되어 있을 때 더 크겠군.
- ④ A와 B 모두 일정한 속도에 도달하기 전에 속도가 증가하는 것으로 보아 A와 B에 작용하는 항력이 점점 감소하기 때문에 일정한 속도에 도달하는 것이겠군.
- ⑤ 공기보다 밀도가 더 큰 기체 내에서 B가 상승하여 일정한 속도를 유지할 때 B에 작용하는 항력은 공기 중에서 상승하여 일정한 속도를 유지할 때 작용하는 항력보다 더 크겠군.

MEMO

학재능샘의 국어공부

TIPS



휴식은 부정적인 것일까? 전혀 그렇지 않다. 오히려 휴식은 없으면 안 된다. 반드시 해야 하는 것이다. 충분한 휴식이 없다면, 계속 공부하는 것은 계속 노는 것이나 마찬가지로 결과를 초래할 수도 있다. 결국 능률이 오르지 않아서 지치고 포기하게 되기 때문이다. 이러한 이유로 휴식은 반드시 취하되 단, 올바른 방법으로 취하기를 권한다.

지도하는 학생들을 보니 보통 평일에 열심히 공부하고 주말이나 공휴일에 휴식을 취하는 것 같다. 친구들과 영화를 보러 가거나, 카페에 가서 쉬거나 하는 시간이 모두 주말에 몰려 있는 듯하다. 이런 학생들에게는, 그것이 잘못된 방법은 아니지만 그렇다고 효율적인 방법도 아니라는 사실을 말해주고 싶다.

빨간 날은 말 그대로 그냥 법정 공휴일일 뿐이다. 내가 휴식하는 날은 철저하게 '나'를 기준으로 정해야 하는데, 샘의 학생들에게는 공부할 책 전체의 진도가 종료되면 쉬는 방식을 택하라고 권해준다. 예를 들면 문제집 한 권을 다 풀면 (그게 월요일이 되더라도) 무조건 그날은 쉬는 것이다. 반대로 주말이나 공휴일이 되어도 본인이 목표했던 진도가 끝나지 않았다면 쉬면 안 된다.



휴식에는 전제가 하나 있다. 쉬는 것 자체가 목적이 아니라, 휴식도 목표를 이루기 위한 하나의 과정일 뿐이라는 사실이다. 나의 목표를 이루는 것과 아무 관계가 없다면 휴식은 큰 의미가 없다. 단지 남들이 다 쉬는 날이니깐 쉬는 것은 나에게서는 아무 의미가 없다.

‘공부가 하나 끝나야 쉰다’는 원칙을 세우고, 휴식다운 휴식을 실천해 보자.





※ 다음 글을 읽고 물음에 답하시오

파스칼의 원리는 “간힌 유체에 가해지는 압력은 유체의 모든 부분과 용기의 벽에 약해지지 않고 전달된다.”로 정의된다. 고체의 표면에 힘이 작용할 때 압력은 그 힘이 작용한 원래 방향으로만 고체를 통해 전달되는 것과 달리 유체에서는 힘이 일으키는 압력이 유체를 통해 전달되어 모든 면에 미친다. 예를 들어 튜브에 공기를 불어넣으면 튜브의 모든 부분이 부풀어 오른다. 유체의 이러한 성질은 파스칼의 원리 때문인데, 이 원리는 다양한 분야에 활용되고 있다.

압력이란 단위 면적에 가해지는 힘을 말한다. 그러므로 압력의 단위인 파스칼(Pa)은 힘의 단위인 뉴턴(N)을 면적의 단위인 제곱미터(m^2)로 나눈 것에 해당한다. 이는 동일한 크기의 힘이라도 좁은 면적에 가해지면 압력이 증가한다는 의미이다. 역으로 어떤 작은 정사각형의 면에 가해진 압력에 그 정사각형의 면적을 곱해 주면 그 면에 가해지는 힘을 구할 수 있다.



유체의 이러한 성질은 수리학 시스템에서 널리 이용된다. <그림>처럼 작은 피스톤과 실린더가 관을 통해 더 큰 피스톤과 실린더에 연결되어 있다고 해 보자. 중력 효과와 유체의 압축으로 인한 힘의 손실은 무시할 수 있다고 하면 두 실린더와 연결관 안에 유체가 있을 때 왼쪽의 피스톤에 F_1 의 힘이 가해지면 피스톤의 단면적이 A_1 일 때 유체에 미치는 압력은 $\frac{F_1}{A_1}$ 이 된다. 파스칼의 원리에 의해 연결관과 더 큰 실린더 안의 유체까지 모든 유체에는 같은 압력이 미치고 그 유체를 둘러싸고 있는 벽에도 같은 압력이 미친다. 그러므로 더 큰 실린더의 피스톤에 미치는 압력은 $\frac{F_1}{A_1}$ 이고 이것이 피스톤의 단면적에 미치므로 피스톤이 유체로부터

받는 힘 F_2 는 $\frac{F_1}{A_1} \times A_2$, 즉 $\frac{A_2}{A_1} F_1$ 이다. 이 힘은 A_2 가 A_1 보다 크므로 F_1 보다 크다. 즉 피스톤의 단면적 비율만큼 작은 힘을 주어서 큰 힘을 얻을 수 있는데 만약 $A_1 : A_2 = 1 : 10$ 이면 10배의 힘을 얻을 수 있다.

이러한 수리학 시스템의 기본적인 원리는 도르래나 지레와 같다. 작은 피스톤은 단면적이 작기 때문에 같은 부피의 유체를 밀어내기 위해서는 힘은 적게 들이지만 더 많은 거리를 이동해야 한다. 일은 물체에 가해진 힘과 이동 거리의 곱으로 표현이 되는데, 작은 피스톤은 작은 힘으로 긴 거리를 이동하는 데 비해 큰 피스톤은 큰 힘으로 짧은 거리를 이동하므로 두 피스톤이 유체에 작용한 일은 같게 된다. 이는 마치 지레에서 받침점을 무거운 물체 쪽에 가까이 두면 적은 힘으로 무거운 물체를 들 수 있지만, 같은 높이만큼 물체를 들어올리기 위해서 더 많은 거리를 눌러 주어야 하는 것과 같은 원리이다. ■

01 <그림>에 대한 이해로 적절하지 않은 것은?

- ① F_1 과 F_2 의 값이 다른 이유는 A_1 과 A_2 의 차이 때문이다.
- ② F_1 이 A_2 에 전달되려면 연결된 실린더의 내부는 밀폐되어야 한다.
- ③ 다른 조건이 일정할 때 A_2 의 값이 현재보다 크면 더 큰 힘을 얻을 수 있다.
- ④ A_2 에 F_1 보다 더 큰 힘을 가해도 A_2 가 유체로부터 받는 힘의 크기에는 변함이 없다.
- ⑤ 작은 피스톤을 밀어 큰 피스톤을 움직일 때와 큰 피스톤을 밀어 작은 피스톤을 움직일 때 작용한 일은 같다.

02 <보기>는 파스칼의 원리를 활용하여 만든 ‘자동차 승강기’의 구조를 단순화하여 나타낸 그림이다. 이에 대한 설명으로 적절하지 않은 것은?

보기

- A의 단면적은 B의 단면적의 1/20이라고 가정함
- 양 쪽 통은 기름으로 채워져 있고 관으로 연결되어 있음
- 공기압축기는 A에 힘을 가하는 역할을 함

- ① A에 가한 힘은 기름을 통해 B로 전달된다.
- ② B의 단면적이 A의 30배라면 현재보다 더 큰 힘을 얻을 수 있다.
- ③ A에 일정 크기의 힘을 가하면 B에는 A보다 더 큰 압력이 작용한다.
- ④ A에 압력을 가한 후 B의 표면보다 A의 표면이 이동하는 거리가 더 크다.
- ⑤ B의 단면적이 A의 단면적보다 넓기 때문에 작은 힘으로도 큰 힘을 얻을 수 있다.

MEMO



※ 다음 글을 읽고 물음에 답하시오

배가 심하게 흔들리면 많은 어려움을 겪게 된다. 현재 배의 흔들림을 줄이기 위해 많이 쓰이고 있는 장치는 ‘빌지킬’, ‘안티롤링 탱크’, ‘핀 안정기’ 등 세 가지이다.

‘빌지킬’은 흔들림을 줄이기 위해 가장 많이 쓰이는 장치로 군함뿐만 아니라 많은 배들이 사용하고 있다. 빌지킬은 물에 잠기는 배의 측면에 붙이는 얇은 판을 가리킨다. 빌지킬을 갖춘 배는 얇은 판이 배 양쪽에 하나씩 두 개가 설치되어 있다. 빌지킬이 있으면 배가 왼쪽으로 기울기 시작할 때 왼쪽에 있는 빌지킬로 인해 물과 접촉해서 생기는 마찰 저항이 증가하게 되고, 그로 인해 배는 원 위치로 되돌아가게 되므로 배의 흔들림은 줄어들게 된다.

빌지킬이 배의 크기와 관계없이 두루 사용되는 장치라면 ‘안티롤링 탱크’는 큰 배들이 주로 사용하는 장치이다. 안티롤링 탱크는 커다란 U자형 관을 배 안쪽에 설치하고 그 안에 물을 채워둠으로써 흔들림을 줄여주는 장치이다. 일반적으로 배가 왼쪽으로 기울면 U자형 관 안에 있는 물도 왼쪽으로 이동하기 시작한다. 하지만 U자형 관을 통해 물이 이동하는 데는 시간이 걸리기 때문에 배의 기울어진 방향과 U자형 관 안의 물의 위치가 항상 일치하진 않는다. 배가 왼쪽으로 기울면 물은 오른쪽에 있고, 배가 오른쪽으로 기울면 물이 왼쪽에 있게 된다. 이렇게 되면 배가 기울어지는 방향과 반대쪽에 있는 물의 무게가 배를 눌러줌으로써 원 위치로 돌리는 역할을 수행한다. 하지만 물이 이동하는 시간 차이를 이용하는 것은 한계가 있어서 배가 기울어지는 방향과 U자형 관 안에 있는 물이 같은 방향에 있게 되면 오히려 배가 뒤집어질 수도 있다. 이런 문제를 없애기 위해서 최근에 설치되는 안티롤링 탱크는 펌프를 이용하여 U자형 관 안에 있는 물의 양과 움직임을 인위적으로 맞추어 배가 흔들리는 것을 줄이고 있다.

빌지킬과 안티롤링 탱크가 오랫동안 사용되어 온 장치라면 최근에 개발된 장치는 ‘핀 안정기’이다. 핀 안정기는 배 양쪽에 비행기 날개 모양으로 달려있다. 물체가 움직일

때 압력이 높은 곳에서 낮은 곳으로 수직으로 작용하는 힘을 양력이라 부르는데 핀 안정기는 날개의 움직임에 의해 발생하는 양력을 이용한다.

핀 안정기의 앞쪽은 배에 고정되어 있지만 뒤쪽은 위아래로 움직일 수 있다. 배의 앞쪽에서 바라볼 때 배가 왼쪽으로 기울면 왼쪽 핀 안정기의 뒤쪽은 아래로 움직이고, 오른쪽 핀 안정기의 뒤쪽은 위로 움직인다. 그러면 왼쪽 핀 안정기 아래쪽의 물의 흐름은 느려지고 위쪽은 빨라지면서 핀 안정기 아래쪽의 압력이 위쪽보다 높아진다. 이 압력차로 인해 왼쪽 핀 안정기에서는 위로 양력이 작용하고, 반대로 오른쪽 핀 안정기에서는 양력이 아래쪽으로 작용하여 배의 흔들림을 줄일 수 있다. ■

01 읽글의 내용과 일치하지 않는 것은?

- ① 빌지킬은 양력을, 핀 안정기는 마찰 저항을 이용한다.
- ② 빌지킬은 가장 많이 사용되는 흔들림 방지 장치이다.
- ③ 안티롤링 탱크는 규모가 큰 배들이 사용하는 장치이다.
- ④ 흔들림 방지 장치 중에 핀 안정기는 최근에 개발된 것이다.
- ⑤ 안티롤링 탱크는 U자형 관 안의 물이 이동하는 시간을 이용한다.

02 윗글을 읽은 사람이 <보기>에 대해 보인 반응으로 가장 적절한 것은?

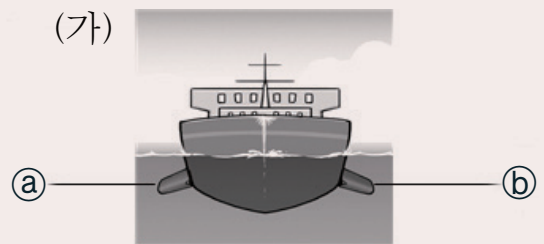
보기

파도의 움직임에 따라 배의 흔들림이 시작되자 선장은 선원을 모두 갑판 위로 모이도록 했다. 선장은 선원들에게 배가 오른쪽으로 기울기 시작하면 모두 왼쪽으로 이동하고, 왼쪽으로 기울기 시작하면 오른쪽으로 이동하도록 지시했다.

- ① 벨지킬이 있었다면 선원들의 움직임은 아무런 효과가 없었겠군.
- ② 선원들의 움직임이 양력을 발생시켜 배의 흔들림이 줄어들었겠군.
- ③ 핀 안정기의 역할을 했던 선원들로 인해 배의 속도가 빨라졌겠군.
- ④ 선원들을 양쪽으로 동시에 고르게 분산시켰다면 배가 뒤집어질 수 있었겠군.
- ⑤ 선원들이 U자형 관 안의 물과 같은 역할을 하기 때문에 배의 흔들림이 줄어들었겠군.

03 <보기>의 ㉠와 ㉡는 배의 앞쪽에서 바라본 핀 안정기를 그린 것이다. 배가 (가) 방향으로 기울 때 원 위치로 되돌리기 위한 핀 안정기의 움직임으로 가장 적절한 것은?

보기



- ① ㉠와 ㉡의 뒤쪽은 모두 위로 움직인다.
- ② ㉠와 ㉡의 뒤쪽은 모두 아래로 움직인다.
- ③ ㉠의 뒤쪽은 아래로 움직이고, ㉡의 뒤쪽은 위로 움직인다.
- ④ ㉠의 뒤쪽은 위로 움직이고, ㉡의 뒤쪽은 아래로 움직인다.
- ⑤ ㉠의 뒤쪽은 위와 아래로 계속 움직이고, ㉡의 뒤쪽은 움직이지 않는다.



※ 다음 글을 읽고 물음에 답하시오

비행에서의 안정성이란 말 그대로 *기체가 안정된 자세를 유지하는 특성을 말한다. 따라서 안정성은 여객기나 수송기가 갖추어야 할 매우 중요한 조건이기도 하다. 이때 ㉠옆놀이에 대한 안정성은 비행에서의 안정성을 결정하는 가장 중요한 요소로 작용한다.

옆놀이는 기체와 나란한 축을 중심으로 회전하는 움직임을 말한다. 옆놀이는 비행기가 잘못 만들어졌거나 사고로 좌우 날개의 무게에 차이가 나는 경우에도 발생할 수 있지만, 비행 도중 이동 방향을 바꿀 때는 일부러 옆놀이를 발생시키기도 한다. 가령 날개 뒤에 달린 *에일러론을 작동시켜 왼쪽 날개에 작용하는 *양력을 낮추고 오른쪽 날개에 작용하는 양력을 높이면 좌우 날개의 양력이 달라져 왼쪽으로 옆놀이를 일으키게 된다. 이 때 승강기를 올리면 비행기는 왼쪽으로 선회할 수 있다. 또한 비행 도중 바람이 불어오는 방향에 의해 두 날개에 작용하는 양력이 달라지기도 하는데 이러한 경우에도 옆놀이가 발생한다.



(A) [옆놀이가 발생한 후 수평으로 돌아오려는 힘이 강하게 작용할수록 옆놀이에 대한 안정성이 크다고 할 수 있다. 그래서 안정성이 크게 요구되는 비행기에서는 옆놀이가 일어났을 때 수평으로 빨리 돌아오게 하기 위한 방법으로 상반각을 준다. 양력은 날개가 수평면과 가까운 각도를 유지할수록 크게 작용한다. 따라서 상반각을 주면 옆놀이가 일어났을 때 아래로 내려간 쪽의 날개가 위로 올라간 반대쪽 날개보다 더 큰 양력을 받아 저절로 위로 올라가면서 균형을 찾게 되는 것이다. 이때 상반각을 너무 많이 주면 비행기가 좌우로 옆놀이를 반복하거나, 기체 전체에 주어지는 양력이 감소할 수도 있으므로 상반각은 수평면과 15~20° 정도를 유지하는 것이 적절하다.]

그러나 안정성이 모든 비행기에 중요한 요소인 것은 아니다. 가령 전투기의 경우 공중전을 치르려면 자유롭게 자세를 바꾸는 능력이 중요하기 때문에 저절로 수평으로 돌아오는 힘이 약하다. 즉 기울었을 때 특별한 조치를 취하지 않는다면 여객기나 수송기에 비해 긴 시간동안 기울어진 채로 날아갈 수 있는 것이다. 전투기가 고익기의 형태를 취하고 있는 여객기나 수송기와 달리 *저익기의 형태를 갖는 것이 많은 것도 이 때문이다. 저익기의 형태를 취하게 되면 날개를 기체의 무게중심과 같거나 아래에 있게 하여 기동성을 높일 수 있다. ■

*기체(機體): 비행기의 몸체

*에일러론(Aileron): 비행기 날개의 뒷부분에 달린 보조 날개를 이름

*양력: 기체의 진행방향과 수직으로 작용하여 기체를 위로 상승시키는 힘

*저익기(低翼機): 주 날개가 몸체의 아래쪽의 부착되어 있는 비행기. 고익기는 이와 반대로 주 날개가 몸체의 위쪽에 부착되어 있는 비행기를 이름

01 읽글의 내용과 일치하지 않는 것은?

- ① 옆놀이에 대한 안정성은 비행의 안정성에 영향을 미친다.
- ② 옆놀이의 횟수가 잦을수록 옆놀이에 대한 안정성이 감소한다.
- ③ 비행 목적에 따라 무게중심에 대한 날개의 위치를 조정하기도 한다.
- ④ 전투기의 경우 옆놀이에 대한 안정성이 방해요소로 작용할 수도 있다.
- ⑤ 상반각을 주면 옆놀이 발생 후 양쪽 날개에 주어지는 양력의 크기를 다르게 할 수 있다.

02 (A)를 참조했을 때 <보기>의 () 안에 넣을 말로 가장 적절한 것은?

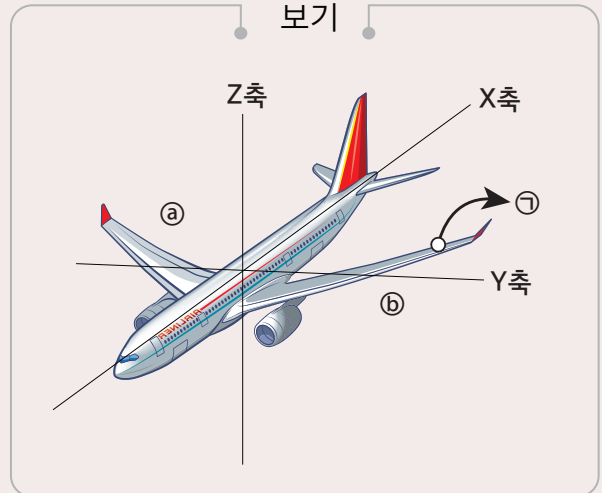
보기

날개에 상반각을 주지 않은 비행기에서 옆놀이가 발생한다면, ()

- ① 상반각을 주었을 때보다 옆놀이가 자주 발생하여 비행의 안정성이 감소할 것이다.
- ② 한쪽 날개가 수평면 아래로 내려가게 되어 상반각을 주었을 때보다 기체의 기울어짐이 심해질 것이다.
- ③ 기체 전체에 주어지는 양력이 감소하여 상반각을 주었을 때만큼 높은 위치에서 비행할 수 없게 될 것이다.
- ④ 내려간 쪽의 날개가 상반각을 주었을 때보다 수평면과 큰 각도로 벌어지게 되어 반대쪽 날개가 더 큰 양력을 받을 것이다.
- ⑤ 양쪽 날개에 같은 크기의 양력이 작용하여, 내려간 쪽의 날개가 상반각을 주었을 때만큼 신속하게 수평으로 돌아올 수 없을 것이다.

03 윗글을 읽은 후 <보기>를 이해한 반응으로 적절한 것은?

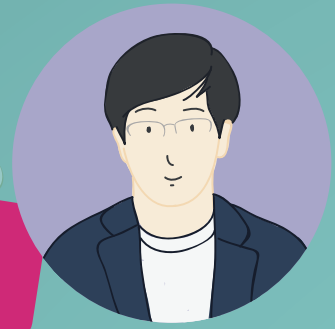
보기



- ① ㉠을 작동하여 비행의 안정성을 높일 수 있겠군.
- ② 여객이나 수송보다는 전투 목적으로 사용하기에 적합하겠군.
- ③ ㉠쪽으로 선회할 경우 ㉡쪽 날개보다 ㉠쪽 날개에 큰 양력이 작용하도록 해야겠군.
- ④ 상반각을 주면 기체가 ㉠쪽으로 기울었을 때 ㉠쪽 날개에 더 큰 양력이 주어지겠군.
- ⑤ 양 쪽 날개 중 어느 한 쪽이 파손되었을 때 비행기는 Y축을 중심으로 회전하게 되겠군.

차백현샘의 국어공부

TIPS



누구나 되고 싶은 것이 하나 있다면, 바로 '1등'이 아닐까 한다.

샘은 여러분이 항상 1등을 목표로 노력하길 바란다. '2등도 어디야?'라는 생각은 하지 않기를 바란다. 왜냐하면 그러한 생각 자체가 여러분을 최선을 다할 수 없도록 만들기 때문이다. 어떤 분야에서 1등을 차지한 사람들을 보면 공통점이 하나 있는데, 바로 최선을 다한 사람들이라는 사실이다. 자기가 하고 싶은 것만 하면서, 대충 시간을 보내면서 1등을 한 사람은 아무도 없다.

그런데 여기서 짚고 넘어가야 할 사실이 한 가지 있다. 1등이라는 목표를 다짐하는 건 좋은데, 그 목표에 도달하기 위한 과정과 방법까지도 머릿속에 늘 그려야 한다는 사실이다. 그러면 1등은 어떻게 할 수 있을까? 1등을 목표로 공부하다가 가끔씩 주저앉는 순간이 있다면, 바로 1등에 도달하기 위해 넘어야 할 산들이 너무 많고 높아 보일 때일 것이다. 그럴 땐 이런 생각을 해 보자.

1등이라고 해서 꼭 전교 1등, 학급 1등만 있는 것이 아니다. 한 회 모의고사가 있다면 일단 화작문을 다 맞자. 그럼 나는 화작문에서 1등을 해낸 것이다. 그렇게 문학을 다 맞자. 그럼 문학 1등도 해낸 것이다.



그렇게 독서를 다 맞자. 그럼 독서 1등도 해낸 것이다. 이렇게 1등을 위한 경주를 하다보면 어느새 나의 성적은 부쩍 올라 있을 것이다.

국어영역 만점, 국어영역 전국 1등을 해내는 날을 위해 모든 순간에 최선을 다해 보자. 물론 여기서 최선이란 이제 더 하려해도 할 것이 없는 마지막까지의 최선을 의미한다.



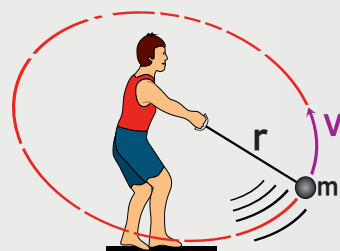
교과서 확인하기 1

도는 팽이는 왜 쓰러지지 않을까? 팽이는 들고 있는 동안에는 외부에서 특별한 힘을 가하지 않는 이상 쓰러지지 않는다. 자전거 타기의 경우도 마찬가지다. 바퀴가 회전하는 동안에는 자전거가 쓰러지지 않고 잘 굴러가는 것을 경험한 적이 있을 것이다. 이렇게 회전하는 물체가 회전 상태를 유지할 수 있는 이유는 회전하는 물체에 각운동량보존 법칙이 작용하고 있기 때문이다. 이는 어떤 물체가 회전 상태를 유지하려면 그 물체에 작용하는 각운동량의 양이 일정하게 유지되어야 한다는 말과도 같다.

sum-up 1

어떤 물체가 회전 상태를 유지하는 것은 물체에 작용하는 ()이 일정하게 유지됨을 의미한다.

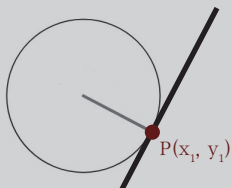
각운동량이라는 말은 물체가 회전 상태를 유지하려는 경향을 양적으로 표현한 것이다. 직선 운동에서 물질의 운동 상태를 나타내는 양을 운동량이라고 하는데 대해, 회전운동에서 회전하는 물체의 운동 상태를 나타내는 양을 각운동량이라 하는 것이다. 물체의 회전운동에 영향을 미치는 요소는 3가지가 있다. 바로 물체의 질량(m), 회전하는 원의 반지름(r), *접선 속도(v)가 그것이다. 이때 질량이 m 인 돌을 길이 r 인 실 끝에 매달아 v 라는 속도로 회전시켰을 때, 돌의 각운동량은 mvr 이 된다. 즉 물체의 질량, 회전 속도, 회전 *반경이 커질수록 각운동량의 값도 이에 비례하여 커지게 되는 것이다. 만약 여기서 질량은 변하지 않고, 실의 길이만 줄인다면, 각운동량 보존의 법칙에 따라 접선 속도(v)는 증가하게 될 것이다.



이해하기 Link

국어사전에서 접선의 정의는, 곡선의 한 점에 닿은 직선, 또는 '곡선 상의 두 점 P·Q를 연결하는 직선을 가정하고, 점 Q가 이 곡선에 따라 한없이 점 P에 접근할 때의 직선 PQ의 극한의 위치'이다. 접선의 개념은 수학시간에도 충분히 배웠으리라 생각하고 더 자세한 설명은 생략한다. 여기서는 "접선이란 이렇게 생긴 거구나." 하는 정도로 넘어가도 충분하다.

수학을 완전 포기한 학생들, 또는 감을 전혀 못 잡는 학생들을 위해 그림을 제시한다.



$$\text{각운동량}(L) = \text{질량}(m) \times \text{접선속도}(v) \times \text{반지름}(r)$$

sum-up 2

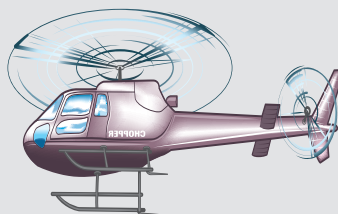
각운동량의 크기는 물체의 (), (), 회전 반경에 비례한다.

가령 자유롭게 회전이 가능한 원판 위에 사람이 올라서는 경우를 생각해 보자. 회전 원판은 아무 힘도 받지 않았으므로 정지되어 있고 그 위에 있는 사람도 정지해 있다. 이제 자전거 바퀴에 축을 붙여 돌린 다음 이것을 회전 원판 위에 서 있는 사람에게 건네주어 들고 있게 한다. 자전거 바퀴는 돌고 있지만 원판도 원판 위에 서 있는 사람도 여전히 정지해 있다. 이번에는 원판 위에서 회전하는 자전거 바퀴를 들고 있던 사람이 다른 쪽 손으로 자전거 바퀴의 회전을 멈춘다. 그러면 자전거 바퀴의 회전은 멈추지만 그 사람은 회전 원판과 함께 자전거 바퀴가 회전했던 방향으로 돌게 된다. 즉 자전거 바퀴가 갖고 있던 각운동량이 보존되어야 하므로 그것이 사람의 회전에 의한 각운동량으로 옮겨진 것이다.

sum-up 3

원판 위에서 회전하는 자전거 바퀴를 들고 있던 사람이 바퀴가 회전했던 방향으로 돌게 되는 것은 회전하던 자전거 바퀴의 ()이 보존되어야 하기 때문이다.

각운동량의 보존 원리는 항공 ***역학**에서도 매우 중요하게 쓰인다. 만약 헬리콥터에 주 날개만 있다면 헬리콥터는 정상적인 비행을 할 수가 없다. 만약 정지한 헬리콥터에서 주 날개가 돌기 시작하면 헬리콥터에는 없던 각운동량이 생기므로, 각운동량의 보존에 의해 ***동체**가 빙글빙글 돌아갈 것이기 때문이다. 따라서 헬리콥터에는 반대 방향으로 돌아가는 꼬리 날개를 부착하여 주 날개에 의한 각운동량을 ***상쇄**시킨다. 영화에서 꼬리날개가 파손된 헬기가 빙글빙글 도는 장면도 바로 이러한 원리 때문에 생겨나는 현상이다.



sum-up 4

헬리콥터에는 꼬리날개를 부착하여 주 날개의 ()을 상쇄시킴으로써 동체의 ()현상을 방지한다.

수능국어 필수어휘



- * **접선**: 곡선의 한 점에 닿은 직선
- * **반경**: 반지름
- * **역학(力學)**: 물체의 운동에 관한 법칙을 연구하는 학문
- * **동체(同體)**: 물체의 중심을 이루는 부분
- * **상쇄**: 상반되는 것이 서로 영향을 주어 효과가 없어지는 일



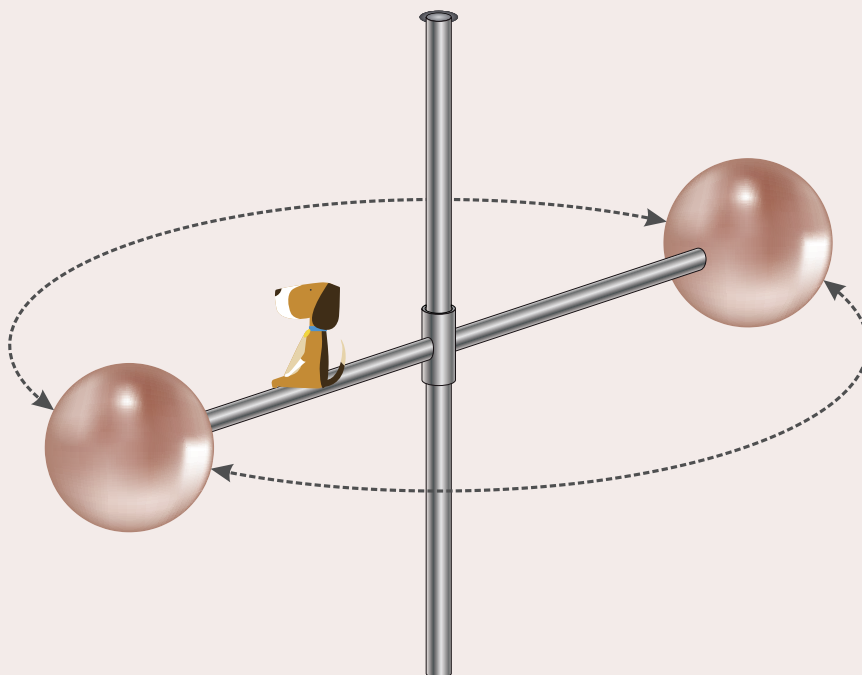
"각속도와 선속도"

위에서 배운 접선속도(다른 말로 '선속도')는 우리가 평소에 배우는 속력과 같은 차원으로 생각해주면 된다.

$$\text{물체의 속력}(v) = \frac{\text{물체가 움직인 거리}(s)}{\text{물체가 움직이는데 걸린 시간}(t)}$$

원 운동에서 물체가 움직인 거리는 원의 둘레만큼이 될 것이니 결국 같은 시간을 소요하는 거라면 반지름이 클수록 선속도가 증가한다. 그러나 각속도에는 변함이 없다. 각속도는 물체가 일정 시간 동안 이동한 '거리'가 아니라 이동한 '각의 크기'를 뜻하기 때문이다.

오른쪽 페이지를 보자. 예를 들어 이와 같은 장치에서 구슬을 원운동 시킬 때, 막대의 중간쯤 되는 곳에 개 한 마리가 앉아 있다고 가정해 보자. 그러면 구슬과 개는 원 궤도상에서 각각 바깥쪽과 안쪽에 위치하게 될 것이다. 이제 기구를 돌리면 구슬과 개는 모두 원 운동을 하게 된다. 이 때 구슬은 개보다 바깥 궤도에 위치하여 많은 거리를 이동했으므로 선속도는 크다. 그러나 같은 시간 동안에 움직인 각의 크기는 같으므로 개와 구슬 모두 각속도는 같다.



조경식샘의
보충Point

위에서 강조한 속도 공식은 아무리 강조해도 지나침이 없다. 그런데 여기서 공식을 하나 더 알아두면 좋겠다. 선속도와 각속도의 관계는 다음과 같이 나타낼 수 있다. 이 공식은 큰 바퀴의 자전거와 작은 바퀴의 자전거를 생각해보면 쉽다. 회전 속도가 같을지라도 큰 바퀴의 자전거가 더 빠르게 앞으로 나아갈 수 있다. 반지름이 클수록 선속도가 커지기 때문이다. 국어교재이니 공식의 유도 과정은 생략한다.

$$\text{선속도}(v) = \text{반지름}(r) \times \text{각속도}(w)$$



핵심원리 뽑기

각운동량

- (①) 하는 물체의 운동량
- 물체의 질량(m), 회전하는 원의 반지름(r), 접선속도(v)의 곱으로 나타냄

각운동량
보존의 법칙

외부로부터 힘이 작용하지 않는다면 계 내부의 전체 각운동량이 항상 일정한 값으로 보존된다는 법칙

각속도

물체가 (②) 할 때 단위 시간 동안에 회전한 (③)

① 회피동운 ② 회피동운 ③ 라디



핵심 확인하기

- ① 실에 묶여 회전하는 돌에서 돌의 크기는 회전 반경에 해당한다. O X
- ② 직선 운동을 하는 물체와 회전 운동을 하는 물체 모두 운동량을 갖는다. O X
- ③ 회전하는 물체의 각운동량은 질량, 회전 반경, 접선속도의 곱으로 나타낼 수 있다. O X
- ④ 도는 팽이가 쓰러지지 않는 이유는 팽이에 작용하는 각운동량이 일정하게 유지되기 때문이다. O X
- ⑤ 헬리콥터의 동체가 빙글빙글 돌아가는 것은 꼬리 날개에서 발생한 각운동량에서 기인한 것이다. O X
- ⑥ 각속도는 물체가 회전한 거리를 시간으로 나눈 값이다. O X
- ⑦ 작은 바퀴보다 큰 바퀴의 자전거가 더 빨리 이동하는 현상은 선속도의 크기와 관련지어 설명할 수 있다. O X



문제로 확인하기

※ <보기>의 사례를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

보기

- 실 끝에 돌을 매달아 돌리면서 줄이 길이를 짧게 하면 속도를 빠르게 할 수 있다.
- 피겨스케이팅 선수는 먼저 팔을 크게 벌려 회전을 한 다음 팔을 몸 쪽으로 오므리면서 더욱 빠르게 회전한다.

- ① 줄의 길이를 짧게 하는 것은 피겨 스케이팅 선수가 몸을 안으로 오므리는 것과 같은 목적이 있다.
- ② 줄이 길이를 길게 한 상태에서 회전을 유지하는 경우에는 짧은 경우보다 각운동량의 값이 더 높아진다.
- ③ 피겨스케이팅 선수가 팔을 안쪽으로 오므리면 더욱 빠르게 회전할 수 있으므로 각운동량도 증가하게 된다.
- ④ 피겨 스케이팅 선수가 팔을 크게 벌려 회전하는 것은 회전 속도를 발생시켜 각운동량을 만들어내는 과정이다.
- ⑤ 각운동량의 값을 일정하게 유지해야 하는 상황에서 돌의 회전 속도를 빠르게 하려면 질량이 작은 돌로 교체하거나 실의 길이를 줄이면 된다.

해결 Tip

Hint ① 각운동량 보존의 법칙에 의하면 어떤 물체가 회전 상태를 유지하려면 그 물체에 작용하는 각운동량의 양이 일정하게 유지되어야 한다. 이는 즉, 각운동량이 변하면 회전상태를 유지할 수 없게 된다는 말과도 같음.

Hint ② 앞에서 배운 각운동량 공식은 떠올리면서 문제를 풀자.

$$L = mvr$$



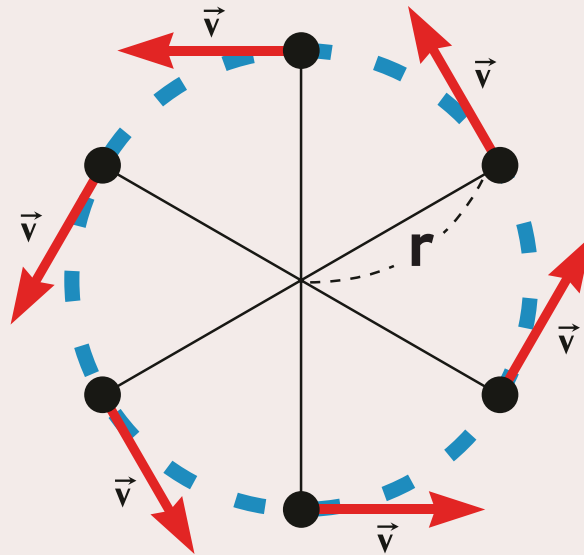
교과서 다시보기

각운동량이라는 말은 물체가 회전 상태를 유지하려는 경향을 양적으로 표현한 것이다. 직선 운동에서 물체의 운동 상태를 나타내는 양을 운동량이라고 하는데 대해, 회전운동에서 회전하는 물체의 운동 상태를 나타내는 양을 각운동량이라 하는 것이다. 물체의 회전운동에 영향을 미치는 요소는 3가지가 있다. 바로 물체의 질량(m), 회전하는 원의 반지름(r), 접선속도(v)가 그것이다. 이 때 질량 m 인 돌을 길이 r 인 실 끝에 매달아 v 라는 속도로 회전시켰을 때, 돌의 각운동량은 mvr 이 된다. 즉 물체의 질량, 회전 속도, 회전 반경(회전하는 원의 반지름)이 커질수록 각운동량의 값도 이에 비례하여 커지게 되는 것이다. 만약 여기서 질량은 변하지 않고, 실의 길이만 줄인다면, 각운동량 보존의 법칙에 따라 접선 속도(v)는 증가하게 될 것이다.



절대필수 자료

각운동량/ 각속도



실에 묶여 회전하는 물체의 운동

01 v 가 의미하는 것은?

☐ 선속도 ☐ 각속도

02 각운동량을 구하는 공식을 떠올려 보자.

$$\text{각운동량}(L) = (\quad)$$

03 각운동량을 현재 상태로 유지하면서 회전속도를 빠르게 변화시키는 방법 두 가지를 써 보자.

실의 길이(r)를 (□줄인다. □늘린다.)

질량이 (□작은 □큰) 물체로 교체한다.

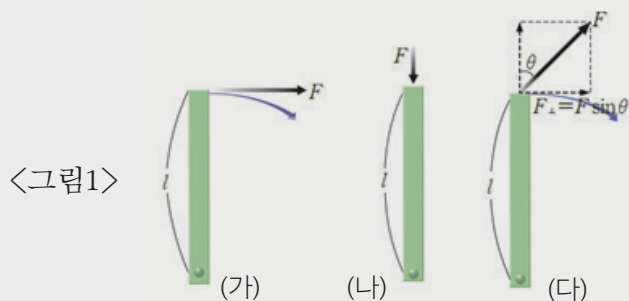
교과서 다시보기

팽이는 돌고 있는 동안에는 외부에서 특별한 힘을 가하지 않는 이상 쓰러지지 않는다. 자전거 타기의 경우도 마찬가지다. 바퀴가 회전하는 동안에는 자전거가 쓰러지지 않고 잘 굴러가는 것을 경험한 적이 있을 것이다. 이렇게 회전하는 물체가 회전 상태를 유지할 수 있는 이유는 회전하는 물체에 각운동량 보존 법칙이 작용하고 있기 때문이다. 이는 어떤 물체가 회전 상태를 유지하려면 그 물체에 작용하는 각운동량의 양이 일정하게 유지되어야 한다는 말과도 같다.

물체의 회전운동에 영향을 미치는 요소는 3가지가 있다. 바로 물체의 질량(m), 회전하는 원의 반지름(r), 접선속도(v)가 그것이다. 이 때 질량 m 인 돌을 길이 r 인 실 끝에 매달아 v 라는 속도로 회전시켰을 때, 돌의 각운동량은 mvr 이 된다. 즉 물체의 질량, 회전 속도, 회전 반경(회전하는 원의 반지름)이 커질수록 각운동량의 값도 이에 비례하여 커지게 되는 것이다. 만약 여기서 질량은 변하지 않고, 실의 길이만 줄인다면, 각운동량 보존의 법칙에 따라 접선 속도(v)는 증가하게 될 것이다.

교과서 확인하기 2

물체가 축을 중심으로 회전 운동할 때, 회전 운동을 발생하게 만드는 원인을 돌림힘이라고 한다. 가령 <그림1>의 (가)와 같이 막대 길이 방향에 수직으로 힘이 작용하면 막대는 회전 운동한다. 그러나 (나)와 같이 막대 길이 방향으로 작용하는 힘은 회전 운동에 기여하지 않는다. 따라서 그림 (다)와 같이 막대 끝에 비스듬히 힘이 작용할 때는 막대 길이 방향에 수직인 성분($F\sin\theta$)만 회전 운동에 기여하게 된다.



sum-up 1

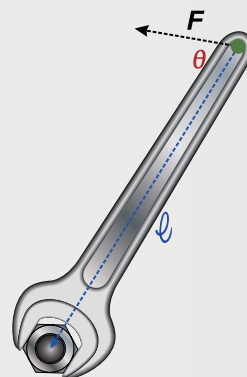
()은 회전 운동의 발생 원인으로서, 막대 길이방향에 수직인 성분만이 회전 운동에 기여한다.

이해하기 Link

가령 지레를 사용하면 작은 힘으로 큰 힘을 낼 수 있지만 대신 많은 거리를 이동해야 한다. 그래서 지레로 물체를 든다고 했을 때, 힘에서 이익을 얻었지만 거리에서는 손해를 보게 된다. 이처럼 작은 힘으로 무거운 물체를 들어올리기 위해서는 많은 거리를 이동해야 하기 때문에 해주어야 하는 일은 물체를 그냥 들 때의 일과 같게 된다. 이것을 '일의 원리'라고 한다. 렌치로 너트를 돌릴 때 도 일의 원리가 적용된다. 일의 원리에 대한 내용은 1장에서 더 구체적인 내용을 다루고 있으니 참조하자.

' τ '는 그리스 문자. '타우'라고 읽으면 된다.

한편, 같은 크기의 힘이 작용할 때, 회전축에서 먼 곳에 작용할수록 돌림힘의 효과는 더 커진다. 예를 들어 <그림2>와 같이 렌치로 너트를 돌린다고 생각해 보자. 같은 힘을 주어 너트를 돌릴 때 렌치의 길이(ℓ)가 길수록 너트를 더 쉽게 돌릴 수 있다. 이렇게 돌림힘의 효과는 회전축으로부터의 거리에 비례한다. 위에서 배운 것들을 종합하면 돌림힘 τ 는 작용하는 힘의 크기 F 와 회전축으로부터 작용하는 힘까지의 거리(ℓ)에 비례하며, 힘과 막대 사이의 각 θ 와 관계함을 알 수 있다. 이를 식으로 표시하면 아래와 같다. 이 식에 의하면 회전축으로부터 작용하는 힘까지의 거리 ℓ 이 길면 작은 힘으로도 같은 크기의 돌림힘을 얻을 수 있다.



<그림2>

$$\tau = F \ell \sin\theta$$

sum-up 2

회전축에서 힘이 주어지는 방향이 동일할 때, 힘이 작용하는 점까지의 거리가 (□짧을수록 □길수록), 주어지는 힘의 크기가 클수록 돌림힘은 크게 작용한다.

돌림힘 속에는 지레의 원리가 숨어 있다. 가령 막대의 중간에 있는 회전축 양쪽 두 지점에서 반대 방향으로 다른 크기의 두 힘이 작용한다면 막대는 돌림힘이 큰 쪽으로 회전하게 될 것이다. 그러나 만일 서로 반대 방향으로 회전하려는 돌림힘의 크기가 같다면 막대는 회전하지 않을 것이다. 따라서 두 돌림힘이 작용할 때 회전하지 않을 조건은 다음과 같다.

$$\tau_{\text{반시계}} + \tau_{\text{시계}} = 0$$

$$F_1 \ell_1 \sin\theta_1 + F_2 \ell_2 \sin\theta_2 = 0$$

지레나 양팔 저울에서 힘이 막대에 대해 수직(90°)으로 작용한다면 $\sin\theta$ 의 값은 1이므로 회전하지 않을 조건을 다음과 같이 간단하게 쓸 수 있다.

$$F_1 \ell_1 + F_2 \ell_2 = 0$$

이때 힘이 반대방향이라면 $F_1 \ell_1 = F_2 \ell_2$ 로 나타낼 수 있다. 이것을 지레의 원리라고 한다. 일반적으로 여러 힘들이 여러 곳에서 각기 다른 방향으로 막대에 작용할 때, 돌림힘의 평형에 의해 회전하지 않을 조건은 다음과 같으며 이것을 돌림힘의 평형 조건이라 한다. 여러 돌림힘이 평형을 이루면 정지한 물체는 회전하지 않는다.

$$\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \cdots = F_1 \ell_1 \sin\theta_1 + F_2 \ell_2 \sin\theta_2 + F_3 \ell_3 \sin\theta_3 + \cdots = 0$$

sum-up 3

막대에 같은 크기의 돌림힘이 반대 방향으로 작용한다면 돌림힘이 ()을 이루어 막대는 회전하지 않는다.

이해하기 Link

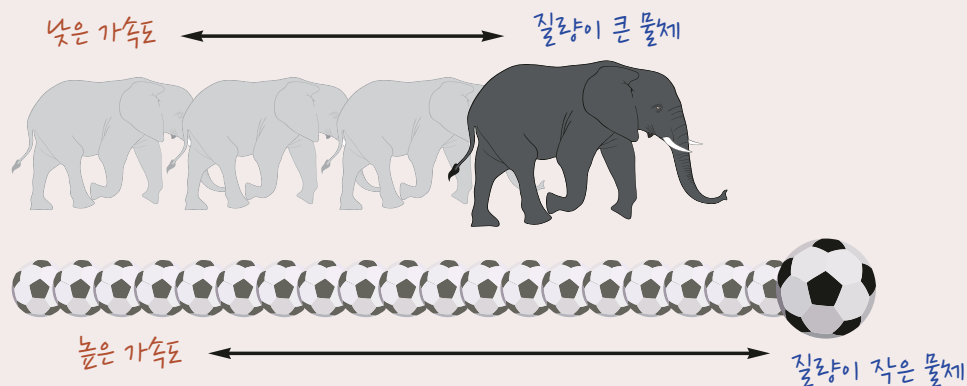
지레를 포함하여 일상생활에서 볼 수 있는 양팔 저울, 자동차 운전대, 드라이버 등 회전 운동과 관련된 것은 모두 돌림힘에 의한 작용으로 설명할 수 있다.

국어 지문에 삼각함수가 나왔다고 한숨 쉬는 학생은 없길 바란다. 지문을 읽으면서, 'sinθ'는 힘이 비스듬한 방향으로 주어질 때, 수직성분의 힘을 구하기 위해 곱해주는 값, 정도로 이해했으면 충분하다. 삼각 함수를 모르면 이해할 수 없는 글, 이런 식의 지문은 수능 국어영역에 절대 출제될 일 없으니 염려 말길 바란다. 참고로 $\sin 90^\circ$ 의 값은 1이다.



"가속도의 법칙과 알짜힘"

운동하는 물체에 힘이 작용하면 운동 방향이나 속력과 같은 운동 상태가 변하는데, 이때 운동 상태가 변하는 정도를 가속도라고 한다. 그러면 어떤 물체에 힘이 작용할 때 물체에 나타나는 가속도의 크기는 무엇에 따라 달라질까? 아래의 그림을 비교하면 알 수 있듯이 같은 크기의 힘이 작용할 때 가속도는 물체의 질량에 반비례한다. 물체의 질량이 일정하다면 물체에 작용하는 힘이 클수록 가속도가 커질 것이다.



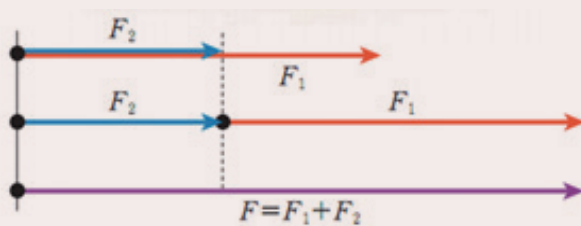
다시 정리하자면, 어떤 물체에 힘이 작용하면 물체의 운동 상태가 변하는 **가속도(A)**가 나타나는데, 가속도의 크기는 물체에 작용하는 **힘(F)**의 크기에 비례하고 물체의 **질량(M)**에 반비례한다. 이를 뉴턴의 운동 제2법칙(가속도 법칙)이라고 하며, 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다.

$$F = MA$$

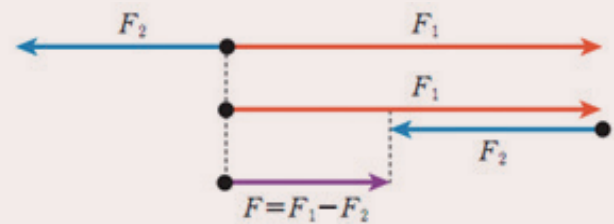
$$\text{Force} = \text{Mass} \times \text{Acceleration}$$



여기서 꼭 알아두어야 할 것이 하나 있는데, F 는 (그냥 힘이 아니라) ‘알짜힘’을 의미한다는 것이다. 알짜힘이란 물체에 작용하는 모든 힘을 방향까지 고려하여 합한 것으로 힘의 합력이라고도 한다. 아래 그림에서 (가)의 경우는 같은 방향으로 두 힘이 작용하는 경우이므로 알짜힘은 두 힘을 더한 값과 같다. (나)의 경우는 서로 다른 방향으로 두 힘이 작용하는 경우이므로 알짜힘의 방향은 F_1 과 같으며 알짜힘의 크기는 큰 힘(F_1)에서 작은 힘(F_2)을 빼준 값과 같다.



(가)



(나)

황승준샘의
보충Point

특별히 알짜힘, 즉 힘의 합력이 0인 경우를 일컬어 ‘힘의 평형을 이루었다’고 한다. 따라서 앞의 지문에서 ‘돌림힘이 평형을 이루었다’는 것은 바로 ‘알짜 돌림힘이 0이 되었다’는 말과도 같다. 두 힘이 평형을 이루 세 가지 조건은 다음과 같다.

1. 두 힘의 크기가 같아야 한다.
2. 두 힘의 방향이 반대이어야 한다.
3. 두 힘이 같은 작용선 상에 있어야 한다.



핵심원리 뽑기

돌림힘 (τ) 물체가 축을 중심으로 회전 운동할 때, 회전 운동을 발생하게 만드는 원인

알짜힘 물체에 작용하는 모든 힘을 (^①)까지 고려하여 합한 것

힘의 평형

- 한 물체에 작용하는 힘들의 (^②)이 0인 상태이다.
- 힘이 평형을 이룰 때 물체는 움직이지 않고 정지해 있다.

① **모든 힘** ② **벡터 합**



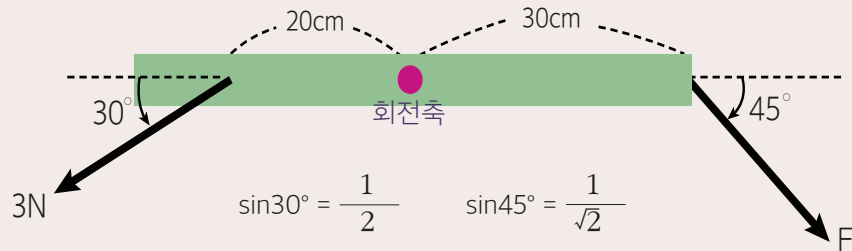
핵심 확인하기

- ① 지레를 사용해도 일에서는 이득을 볼 수 없다. **O X**
- ② 돌림힘은 물체의 회전 운동을 가능하게 하는 힘이다. **O X**
- ③ 막대에 주어지는 힘은 그 방향에 따라 회전에 영향을 미칠 수도, 그렇지 않을 수도 있다. **O X**
- ④ 렌치의 길이가 길수록 너트를 돌리기 쉬운 것은 회전 시 움직이는 거리가 줄어들기 때문이다. **O X**
- ⑤ 정지한 막대에 서로 반대 방향으로 같은 크기의 돌림힘이 작용하면 막대는 정지 상태를 유지한다. **O X**
- ⑥ 힘의 합력이 0인 것은 힘의 평형을 이루었음을 의미한다. **O X**



절대필수 자료

돌림힘의 평형



- 01** 막대가 시계방향으로 돌기 위한 조건이 무엇인지 써보자.
- 02** 앞에서 배운 공식을 떠올리며, 왼쪽에 작용하는 돌림힘이 얼마인지 구해 보자.
 $(\quad) \times 0.2\text{m} \times (\quad) = 0.3\text{Nm}$
- 03** 막대가 회전하지 않기 위한 힘 F는 얼마인지 구해 보자.
 $(\quad) \times 0.2\text{m} \times (\quad) = F \times (\quad) \times (\quad)$
 $\therefore F = \sqrt{2}\text{N}$

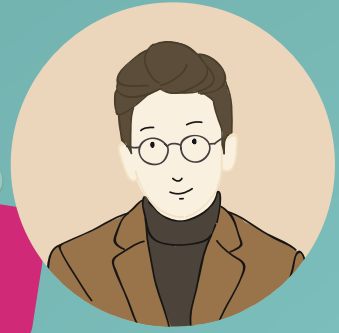


교과서 다시보기

돌림힘 속에는 지레의 원리가 숨어 있다. 가령 막대의 중간에 있는 회전축 양쪽 두 지점에서 반대 방향으로 다른 크기의 두 힘이 작용한다면 막대는 돌림힘이 큰 쪽으로 회전하게 될 것이다. 그러나 만일 서로 반대 방향으로 회전하려는 돌림힘의 크기가 같다면 막대는 회전하지 않을 것이다.

정규영씨의 국어공부

TIPS



체스나 바둑을 둘 때 초보와 고수의 차이점이 있다. 초보는 이기려고 하지만 고수는 지지 않으려고 한다는 것이다. 이 태도의 차이는 매우 중대한 결과를 가져온다. 이기겠다는 마음이 앞선 초보의 태도는 ‘실수’를 유발하기 쉽기 때문이다. 이와 반대로 고수는 높은 곳에서 판세 전체를 조망하면서, 단 한 치의 실수도 하지 않도록 평정심을 유지한다. 상대인 초보가 평정심을 잃어 실수하면 승리는 자동적으로 고수의 몫이 되는 것이다. 체스나 바둑 같은 게임에서만 그런 것이 아니다. 일상에서도, 공부를 할 때도 초보와 고수는 차이를 드러낸다.

우리가 이러한 사실을 모르고 있던 것은 아니다. 누구나 공부할 때 차분하고 침착한 태도를 유지하여 고수가 되어야 한다는 사실은 알고 있다. 그러나 어느 순간 필승을 외치고, 모든 의지를 불사르면서 다시금 초보의 태도로 실수를 유발하곤 한다.

그러면 우리는 왜 평정심을 잃는 것일까? 바로 조급한 마음 때문이다. 점수가 오르려면 충분한 훈련을 거듭하고, 충분한 시간을 들여야 한다는 사실을 우리는 종종 잊곤 한다. 과정을 잊은 채 결과를 먼저 얻으려고 하니 마음속에서 부정적인 에너지가 솟구쳐 나올 수밖에 없는 것이다.



아마도 공부하면서 가장 긴장되는 순간은 (학원에서 사설 시험지를 푸는 날, 학력평거나 모의평가를 보는 날 등) 45문항짜리 실전 시험지를 눈앞에 둔 순간일 것이다. 시험지를 받은 직후엔 목표 점수를 머릿속에서 잠시 지워버리는 연습을 하자. 다 맞추려 애쓰지 말고, 실수를 없애보자는 것이다. 실수가 없다면, 어느새 내 점수는 100점일 것이다.





※ 다음 글을 읽고 물음에 답하시오

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 뾰족하고 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 뻗을 때보다 몸 전체의 회전 관성이 줄어들게 된다. 점프 이후에 공중에서 각운동량은 보존되기 때문에 팔을 붙였을 때가 뻗을 때보다 각속도가 커지는 것이다. 반대로 착지 직전에는 각속도를 줄여 착지 실수를 없애야 하기 때문에 양팔을 한껏 펼쳐 회전 관성을 크게 만드는 것이 유리하다. ■

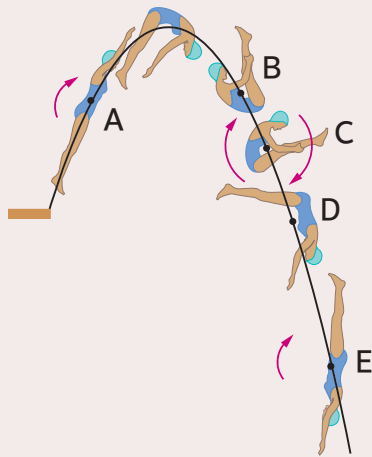
01 윗글로 미루어 알 수 있는 내용으로 적절한 것은?

- 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 줄어들게 한다.
- 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.

02 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절한 것은?

보기

다이빙 선수가 발판에서 점프하여 공중회전하며 A~E 단계를 거쳐 1.5 바퀴 회전하여 입수하고 있다. 여기에서 검은 점은 회전 운동의 회전축을 나타내며 회전 운동은 화살표 방향으로만 진행된다. 단, 다이빙 선수가 공중에 머무는 동안은 외부에서 돌림 힘이 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 1.5 바퀴보다 더 많이 회전하겠군.

MEMO



※ 다음 글을 읽고 물음에 답하시오

물체의 운동을 과학적으로 설명할 때 기본이 되는 개념이 '속력'이다. 속력은 단위 시간당 이동한 거리로 나타내는데 이러한 속력에 대한 개념은 유용하게 쓰인다. 예를 들어 자동차로 여행할 때 우리는 주행 시간을 알고 싶어 한다. 이때 필요한 것이 여행하는 동안의 '평균 속력'이다. 평균 속력은 '이동 거리'를 '걸린 시간'으로 나눈 값으로 1시간 동안 80km를 달렸다면, 평균 속력은 80km/h가 된다. 한편 운동하는 물체의 속력은 수시로 변하는데 어떤 순간의 속력을 '순간 속력'이라 한다. 자동차의 주행 속력계를 어느 한 순간 봤을 때 주행 속력계가 가리킨 속력이 바로 순간 속력이라 할 수 있다.

한편 물체의 운동 상태를 정확하게 표현하기 위해서 운동의 크기인 속력뿐만 아니라 운동의 방향도 알아야 하는데, 속력과 그 운동 방향을 포함했을 때를 '속도'라 한다. 예를 들어 '서쪽으로 60km/h로 운동하는', '동쪽으로 60km/h로 운동하는' 것과 같이 표현하면 속도가 된다. 그러나 이 두 경우, 속력은 같지만 방향이 다르기 때문에 같은 속도라 할 수 없다.

운동하는 물체가 속력이 커지거나 작아지지 않고 일정하게 유지되면 '등속력'으로 운동하는 것이다. 그 물체가 일정한 방향으로 등속력으로 운동할 때 이를 '등속도'라 한다. 이때 일정한 방향이란 직선을 말한다. 반면에 속력 또는 운동 방향이 변한다면 속도는 변한다. 물체의 속도가 단위 시간에 따라 변할 때, 단위 시간당 속도의 변화를 '가속도'라 한다. 이때 속도의 변화는 나중 속도에서 처음 속도를 뺀 것이 된다. 직선 도로에서 자동차가 30km/h로 달리다가 1시간 뒤 35km/h로 달린다면, 이전 속력에 비해 5km/h만큼 속력이 증가했고, 같은 시간 조건에서 35km에서 30km로 달렸다면, 이번에는 5km/h만큼 속력이 감소한 셈이다.

또한 어떤 물체가 같은 크기의 속력으로 움직이다가 방향을 바꿔도 가속도에 해당한다. 예를 들어, 동쪽으로 자

동차가 30km/h로 달리다가 1시간 뒤 서쪽으로 방향을 바꾸어 30km/h로 달린다고 가정하자. 편의상 동쪽을 '+', 서쪽을 '-'로 표기할 때 속도의 변화는 나중 속도에서 처음 속도를 뺀 것이므로, -30km/h에서 30km/h를 빼면, -60km/h가 된다. 이는 서쪽 방향으로 시간당 60km/h만큼 속도가 변한 것이다.

한편 속도는 상대적일 수 있다. 직선으로 달리는 기차 안에서 철수가 걷고 있을 때, 관찰자가 어디에 있느냐에 따라 속도는 달라진다. 기차의 속도가 60km/h라는 말은 기차 밖에서 속도를 측정했을 때이다. 달리는 기차 안에서 철수가 기차 주행 방향으로 3km/h로 걷는다면 기차 안의 관찰자가 철수를 본 속도는 3km/h이다. 하지만 관찰자가 기차 밖의 도로에서 기차 안에서 걷고 있는 철수의 속도를 측정한다면, 기차 속도에다 철수가 기차 안에서 걷는 속도를 합쳐 63km/h가 되는 것이다. ■

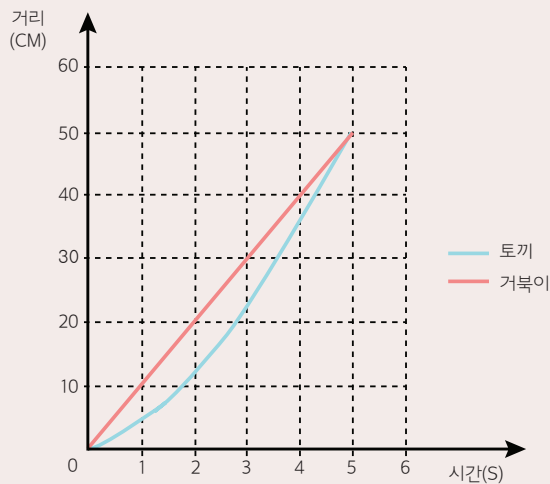
01 윗글로 미루어 알 수 있는 내용으로 적절한 것은?

- ① 반원 모양의 회전 구간을 일정한 속력으로 주행하는 자동차의 속도는 변함이 없다.
- ② 직선 도로에서 일정한 거리를 두고 시작점과 끝점에 속력 측정기를 설치하여 과속을 단속하는 구간 단속은 평균 속력을 측정하는 방식이다.
- ③ 서쪽으로 100km/h로 달리는 자동차와 동쪽으로 100km/h로 달리는 자동차를 도로에 정지해 있는 관찰자가 본 경우, 속력은 같지만 속도는 다르다.
- ④ 40km/h로 직선 운동하는 배 안에서 배의 운동 방향으로 A가 2km/h로 걷고 있을 때, 육지에서 있는 관찰자가 A의 속도를 측정하면 42km/h가 된다.
- ⑤ 1시간 동안 이동하면서 계속 주행 속력계를 관찰했을 때, 자동차의 순간 속력이 80km/h를 넘은 적이 없다면, 1시간 동안 평균 속력은 80km/h보다 클 수 없다.

02 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

보기

똑같은 출발점에서 토끼와 거북이를 동일한 직선 방향으로 동시에 출발하게 한 후, 1초 간격으로 토끼와 거북이가 출발점에서 이동한 거리의 값을 다음과 같이 얻었다고 가정한다.



- ① 0초에서 5초까지 거북이의 속력은 일정하다.
- ② 0초에서 1초까지 거북이가 토끼보다 빠르다.
- ③ 0초에서 5초까지 토끼와 거북이의 평균 속력은 같다.
- ④ 0초에서 5초까지 토끼의 속력은 증가하다가 감소한다.
- ⑤ 0초에서 5초까지 토끼는 가속도 운동을, 거북이는 등속도 운동을 한다.

MEMO



※ 다음 글을 읽고 물음에 답하시오

지레는 받침과 지렛대를 이용하여 물체를 쉽게 움직일 수 있는 도구이다. 지레에서 힘을 주는 곳을 힘점, 지렛대를 받치는 곳을 받침점, 물체에 힘이 작용하는 곳을 작용점이라 한다. 받침점에서 힘점까지의 거리가 받침점에서 작용점까지의 거리에 비해 멀수록 힘점에 작은 힘을 주어 작용점에서 물체에 큰 힘을 가할 수 있다. 이러한 지레의 원리에는 돌림힘의 개념이 숨어 있다.

물체의 회전 상태에 변화를 일으키는 힘의 효과를 돌림힘이라고 한다. 물체에 회전 운동을 일으키거나 물체의 회전 속도를 변화시키려면 물체에 힘을 가해야 한다. 같은 힘이라도 회전축으로부터 얼마나 멀리 떨어진 곳에 가해 주느냐에 따라 회전 상태의 변화 양상이 달라진다. 물체에 속한 점 X와 회전축을 최단 거리로 잇는 직선과 직각을 이루는 동시에 회전축과 직각을 이루도록 힘을 X에 가한다고 하자. 이때 물체에 작용하는 돌림힘의 크기는 회전축에서 X까지의 거리와 가해 준 힘의 크기의 곱으로 표현되고 그 단위는 N.m(뉴턴미터)이다.

동일한 물체에 작용하는 두 돌림힘의 합을 알짜 돌림힘이라 한다. 두 돌림힘의 방향이 같으면 알짜 돌림힘의 크기는 두 돌림힘의 크기의 합이 되고 그 방향은 두 돌림힘의 방향과 같다. 두 돌림힘의 방향이 서로 반대이면 알짜 돌림힘의 크기는 두 돌림힘의 크기의 차가 되고 그 방향은 더 큰 돌림힘의 방향과 같다. 지레의 힘점에 힘을 주지만 물체가 지레의 회전을 방해하는 힘을 작용점에 주어 지레가 움직이지 않는 상황처럼, 두 돌림힘의 크기가 같고 방향이 반대이면 알짜 돌림힘은 0이 되고 이때를 돌림힘의 평형이라고 한다.

회전 속도의 변화는 물체에 알짜 돌림힘이 일을 해 주었을 때에만 일어난다. 돌고 있는 팽이에 마찰력이 일으키는 돌림힘을 포함하여 어떤 돌림힘도 작용하지 않으면 팽이는 영원히 돈다. 일정한 형태의 물체에 일정한 크기와 방향의 알짜 돌림힘을 가하여 물체를 회전시키면, 알짜

돌림힘이 한 일은 알짜 돌림힘의 크기와 회전 각도의 곱이고 그 단위는 J(줄)이다.

(가) [가령, 마찰이 없는 여단이문이 정지해 있다고 하자. 갑은 지면에 대하여 수직으로 서 있는 문의 회전축에서 1m 떨어진 지점을 문의 표면과 직각으로 300N의 힘으로 밀고, 을은 문을 사이에 두고 갑의 반대쪽에서 회전축에서 2m만큼 떨어진 지점을 문의 표면과 직각으로 200 N의 힘으로 미는 상태에서 문이 90° 즉, 0.5π 라디안을 돌면, 알짜 돌림힘이 문에 해 준 일은 50J이다.]

알짜 돌림힘이 물체를 돌리려는 방향과 물체의 회전 방향이 일치하면 알짜 돌림힘이 양(+)의 일을 하고 그 방향이 서로 반대이면 음(-)의 일을 한다. 어떤 물체에 알짜 돌림힘이 양의 일을 하면 그만큼 물체의 회전 운동 에너지는 증가하고 음의 일을 하면 그만큼 회전 운동 에너지는 감소한다. 형태가 일정한 물체의 회전 운동 에너지는 회전 속도의 제곱에 정비례한다. 그러므로 형태가 일정한 물체에 알짜 돌림힘이 양의 일을 하면 회전 속도가 증가하고, 음의 일을 하면 회전 속도가 감소한다. ■

01 윗글의 내용과 일치하지 않는 것은?

- ① 물체에 힘이 가해지지 않으면 돌림힘은 작용하지 않는다.
- ② 물체에 가해진 알짜 돌림힘이 0이 아니면 물체의 회전 상태가 변화한다.
- ③ 회전 속도가 감소하고 있는, 형태가 일정한 물체에는 돌림힘이 작용한다.
- ④ 힘점에 힘을 받는 지렛대가 움직이지 않으면 돌림힘의 평형이 이루어져 있다.
- ⑤ 형태가 일정한 물체의 회전 속도가 2배가 되면 회전 운동 에너지는 2배가 된다.

02 [가]에서 문이 90° 회전하는 동안의 상황에 대한 이해로 적절한 것은?

- ① 알짜 돌림힘의 크기는 점점 증가한다.
- ② 문의 회전 운동 에너지는 점점 증가한다.
- ③ 문에는 돌림힘의 평형이 유지되고 있다.
- ④ 알짜 돌림힘과 감의 돌림힘은 방향이 같다.
- ⑤ 감의 돌림힘의 크기는 을의 돌림힘의 크기보다 크다.

03 윗글을 바탕으로 할 때, <보기>의 '원판'의 회전 운동에 대한 이해로 적절하지 않은 것은?

보기

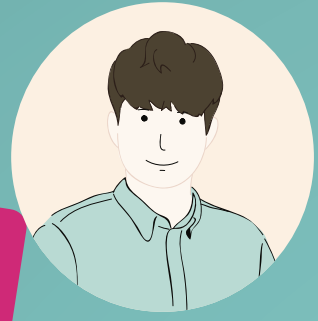
돌고 있는 원판 위의 두 점 A, B는 그 원판의 중심 O를 수직으로 통과하는 회전축에서 각각 $0.5R$, R 만큼 떨어져 O, A, B의 순서로 한 직선 위에 있다. A, B에는 각각 OA, OB와 직각 방향으로 표면과 평행하게 같은 크기의 힘이 작용하여 원판을 각각 시계 방향과 시계 반대 방향으로 밀어 준다. 현재 이 원판은 시계 반대 방향으로 회전하고 있다. 단, 원판에는 다른 힘이 작용하지 않고 회전축은 고정되어 있다.

- ① 두 힘을 계속 가해 주는 상태에서 원판의 회전 속도는 증가한다.
- ② A, B에 가해 주는 힘을 모두 제거하면 원판은 일정한 회전 속도를 유지한다.
- ③ A에 가해 주는 힘만을 제거하면 원판의 회전 속도는 증가한다.
- ④ A에 가해 주는 힘만을 제거한 상태에서 원판이 두 바퀴 회전하는 동안 알짜 돌림힘이 한 일은 한 바퀴 회전하는 동안 알짜 돌림힘이 한 일의 4배이다.
- ⑤ B에 가해 주는 힘만을 제거하면 원판의 회전 운동 에너지는 점차 감소하여 0이 되었다가 다시 증가한다.

MEMO

김연호샘의 국어공부

TIPS

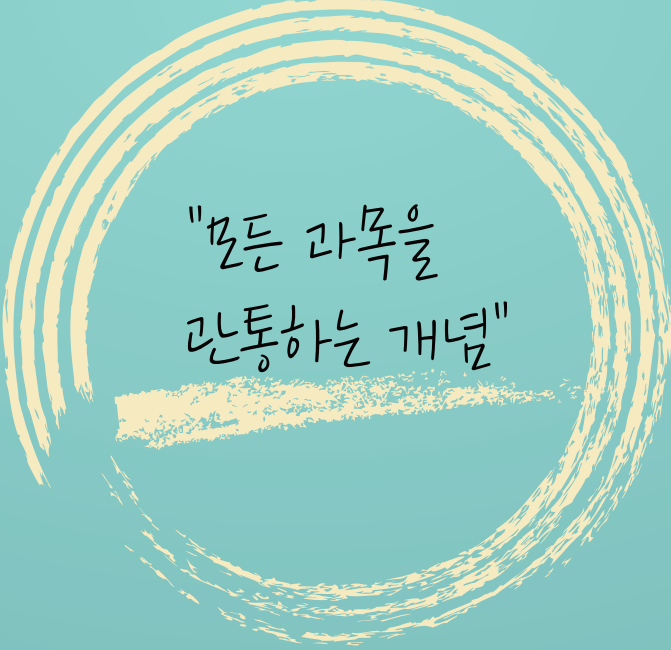


수학과 국어, 서로 관련 없는 과목인 듯하다. 오히려 정 반대의 성격을 가진 과목인 것 같기도 하다. 그러나 '통합 교과'라는 말도 있듯이 국어를 잘해야 수학도 잘할 수 있고, 수학을 잘해야 국어도 잘 할 수 있다. 수능 독서가 점점 어려워지고 있는 것도 바로 통합교과적인 성격이 강화되었기 때문이다. 그래서 샘은 확신한다. 국어를 잘하는 학생이 되어야 수학도, 과학도, 모든 과목을 잘할 수 있다고. 특히 요즘 수능을 볼 때마다 더욱 그런 생각이 든다.

예를 하나 들자면 '비율'은 매우 쉽고 기본적인 개념이다. 그러나 정확히 모르고 있는 학생들이 의외로 많다. 가령 어떤 수치가 '증가했다'는 말과 '증가율이 감소했다'는 말은 같은 상황을 표현한 것일 수도 있다. '비율'은 기준량에 대한 비교하는 양의 크기를 말하기 때문이다. 증가율이 감소했지만, 증가율이 있긴 한 것이다. 증가가 되긴 된 것이므로 증가했다는 의미가 된다. 앞에서 배운 가속도는 '단위시간동안 물체의 속도 변화율'을 뜻한다. 따라서 가속도는 감소할지라도 속도는 증가한다는 의미가 될 수 있는 것이다. 비율은 수학, 과학뿐 아니라 사회 현상을 설명하는 데도 필수적인 개념이다. 가령 인구 증가율을 따질 때도 비율의 개념이 등장한다.



모든 교육 과정은 서로 밀접하게 관련되어 있고, 어려운 개념을 배울 때는 반드시 기초가 되는 쉬운 개념부터 정확히 짚고 넘어가야 한다는 사실을 유념하자. 그리고 그런 기초 개념은 모든 과목을 관통하고 있다는 사실 또한 명심하자.



"모든 과목을
관통하는 개념"