IMPULSE

물리학 Ⅰ 실전개념 독학서 2027

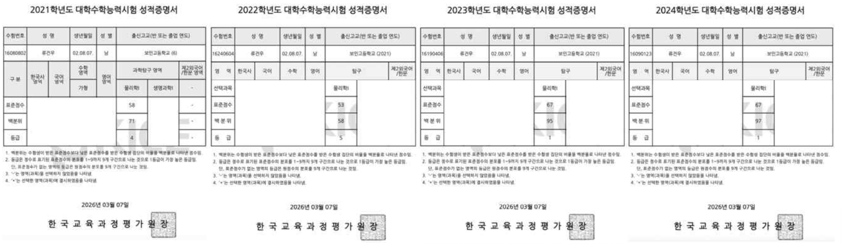
상

저자 류건우

저 자 소 개

류건우

- 아주대학교 약학과 23학번
- 물리학Ⅰ 콘텐츠 제작 및 강의 4년차 (개인과외, 그룹과외, 단기특강)
- 21~24학년도 수능 물리학Ⅰ 등급 변화 4 → 5 → 1 → 1
- 월례고사 백분위 99, 100 다수
- https://orbi.kr/profile/995797



2021학년도 대학수학능력시험 성적증명서

수험번호	성 명	생년월일	성 별	출신고교(반 또는 졸업 연도)
16080802	류건우	02.08.07.	남	보인고등학교 (6)

구 분	한국사 영역	국어 영역	수학 영역 가형	영어 영역	과학탐구 영역 물리학Ⅰ	과학탐구 영역 생명과학Ⅰ	제2외국어/한문 영역 -
표준점수					58		-
백분위					71		-
등급					4		-

2026년 03월 07일

한 국 교 육 과 정 평 가 원 장

2022학년도 대학수학능력시험 성적증명서

수험번호	성 명	생년월일	성 별	출신고교(반 또는 졸업 연도)
16240604	류건우	02.08.07.	남	보인고등학교 (2021)

영 역	한국사	국어	수학	영어	탐구	제2외국어/한문
선택과목					물리학Ⅰ	
표준점수					53	
백 분 위					58	
등 급					5	

2026년 03월 07일

한 국 교 육 과 정 평 가 원 장

2023학년도 대학수학능력시험 성적증명서

수험번호	성 명	생년월일	성 별	출신고교(반 또는 졸업 연도)
16190406	류건우	02.08.07.	남	보인고등학교 (2021)

영 역	한국사	국어	수학	영어	탐구	제2외국어/한문
선택과목					물리학Ⅰ	
표준점수					67	
백 분 위					95	
등 급					1	

2026년 03월 07일

한 국 교 육 과 정 평 가 원 장

2024학년도 대학수학능력시험 성적증명서

수험번호	성 명	생년월일	성 별	출신고교(반 또는 졸업 연도)
16090123	류건우	02.08.07.	남	보인고등학교 (2021)

영 역	한국사	국어	수학	영어	탐구	제2외국어/한문
선택과목					물리학Ⅰ	
표준점수					67	
백 분 위					97	
등 급					1	

2026년 03월 07일

한 국 교 육 과 정 평 가 원 장

No.36 류건우님의 시대인재 N 재종
월례고사 7월 수능 모의평가 성적 분석

	국어(언매)	수학(미적)	영어	물리학 Ⅰ	생명과학 Ⅰ
원점수				48	
표준점수				70	
백분위				99	
등급				1	

No.36 류건우님의 시대인재 N 재종
월례고사 6월 수능 모의평가 성적 분석

	국어(언매)	수학(미적)	영어	물리학 Ⅰ	생명과학 Ⅰ
원점수				50	
표준점수				71	
백분위				100	
등급				1	

검 토

김대현 (아주대학교 약학과)

홍석형 (아주대학교 약학과)

최현 (아주대학교 약학과)

김유빈 (서울대학교 재료공학부)

김희연 (이화여자대학교 의예과)

양진석 (건국대학교 물리학과)

신승원 (한양대학교 의예과)

임성현 (연세대학교 컴퓨터과학과)

박재범 (가톨릭대학교 의예과)

김현 (충남대학교 수의예과)

정현석 (성균관대학교 공학계열)

한석진 (연세대학교 화공생명공학과)

“도서가 어떤 학생을 타겟하고 싶은가 & 도서의 목표”

필자는 수험생 시절 인강과 대치동 유명 현강을 들으며 물리학 I 을 공부했다. 강사들의 개념 설명과 문제 풀이는 분명 뛰어났지만 빠르게 전개되는 설명과 쏟아지는 컨텐츠를 모두 소화하기 힘들었다. 들은 것은 많으나 아는 것은 없었다. 특유의 빠른 풀이 속도를 따라가지 못해 필기부터 해놓고 집에 와서 이해한 경험도 많았다. 물리에 대한 감이 이미 좋은 학생들을 전제로 설명이 진행되는 현강을 따라가며 개념과 기출을 통해 일관된 풀이법이 정리되지 않은 상태에서 방황했다.

풀이 방식의 다양성도 문제였다. 인강과 대치동 현강에는 훌륭한 강사들이 많고, 각자 주장하는 좋은 풀이법이 존재한다. 한 유형에 대해 강사마다 풀이법이 다른 방식일 때, 해당 유형에 대해 ‘결국 어떤 풀이법을 택해야 하는가’를 스스로 결정해야 하는 상황이 자주 생겼다. 예를 들어 평균속도 vs 그래프 논쟁이 있겠다. 요컨대, 단원마다 좋은 풀이법을 누가 모아서 일관되게 정리해줬으면 하는 생각을 늘 했었다. 생명과학의 그 강사님처럼...

IMPULSE 물리학 I SEASON1은 바로 이러한 필자의 경험에서 출발했다.

· 인강 및 대치 현강을 따라가기 힘들었지만, 그래도 시중의 스킬이나 논리는 알고싶은 학생
· 들은 것은 많으나, 언제 어떤 논리를 이용해야 하는지 기준이 없고 모호한 학생
· 유형마다 일관된 풀이법, 논리에 대한 니즈가 있는 학생

필자와 유사한 경험을 겪은 학생들에게 도움이 될 것이라 자부한다.

실전개념은, 대부분의 인·현강을 수강한 경험이 있는 필자의 기준과 경험에 따라 전면 재설계하여 기출문제에 단계적으로 녹여냈다. 이를 통해 학생들이 어려운 논리 및 스킬의 깊이더라도 기출문제의 해설을 통해 차분하게 적용하고 연습할 수 있도록 하며, 유형마다 실전에서 쓸 수 있는 최소한의 일관된 논리를 제시하는 것이 이 책의 목표이다.

일관성을 유지하려면 일반적으로 풀이의 난도를 낮추는 방향을 택하게 된다. 그러나 필자는 어려운 풀이의 깊이와 난도를 유지하면서도 일관된 풀이를 지킴에 있어 매우 노력했다. 그 과정에서 새로운 유형 및 분류도 생겼으며 일관성과 풀이의 깊이 사이의 균형을 맞추는 데 많은 고민을 했다. 믿어도 좋다. 다만 본 도서를 공부하기 전에, 꼭 물리 공부 방법론을 읽어보자.

Contents

상

1	등가속도	007
2	F=ma	067
3	충돌	129
4	에너지	189

하

5 열역학

6 특수 상대성이론

7 전류에 의한 자기장

8 전기력

9 전자기 유도

10 파동

부록 2단원 비킬러 지식
예시 총정리

물리 공부 방법론

첫째, 비율 처리에 능숙해야 한다.

가령 두 상황 (가), (나)에 대해 같은 공식 $2as = \Delta(v^2)$을 쓰는 상황이라면, 공식을 두 번 쓸 게 아니라 $2as = \Delta(v^2)$ 공식에서 각 변수 a, s, v의 (가) : (나) 비율을 바로 생각하는 것이다. 이렇게 필요한 변수의 비율 및 값을 암산과 눈풀로 처리할 수 있어야 한다. 비값 처리가 무엇인지, 왜 중요한 지는 본 도서의 등가속도 파트만 공부하더라도 알 수 있을 것이다. 암산과 눈풀을 도와주는 숫자단순화도 뒤에서 다룰 것이다.

주변에서 물리 만점에 가까운 학생들을 보면 대부분 풀이가 짧고 간결하다. 그 이유는 머릿속에서 문제 상황에 필요한 비율 처리가 거의 습관처럼 이루어지기 때문이다. 필자도, 필자의 과외 학생들도 펜을 갖다 버리고 문제 복습을 한 이후부터 공통적으로 역학 실력이 많이 올랐다.

둘째, 일관된 논리와 풀이법을 유형별로 정리하고 완전히 내 것으로 만들어 체화해야 한다.

비율을 처리할 문제 상황에 맞는 공식은 어떻게 떠올릴까? 바로 '일관된 논리와 풀이법'이다.

필자는 물리 I 이 과학탐구 네 과목 중 반복되는 논리의 일관성이 가장 확실한 과목이라고 생각한다. 생명과학 I 보다 더 정형화된 풀이를 가진 과목이다. 따라서 학생은 일관된 풀이법을 숙련된 사람으로부터 익히고 반복하여 문제를 풀어보며 "아 생각보다 일관된 논리네...다 비슷하네..."를 느끼는 순간 성적은 오를 것이다. 그 과정에서 생각했던 것보다 매우 디테일한 논리, 사소한 표현법까지 기억해야 함을 느낄 것이고 그걸 견디는 학생이 느리더라도 분명 실력이 오른다.

수험판에서 일관된 풀이법을 배우느라 초기에 내 사고력이 제한받는 느낌이 든다고 하는 학생이 있다. 그렇다 하더라도 그 배운 논리들을 완벽히 체화하고 대부분 비슷하다는 것을 느낀 후 과감하게 사다리를 버려도 늦지않다. 그러니 우선 필자가 제시하는 일관된 실전개념을 믿어 보자. 그 사다리를 제시함에 있어 필자는 누구보다 일관되며 실전적인 풀이법을 차분하게 하나씩 기출에 녹여냈다.

셋째, 이처럼 비율 처리에 능숙해지고 실전개념을 체화한 후 직접 '새로운 문제'를 많이 풀어봐야 한다.

순서는 가장 뒤겠지만, 경험치와 외연을 늘리는 것도 매우 중요하다. 어렵다는 N제를 풀어라. EBS를 풀어라. 첫째, 둘째 과정을 어느정도 마스터한 학생이라면, N제와 EBS의 문제를 풀고 나서 "내 풀이를 정확하게 왜 이렇게 했는 지 설명할 수는 없으나 내 풀이가 당연하다는 느낌"이 들 것이다. 마치 쎈 B스텝 풀 듯이 말이다. 이전에는 의식적으로 실전개념이 이랬지 하며 떠올리듯이 풀었겠지만 그 이후에는 그냥 '감'이 생긴 것이다. 그 감은 확실한 토대 위에서 새로운 문제를 많이 풀어보며 무의식 속에서 더 단단해진다.

필자가 본 도서를 집필할 때 단순히 평가원, 교육청 기출만 참고한 것은 당연히 아닐테다. 필자도 N제와 어렵다는 실모를 풀며 추가로 느낀 인사이트들이 있고 그것 또한 도서에 녹여냈기 때문에 자연스레 기출과 이어지며 경험치와 외연을 늘릴 수 있을 것이다. 자작 문제도 있다.

● 등가속도 Main Tool 2

등가속도 네가지 유형을 불문하고, 가장 자주 쓰이는 두 공식이다. 이때, 필자가 두가지 공식을 '어떻게' 쓰는가에 집중하길 바란다. 모든 값을 미지수로 놓고 식에 일일이 대입하여 쓰지 않는다. '숫자단순화'와 '비값처리'라는 두가지 추가적인 툴과 함께 공식을 다루게 된다. 후술하였으니 당장 비값처리, 숫자단순화가 무엇인지 잘 납득되지 않더라도 괜찮다.

$$\Delta v = at \quad \& \quad \bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{\sum \text{양끝속도}}{2}$$

첫 번째 식을 쓰는 방식은 언급했듯 숫자단순화, 비값처리이다.
또한, 식은 가속도의 정의($a = \Delta v / \Delta t$)로부터 도출되었다고 이해하는 것이 바람직하다. 학생은 $v = v_0 + at$ 공식으로 이해할 수도 있지만 말이다. 비값처리에 더 익숙하게 이해하는 방식이기 때문이다.

두 번째 평균속도($\bar{v}$)식이 문제에서 쓰이는 방식은, 각기 다른 의미를 갖는 평균속도 식을 따라 구한 값이 같다고 다루게 된다. 즉, "첫째 방식(변위/시간)으로 구한 평균속도 = 둘째 방식(양끝속도 합의 절반)으로 구한 평균속도" 구조多
이때 주의할 것은, 둘째 방식으로 평균속도를 구하는 것은 가속도가 하나로 일정한 등가속 운동 구간 내에서만 성립한다.
중간에 가속도가 바뀌는데도 불구하고 구간 처음, 끝 속도 더해서 절반한게 평균속도라고 해서는 안된다.

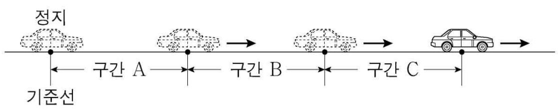
한편, 속도와 시간을 알고 있고 변위를 구할 때도 평균속도로 구한다.($s = \bar{v} \times t$)
한편, '동시에' 워딩이 있으면 시간 비율이 같음이 이용되는 경우가 많아 평균속도 냄새를 맡을 수 있어야 한다.

평균속도를 어떻게 문제에서 쓰는 지 아래 예시를 통해 가볍게 경험해보자.

ex 191111

그림과 같이 기준선에 정지해 있던 자동차가 출발하여 직선 경로를 따라 운동한다. 자동차는 구간 A에서 등가속도, 구간 B에서 등속도, 구간 C에서 등가속도 운동한다. A, B, C의 길이는 모두 같고, 자동차가구간을 지나는 데 걸린 시간은 A에서가 C에서의 4배이다.

구간 A끝, C끝에서의 속도 비를 구해보자.



첫째 방식(변위/시간)으로 A:C 평균속도 비율을 계산하면 1:4이다. A:C 변위비가 1:1, 시간비가 4:1이기 때문이다.
한편, 구간 A끝에서의 속도를 x라 하면 구간 B끝에서의 속도는 x이다. (∵ B는 등속도 구간)

둘째 방식(양끝속도 합의 절반)으로 구한 A:C 평균속도 비율도 1:4여야 한다.

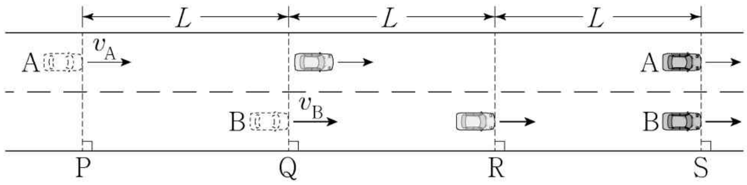
$1:4 = \dfrac{0+x}{2} : \dfrac{x + (\text{구간 } C\text{끝 속도})}{2}$ $\therefore (\text{구간 } C\text{끝 속도}) = 3x$ ∴ 구간 A끝, C끝에서의 속도 비 = 1 : 3

이렇게 "첫째 방식으로 구한 평균속도 = 둘째 방식으로 구한 평균속도" 구조로 식을 써 미지수를 구하는 장면이 많다.
수학에서 직각삼각형의 내접원 반지름 구할 때 "밑변 × 높이 = (세 변의 합) × (내접원 반지름)"하는 것과 유사하다.

241119

등가속도 기본유형_문제

그림과 같이 직선 도로에서 서로 다른 가속도로 등가속도 운동을 하는자동차 A, B가 각각 속력 v_A, v_B로 기준선 P, Q를 동시에 지난 후 기준선 S에 동시에 도달한다. 가속도의 방향은 A와 B가 같고, 가속도의 크기는 A가 B의 $\frac{2}{3}$배이다. B가 Q에서 기준선 R까지 운동하는 데 걸린 시간은 R에서 S까지 운동하는 데 걸린 시간의 $\frac{1}{2}$배이다. P와 Q 사이, Q와 R 사이, R와 S 사이에서 자동차의 이동 거리는 모두 L로 같다.



$\frac{v_A}{v_B}$는? [3점]

① $\frac{9}{4}$ ② $\frac{3}{2}$ ③ $\frac{7}{6}$ ④ $\frac{8}{7}$ ⑤ $\frac{8}{9}$

241119 **등가속도 기본유형_해설** **답: ④**

Step1.

숫자단순화 하자. 문장조건의 두 비율을 숫자로 설정한다.
A, B의 가속도 크기를 2, 3이라 놓는다.
B가 QR, RS 구간에서 걸린 시간을 1초, 2초라 놓는다.

한편, 가속도의 방향은 왼쪽이다. B가 같은거리 가는데 더 오래 걸렸기 때문.

Step2.

$v_A = a$, $v_B = b$로 놓고 각 점에서 물체의 속도를 표현해보자.
가속도와 시간을 숫자로 알고 있으므로, 자연스레 $\Delta v = at$가 떠오른다.

A는 가속도 2, 걸린시간 3초이므로 속도변화량은 왼쪽으로 6이다.
B는 가속도 3, 걸린시간 1초, 2초이므로 속도변화량은 왼쪽으로 3, 6이다.
따라서, A의 P, Q 속도를 a, $a-6$, B의 Q, R, S 속도를 b, $b-3$, $b-9$로 표현할 수 있다.

Step3.

평균속도를 이용해 식 2개를 찾자.
평균속도 비율을 알 수 있는, 즉 첫째 방식($\bar{v} = \dfrac{\Delta s}{\Delta t}$)을 통해 평균속도 비율을 구할 수 있는 구간을 찾아보자.

(1) 전체 3초동안 A:B 평균속도 3:2 (∵ 변위 3:2, 걸린시간 동일)
(2) B 내부 QR:RS 평균속도 2:1 (∵ 변위 동일, 걸린시간 1:2)

의 두 구간에서 평균속도 비율이 보여야한다. 평균속도 계산은 강조했듯
첫째 방식 $\bar{v}$ = 둘째 방식 $\bar{v}$ 구조로 마무리하자.

(1) $3:2 = a + (a-6) : b + (b-9)$
(2) $2:1 = b + (b-3) : (b-3) + (b-9)$

$\therefore\ a = 12,\ b = \dfrac{21}{2}$

실전 개념

기본개념에서 가속도가 정의되는 한 장면을 분석하는 관점으로 계 관점과 해체쇼 관점을 공부했다. 이번 실전개념에서는 가속도가 정의되는 여러 장면이 주어졌을 때 어떻게 풀 것인가, 그 풀이법에 대해 정석풀이와 변화풀이를 소개한다.

● 정석풀이 VS 변화풀이

(1) 정석풀이

가속도가 정의되는 여러 장면들이 주어졌을 때, 한 장면마다 식을 쓰는 정석적인 풀이를 말한다. 앞서 풀었던 네 예시 문제를 상기해보자. (가), (나) 두 상황에 대해 가속도가 정의된다. 두 상황 각각에 대해 계 관점과 해체쇼 관점으로 가속도를 구했다. 이처럼 두 개 이상의 가속도가 정의된 장면이 있지만, 계 관점과 해체쇼 관점 두 카드를 들고 한 장면씩 패는 풀이다. 늘 해오던 방식이다.

단, 팁이 있다. '가장 축소된 상황'부터 식을 다루면 계산이 편한 경우가 많다. 가령 세 물체가 실 두 개로 연결되어 있을 때 실이 모두 끊겨 각자 운동한다면, 그렇게 각자 운동한 상황부터 식을 다루자는 것이다.

(2) 변화풀이

가속도가 여러 번 정의되는 장면들이 주어졌을 때, 장면 간 변화를 살피는 풀이다. 가령 가속도가 정의되는 두 상황이 있을 때, 장면 각각 식을 쓰는 정석풀이와 달리 두 상황에서 변화된 것만 캐치하여 식을 놓는 방식의 풀이이다.

변화풀이 Type 1은, '실이 끊어지는 상황', Type 2는 '계의 질량은 유지되는 상황에서 힘만 변하는 상황'에서 쓰인다.

(2.1) 변화풀이 Type 1

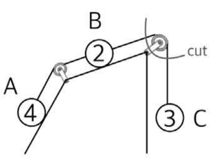
두 물체 이상에서, '실을 끊을 때' 실 기준 양쪽 물체(계)에 대해 변화의 비율을 이용하는 풀이다.

실을 끊으면, 양쪽 물체입장에서 사라진 힘은 기존에 작용하던 장력으로 동일하므로 양쪽 물체의 $\varDelta F$의 비율이 1:1이다.

따라서 실을 끊으면 양쪽 물체의 질량비와 가속도 변화량 비가 역수임을 이용한다.

> 변화풀이 Type 1) 실을 끊을 때 양쪽 물체 비값처리 $\varDelta F = m \times \varDelta a$
> 1 : 1
> 역수

쉬운 예시로 이해해보자. 등속도 운동하던 ABC에서, B, C 사이의 실을 끊었을 때 (A+B)의 가속도는? (단, $g = 10m/s^2$)



- 끊어진 실 기준의 양쪽 물체는 (A+B)와 C이다.
- (A+B) 계 입장에서 사라진 힘은 기존에 C와 연결되어 있을 때 작용하던 장력이다.
- C 입장에서 사라진 힘은 기존에 (A+B)와 연결되어 있을 때 작용하던 장력이다.
- $\varDelta F = m \times \varDelta a$ 식에서 (A+B) : C 대해 비값처리 해보면, $\varDelta F$ 비율이 1:1이다.
- 따라서, (A+B) : C의 m비율과 $\varDelta a$비율은 역수관계이다. … 까지 사전 지식

- 질량비는 2:1이므로, $\varDelta a$비는 1:2이다.
- C의 가속도는 0에서 10으로 변했다. 즉 C의 $\varDelta a$는 10이므로, (A+B)의 $\varDelta a$는 5이다.
- (A+B)도 처음 가속도는 0이므로, 실 끊은 후 가속도는 5이다. … 암산 가능

(A+B):C	$\varDelta F$	$=m$	$\times \varDelta a$
비값처리	1:1	6:3	1:2

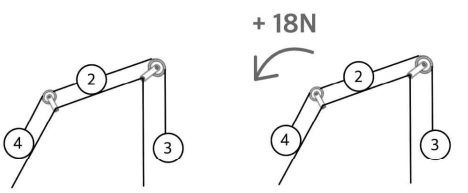
(2.2) 변화풀이 Type 2

'계의 질량은 유지된 상태'에서, 힘을 추가하거나 or 원래 작용하던 힘을 제거할 때 변화를 이용하는 풀이이다.

변화풀이 Type 1과 달리, 실을 끊는 상황을 다루지 않는다. 그래야 계의 질량이 유지되기 때문이다. 또한, 비값처리 방식으로 $\Delta F = m \times \Delta a$를 쓰는 것도 아니다. 두 상황에 대해 작용하던 힘의 '변화'만 체크하여, 계에 대해 $\Delta F = m \times \Delta a$를 적용하여 가속도 변화량을 알아내는 것이다.

> 변화풀이 Type 2) 계의 질량은 유지되고 두 상황의 힘 변화를 체크 $\Delta F = \underbrace{m}_{\text{유지}} \times \Delta a$

쉬운 예시로 이해해보자. (가)는 세 물체 A, B, C가 왼쪽 방향의 가속도 2로 등가속도 운동하는 것을 나타낸 것이다. (나)는 (가)에서 왼쪽으로 힘 18N을 추가한 것을 나타낸 것이다. (나)에서 가속도는?



(가) (나)

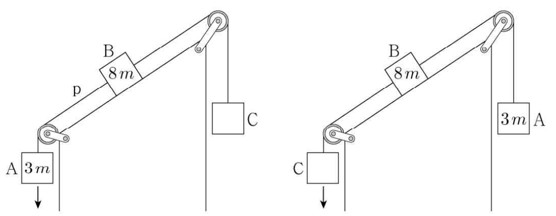
계에 실을 끊는 상황이 아니므로, 계의 질량은 유지된다. 이때 힘의 '변화'만 따져보자. 세 중력은 (가), (나)에서 공통적이므로 18N의 힘 추가만이 유일한 힘의 변화이다.

ABC 계 하나 $\underbrace{\Delta F}_{18} = \underbrace{m}_{9}\underbrace{\Delta a}_{2}$ $\quad \underbrace{2}_{\text{기존 가속도}}+\underbrace{2}_{\text{가속도 변화량}} = 4$

앞서 다룬 예시 250620을 변화풀이 Type 2)를 이용해 다시 풀어보자.

ex 250620

그림 (가)와 같이 물체 A, B, C가 실로 연결되어 등가속도 운동한다. A, B의 질량은 각각 $3m$, $8m$이고, 실 p가 B를 당기는 힘의 크기는 $\frac{9}{4}mg$이다. 그림 (나)는 (가)에서 A, C의 위치를 바꾸어 연결했을 때 등가속도 운동하는 모습을 나타낸 것이다. B의 가속도의 크기는 (나)에서가 (가)에서의 2배이다.



(가) (나)

C의 질량은? (단, 중력 가속도는 g이고, 실의 질량, 모든 마찰은 무시한다.) [3점]

① $4m$ ② $5m$ ③ $6m$ ④ $7m$ ⑤ $8m$

Step1., 2까지는 동일하므로 앞의 풀이를 참고하자.

장력 조건을 해체쇼 관점으로 해석해 가속도 $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ 구했었다.

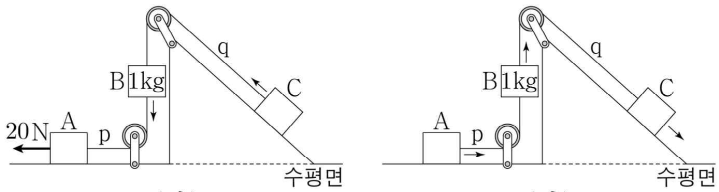
계 질량은 유지되는 상황이고, (가), (나) 에서의 힘 변화는 오직 A, C의 중력이 방향만 바뀐 것이다.

왼쪽 방향을 (+)로 생각하면, (가) → (나) 과정에서 힘 변화값은 A의 중력이 −6, C의 중력이 +2C이므로

ABC 계 하나 $\underbrace{\Delta F}_{(2C-6)} = \underbrace{m\Delta a}_{(C+11)\cdot(\frac{1}{2}-\frac{1}{4})}$; C의 질량 = 5

251118 **기본동적유형_문제**

그림 (가)는 물체 A, B, C를 실 p, q로 연결하고 A에 수평 방향으로 일정한 힘 20N을 작용하여 물체가 등가속도 운동하는 모습을, (나)는 (가)에서 A에 작용하는 힘 20N을 제거한 후, 물체가 등가속도 운동하는 모습을 나타낸 것이다. (가)와 (나)에서 물체의 가속도의 크기는 a로 같다. p가 B를 당기는 힘의 크기와 q가 B를 당기는 힘의 크기의 비는 (가)에서 2:3이고, (나)에서 2:9이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는 $10m/s^2$이고, 물체는 동일 연직면상에서 운동하며, 실의 질량, 공기 저항과 모든 마찰은 무시한다.) [3점]

〈 보기 〉

ㄱ. p가 A를 당기는 힘의 크기는 (가)에서가 (나)에서의 5배이다.

ㄴ. $a = \frac{5}{3}m/s^2$이다.

ㄷ. C의 질량은 4kg이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

251118	기본동적유형_해설	답: ②

Step1.

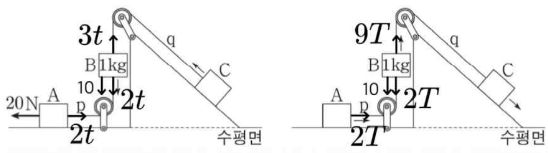
숫자단순화는 실측값 때문에 쓸 수 없다.
(가)에서 p가 B를 당기는 힘, q가 B를 당기는 힘을 각각 $2t$, $3t$
(나)에서 p가 B를 당기는 힘, q가 B를 당기는 힘을 각각 $2T$, $9T$라 하자.

Step2.

장력조건이 주어졌다. 원칙대로 하자. 장력은 한물체 잡고 해체쇼 관점으로 접근해야 한다.
한편 장력조건을 필요충분하게 쓴다는 것은 실에 걸린 양 물체 모두에 대해 식을 두 번 써야 한다고 했다.
A와 B 사이의 장력은 A, B에 대해 모두 해석할 수 있지만, B와 C 사이의 장력은 C쪽에서 다루기 힘들다 느껴야한다.
따라서 A, B 위주로 장력 정보를 해석하여 T, t부터 구해보자.

Step3.

A, B 위주의 식 작성에서 하나의 센스가 필요해진다.
(가), (나)의 가속도가 크기는 같고 방향이 반대이다. 앞서 F = ma에서 多 등장하는 비값처리 내용을 적용하자.



(가) (나)

A 한 물체의 합력은 (가), (나)에서 크기는 같고 방향은 반대다 ⇔
$m_A \times a = 20 - 2t = 2T$
B 한 물체의 합력은 (가), (나)에서 크기는 같고 방향은 반대다 ⇔
$1 \times a = 2t + 10 - 3t = 9T - 2T - 10$

$\therefore\ T = \frac{5}{3},\ t = \frac{25}{3},\ a = \frac{5}{3},\ m_A = 2$

Step4..

ㄷ선지 풀어보자. 변화관점 Type 2)가 보이는가.
(가)에서 (나)로의 변화에 집중해보자. 질량은 유지되는 상태이고, 힘 변화는 오직 20N이 사라진 것 뿐이다.

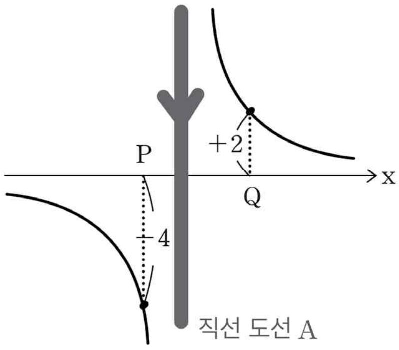
$\overset{ABC}{계\ 하나}\ \underset{20}{\triangle F} = \underset{(3+C)\cdot\frac{10}{3}}{m\triangle a}$; C의 질량 = 3

* Comment

정석풀이+장력의성질+多비값처리+변화풀이Type2)

● 자기장 그래프 개형 이해

(1) 기초 그래프 이해



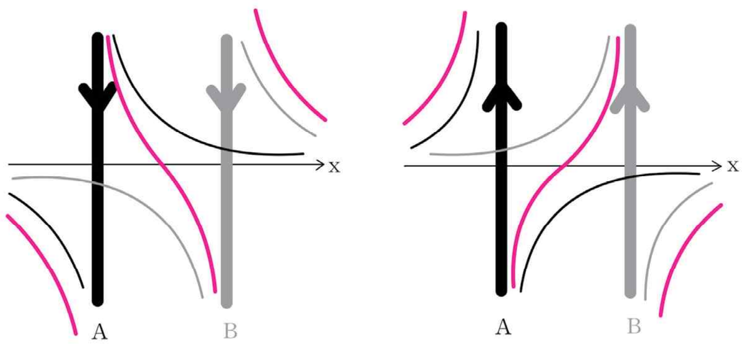
다음 유리함수 그래프는, x축 상의 점에 직선 도선 A가 작용하는 자기장을 y값으로 표현한 것이다. 부호는 앞서 약속했듯 나/들 = +/−로 정한 것이다.

가령 x축 위의 점 Q에 직선 도선 A가 작용하는 자기장이 2이면, x축의 Q와 y 축의 2를 좌표로 하는 점이 형성된다. 점 P에서 자기장은 들어가는 방향이므로 y값이 음수다.

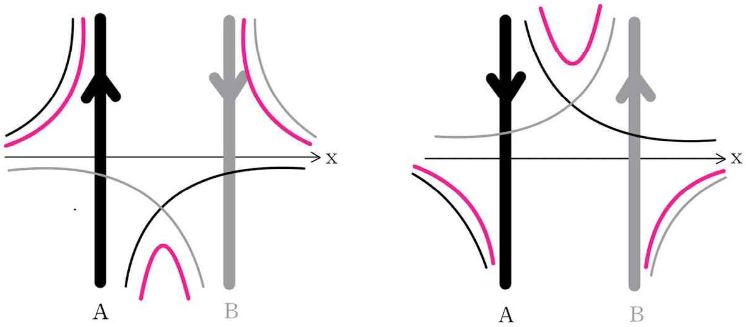
이처럼 교점을 잇다보면 자연스레 공식 $B = k\frac{I}{d}$에 의해 유리함수 개형이 된다. 엄밀하게는, Q에 작용하는 자기장만 2인 것은 아니다. Q와 같은 x좌표를 같은 모든 점(자취 $x = x_Q$)에 대해 A가 작용하는 자기장은 2이다. 그러나 문제에 가로 도선이 추가되면 오로지 Q에 대해 작용하는 자기장만 2라고 해야겠다.

(2) 전류 세기가 동일한 직선 도선 A, B의 합성 자기장 A+B 그래프

도선 A에 의한 자기장 그래프를 검은색, 도선 B에 의한 그래프를 회색, 합성 자기장 A+B 그래프를 핑크색으로 그렸다. 전류가 동일하므로 검은색 그래프와 회색 그래프는 합동인 유리함수이다. 따라서 A+B 그래프는 대칭성을 가진다. A, B에 흐르는 전류 방향에 따라 네 경우의 수가 존재한다. 직접 그려보는 연습을 반드시 해보길 바란다.



전류 크기가 동일한,
두 도선의 전류 방향이 같을 때는
합성자기장이 점대칭!

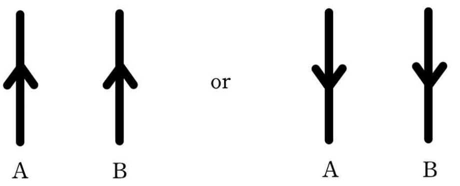


전류 크기가 동일한,
두 도선의 전류 방향이 반대일 때는
합성자기장이 선대칭!

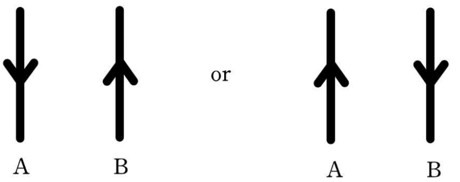
● 점선대칭적 사고

앞서 다룬 자기장 그래프 개형 이해를 바탕으로, 실제 문제풀이에서는 점선대칭적인 사고방식이 더 중요하게 쓰인다.
필자가 기출, N제, 실모 등 여러 문제를 풀며 점선대칭적인 사고방식의 종류를 아래 5가지로 정리하였다. Hot한 주제다.

(1) 계산상의 활용

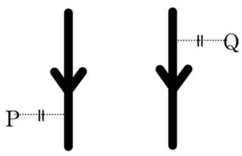


전류 세기 동일한 도선 A, B가 전류 방향이 동일
⇳
점대칭 양상(크기 동일, 부호 반대)의 자기장 값 형성



전류 세기 동일한 도선 A, B가 전류 방향이 반대
⇳
선대칭 양상(크기 동일, 부호 동일)의 자기장 값 형성

ex



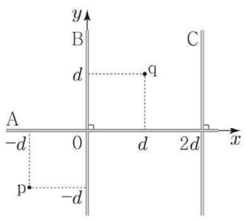
“P에서 A, B의한 자기장이 3이다” 조건이 주어진다면,
바로 점대칭 양상의 Q에서 A, B의한 자기장 −3이라고 암산할 수 있어야 한다.

(2) 합 활용

두 점의 자기장 ‘합’을 이용했을 때 점대칭 양상으로 제거되는 일부 자기장이 있는 경우를 ‘합 활용’이라 한다.

ex 250517

그림과 같이 세기와 방향이 일정한 전류가 흐르는 가늘고 무한히 긴 직선 도선 A, B, C가 xy평면에 고정되어 있다. A, B에 흐르는 전류의 세기는 같다. xy평면상의 점 p, q에서 A, B, C의 전류에 의한 자기장을 나타낸 것이다.



위치	A, B, C의 전류에 의한 자기장	
	방향	세기
p	×	$3B_0$
q	×	B_0

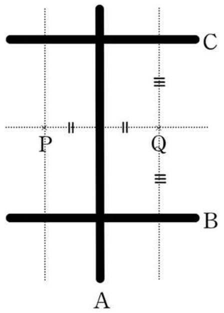
×: xy평면에 수직으로 들어가는 방향

문제를 읽고 가장 먼저 해야할 점선대칭적 사고는 다음과 같다.

A가 p, q에 만드는 자기장은 크기 동일, 부호 반대
B가 p, q에 만드는 자기장은 크기 동일, 부호 반대
(A+B)가 p, q에 만드는 자기장은 크기 동일, 부호 반대이므로 (A+B)가 p, q에 만드는 자기장의 합은 0이다.

따라서, 표의 두 값 −3, −1을 더하면 점대칭 양상 때문에 C 혼자서 p, q에 작용하는 자기장의 합이 나온다.
p, q는 C로 부터 거리 3:1이므로 C가 p, q에 만드는 자기장은 −1, −3다.

(3) 점대칭 + 점대칭 = 점대칭



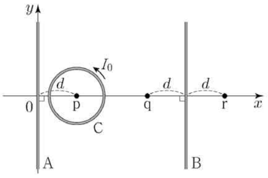
주로 다음과 같은 상황이다.

→ 두 지점 P, Q & 직선 도선 A, B, C 셋팅된 상황에서
→ 조건으로 "A, B, C가 만드는 자기장이 P, Q에서 크기는 같고 방향은 반대이다"
→ A가 P, Q에 만드는 자기장도 크기는 같고 방향이 반대(점대칭 양상)이다.
→ 그럼 (B+C)가 P, Q에 만드는 자기장도 크기는 같고 방향이 반대(점대칭 양상)이다.
→ 따라서 B, C의 전류 세기는 같고 방향은 같다.

(4) 선대칭 + 선대칭 = 선대칭

ex 230618

그림과 같이 무한히 긴 직선 도선 A, B와 원형 도선 C가 xy평면에 고정되어 있다. A, B에는 같은 세기의 전류가 흐르고, C에는 세기가 I_0인 전류가 시계 반대 방향으로 흐른다. 표는 C의 중심 위치를 각각 점 p, q에 고정할 때, C의 중심에서 A, B, C의 전류에 의한 자기장의 세기와 방향을 나타낸 것이다.



C의 중심 위치	C의 중심에서 자기장	
	세기	방향
p	0	해당 없음
q	B_0	⊙

⊙ : xy평면에서 수직으로 나오는 방향
× : xy평면에 수직으로 들어가는 방향

문제를 읽고 가장 먼저 해야할 점선대칭적 사고는 다음과 같다.
A, B 전류 세기가 동일하다 했다. 두 경우가 있겠다.

Case1) A, B 전류 방향이 반대라 (A+B)가 p, q에 만드는 자기장이 선대칭

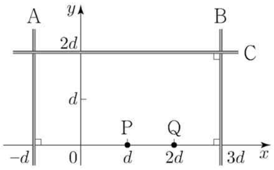
Case2) A, B 전류 방향이 동일해서 (A+B)가 p, q에 만드는 자기장이 점대칭

이때 원형 도선 C가 만드는 자기장은 p, q에서 동일한 값(선대칭 양상)이다.
만약 Case1)의 경우라면 (A+B) 선대칭 + C 선대칭이므로 (A+B+C)도 p, q에 만드는 자기장이 선대칭 양상이다.
즉 표의 두 값이 같아야 한다. 그런데 아니므로, 결국 Case2)가 답이다. A, B 전류의 방향은 동일한 것!
이처럼 '선대칭 + 선대칭 = 선대칭'의 논리는 케이스 소거에 많이 쓰인다. 작수(2611)논리였다.

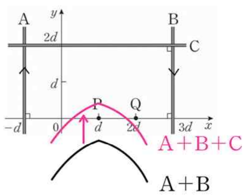
(5) 그래프 개형 직접 활용

ex 220916

그림과 같이 xy평면에 무한히 긴 직선 도선 A, B, C가 고정되어 있다. A, B에는 서로 반대 방향으로 세기 I_0인 전류가, C에는 세기 I_C인 전류가 각각 일정하게 흐르고 있다. xy평면에서 수직으로 나오는 자기장의 방향을 양(+)으로 할 때, x축상의 점 P, Q에서 세 도선에흐르는 전류에 의한 자기장의 방향은 각각 양(+), 음(_)이다.

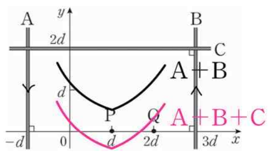


Case1)
A, B 전류 방향 $+y$, $-y$



A+B는 음수영역에 그려지고 C에 의해 위로 평행이동되어 올라간다. 따라서 P, Q 자기장 +, − 가능! & C 방향 $-x$

Case2)
A, B 전류 방향 $-y$, $+y$

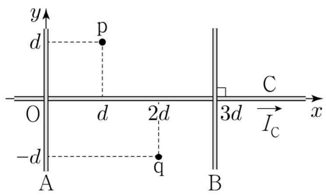


A+B는 양수영역에 그려지고 C에 의해 아래로 평행이동되어 내려간다. 따라서 P, Q 자기장 +, − 불가능!

251117

전류에 의한 자기장_문제

그림과 같이 일정한 전류가 흐르는 무한히 긴 직선 도선 A, B, C가 고정되어 있다. A에는 세기가 4I인 전류가 $+x$방향으로 흐른다. A, B, C의 전류에 의한 자기장이 p, r에서 세기는 같고 방향은 반대이다. r에서 A가 작용하는 자기장의 세기는 B이다. q에서 A, B, C의한 자기장 세기가 B이고 방향은 수직으로 나오는 방향이다. C에 흐르는 전류의 세기와 방향을 구하시오.



	A의 전류		B의 전류	
	세기	방향	세기	방향
(가)	I_0	$-y$	I_0	$+y$
(나)	I_0	$+y$	I_0	$+y$
(다)	I_0	$+y$	$\frac{1}{2}I_0$	$+y$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

〈 보기 〉

ㄱ. $I_C = 3I_0$이다.

ㄴ. (나)일 때, A, B, C의 전류에 의한 자기장의 세기는 p에서와 q에서가 같다.

ㄷ. (다)일 때, q에서 A, B, C의 전류에 의한 자기장의 방향은 xy평면에 수직으로 들어가는 방향이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

251117 **전류에 의한 자기장_해설** **답: ⑤**

Step1.

숫자단순화 $I_0 = d = 1$ & 나/들 = +/− 잡자.

Step2.

ㄴ선지 해설. 점선대칭적 사고 중 '점대칭 + 점대칭 = 점대칭'을 쓴다.

(나)일 때, (A+B)가 p, q에 만드는 자기장은 크기 동일, 부호 반대(점대칭)
(나)일 때, C가 p, q에 만드는 자기장은 크기 동일, 부호 반대(점대칭)
따라서 (A+B+C)가 p, q에 만드는 자기장도 크기 동일, 부호 반대(점대칭)

Step3.

반드시 변화 관찰부터!

주어진 두 정보가 (가), (다)일 때 p에서 A, B, C의 전류에 의한 자기장이다.
(가) → (다) 변화 관찰을 해보면 A, B 전류가 모두 바뀌므로 변화 관찰이 용이하지 않음을 알 수 있다.
따라서 주어진 두 정보 각각 식을 써야 한다. 이때 2배 조건은 앞서 ● 221118에서 했듯이 절댓값 표현을 이용하자.

(가), p $\begin{cases} +1 \\ +\dfrac{1}{2} \\ c \end{cases}$ $\quad \therefore c + \dfrac{3}{2}$ & (다), p $\begin{cases} -1 \\ +\dfrac{1}{4} \\ c \end{cases}$ $\quad \therefore c - \dfrac{3}{4}$

$$\left|c+\frac{3}{2}\right| = \left|c-\frac{3}{4}\right| \times 2\ ;\ \left|c+\frac{3}{2}\right| = \left|2c-\frac{3}{2}\right|\ ;\ c = 3$$

Step4.

ㄷ선지 해설.

(다), q $\begin{cases} -\dfrac{1}{2} \\ +\dfrac{1}{2} \\ -3 \end{cases}$ 이므로 들어가는

$\therefore\ -3$