

두 날 개



김보석 지음

여러분, 그리고 이 책

우선 “물리학Ⅱ”라는 영역에 도전하는 여러분들에게 박수를 보냅니다.
주변의 만류와 여러 유혹을 이겨내고 한 길을 달려간다는 것은 결코 쉬운 길이 아닙니다.
여러분들의 목표를 생각하며 꾸준한 노력으로 끝까지 결승선까지 완주하시길 바랍니다.
이전 교육과정 “물리Ⅱ”라는 과목을 공부함에 있어 항상 불편했던 점은 자료가 부족하다는 것과
흔한 문제집 중 하나인 기출문제집조차 시중에 없다는 것이었습니다. 이전 교육과정 물리Ⅱ에 비해선
컨텐츠의 수가 어느 정도 많아졌지만 여전히 다른 탐구과목에 비해선 자료가 부족한 것이 사실입니다.
이제 이 책 “두날개”를 통해 물리학Ⅱ에 대한 컨텐츠의 부족을 어느 정도 해소해 줄 수 있는 자료가
되었으면 좋겠습니다.

첫째로 책의 제목대로 이 책이 여러분의 물리학Ⅱ 공부를 한 걸음 더 나아가게 해줄 수 있는 ‘두 날개’ 같은 존재가 되길 바랍니다.

이 책의 구성은 수능 원년도부터 2023학년도 수능까지의 모든 기출문제와 이전 교육과정 물리Ⅰ에서
현 교육과정 물리학Ⅱ로 바뀐 단원들의 문제, 좀 더 심화문제에 도전하고 싶은 분들을 위한
PEET 기출로 이루어져 있습니다. 또한 현 교육과정 물리학Ⅱ로 넘어오면서 새로 만들어진 내용의
경우 자체제작 문항과 고등과학 문항을 삽입하였습니다.

개념을 완전히 숙지하신 후 개념에 대한 확신에서 문제와의 연결로 이어지게끔 하고, 천천히 차근차근
집중하며 푸는 버릇이 실전에서의 속도감을 만들 것입니다.

이번 두날개는 개정 물리학Ⅱ의 교육과정을 반영한 네 번째 두날개로, 범위 내의 문항들을 선별하기
위해 검토진분들과 함께 최대한 노력하였고 여러분들에게 최대한 많은 도움이 되었으면 좋겠습니다.

둘째로 양치기에 의존하는 물리가 아닌 생각하는 힘을 기르는 물리가 되도록 해주세요.

물론 두날개의 첫 집필의도는 컨텐츠가 부족한 물리Ⅱ 영역에 양치기를 통해 컨텐츠 부족을 해소하
자라는 취지였지만,

노력이라는 한 단어로 스스로를 채찍질해가며 양으로 승부하는 물리보다 “왜”라는 질문을 던지며
과학적 표현을 관찰하고, 인과관계를 이해하는 습관이 물리적 사고과정을 생각하는 힘을 길러줄
것이라 믿습니다.

따라서 반드시 개념에서만끔은 “왜”라는 질문이 하나도 없는 상태에서 기출분석을 시작하시길 권장
합니다.

그리고 틀린 문제를 분석할 땐 단순히 풀이 방법을 머릿속으로 아는 것이 아닌, 왜 자신이 문제를
푸는데 필요한 개념을 생각해 내지 못했는지에 대한 답을 꼭 확인하고 넘어가시길 바랍니다.

셋째로 가장 드리고 싶은 말씀입니다.

투과목 선택 하나가 여러분이 고3이든 N수생이든 그동안 쌓아왔던 노력들을 한순간에 날릴 수 있습니다.

본인의 현재 위치를 현실적으로 생각해주세요. 매년 3000명도 안되는 응시생과 물리에 빠삭한 괴수들이 모여있는 표본, 16수능 2등급 증발사태, 3점문항 하나만 틀려도 2등급인 17수능의 48점이라는 1등급 컷, 심지어는 16수능의 상황과 비슷한 2021학년도 수능의 1등급 컷 50점 등이 물리학Ⅱ 뿐만이 아닌 여러분들이 반드시 투과목의 현실을 자각하고 위험성을 명심하고 또 명심해야 할 이유를 설명해 줍니다. 위와 같은 상황들을 비추어 봤을 때 “물리학Ⅱ”라는 과목은 난이도에 상관없이 원점수 50점이 아니면 안되는 과목임을 인지해 주세요. 특히나 대학별 환산점수 0.1점에 당락이 결정되는 상위권 입시에서 잘못된 탐구선택은 몇 년간 공부해왔던 노력을 한순간에 날리는 선택입니다. 패기와 자신감에 젖어 그동안 바친 노력, 학업에 들어간 돈, +1수를 하게 될 경우의 소중한 20대의 1년을 헛되이 날리게 될 수 있습니다. 부족함을 깨닫고 I 과목으로 과목을 바꾸는 건 실패가 아닌 더 좋은 대학, 원하는 학과로 가기 위한 발판입니다.

특히나 올해 2024 수능 입시부터 서울대학교와 카이스트에서 과학탐구Ⅱ 과목 필수응시를 폐지하였기 때문에 투과목을 함으로써 얻는 3점 또는 5점의 조정점수보단 최고난도의 문제와 최악의 컨디션 속에서도 완벽한 만점을 받을 I 과목 실력을 만드는 것이 좀 더 안정적인 입시 전략이지 않나 생각이 듭니다.

끝으로 출판 전 항상 응원과 좋은 말씀을 해주신 분들, 그리고 작년 두날개의 오타자에 대해 지적해주시고 조언해주신 분들께 다시 한 번 감사드립니다. 또한 이제 막 고3이 되거나, 더 좋은 결과를 얻기 위해 다시 도전하는 학생들, 또는 현장에서 학생들을 가르치는 선생님들, 이 책을 보는 모든 여러분들에게 다시 한 번 박수와 감사의 말씀을 드립니다.

우리의 목표는 1등급이 아닌 만점입니다. 집필의도대로 두날개가 여러분들 즉, 물투러들이 짧은 시간에 효율적으로 기출분석을 하고 책의 한 줄 표어처럼 물리학Ⅱ 만점을 향하는 발걸음에 두 날개를 달아줄 수 있다면 그보다 더 큰 보람은 없을겁니다.

많은 분들의 수고 덕분에 또 한 권의 책이 세상에 모습을 드러냅니다. 매년 새로운 시작이고, 매 순간 새로운 도전이지만 행복한 2024년을 향해 달려가시는 여러분들에게 이 책 “두날개”는 꾸준한 노력을 해온 지금까지의 모습 그대로 이후에도 목표달성을 위한 험난한 여정에 든든한 동반자가 될 것입니다. 두 날개와 함께하는 여러분의 미래의 입시성공과 더불어 좋은 소식만 가득하길 소망합니다.

감사합니다.

목차

content

1 역학적 상호 작용

I. 힘과 운동

1. 힘의 합성과 분해
2. 일과 에너지
 - ① 힘이 한 일
 - ② 마찰력이 한 일
3. 역학적 에너지 보존
4. 물체의 평형
 - ① 힘의 평형
 - ② 돌림힘의 평형

22 23
수능 수능

08 ✓
12
12
21
23 ✓
39
39
40 ✓ ✓

II. 물체의 운동

1. 운동의 기술
2. 직선, 평면운동
3. 포물선 운동

60
82 ✓ ✓
104 ✓ ✓

4. 등속 원운동
5. 단진자
6. 케플러 법칙과 뉴턴 중력 법칙

141 ✓ ✓
171 ✓ ✓
182 ✓ ✓

III. 일반 상대성 이론

1. 가속 좌표계와 관성력
2. 등가 원리
3. 중력 렌즈와 블랙홀

204 ✓
215 ✓
218

IV. 열에너지

1. 열의 일당량
2. 열역학 제1법칙

224
240

2 전기와 자기

I. 전기

1. 전기장과 전기력선
2. 정전기 유도

245 ✓ ✓
279

II. 자기

1. 전류에 의한 자기장
2. 전자기 유도
3. 상호 유도

287 ✓ ✓
305 ✓ ✓
330

III. 회로와 능 · 수동 소자

1. 직류 회로
2. 트랜지스터
3. 축전기
 - ① 축전기의 전기 용량과 유전체
 - ② 축전기의 연결

337 ✓ ✓
378 ✓ ✓
383
383 ✓ ✓
398

3

파동과 빛

I . 파동의 발생과 전달

- | | |
|-----------------|--------|
| 1. 파동의 간섭과 회절 | 416 |
| 2. 이중 슬릿의 간섭 실험 | 428 ✓✓ |
| 3. 전자기파의 발생과 수신 | 449 ✓✓ |
| 4. 전기 신호의 조절 | 457 |
| 5. 도플러 효과 | 472 ✓✓ |

22 23
수능 수능

II . 빛의 이용

- | | |
|------------------|--------|
| 1. 볼록 렌즈의 구조와 원리 | 486 ✓✓ |
|------------------|--------|

22 23
수능 수능

4

현대 물리

I . 빛과 물질의 이중성

- | | |
|--------------|--------|
| 1. 빛의 입자성 | 495 ✓✓ |
| 2. 입자의 파동성 | 502 ✓✓ |
| 3. 불확정성 원리 | 507 |
| 4. 현대적 원자 모형 | 509 ✓✓ |

495 ✓✓

502 ✓✓

507

509 ✓✓

두날개
2024

1

역학적 상호 작용

- I 힘과 운동
- II 물체의 운동
- III 일반 상대성 이론
- IV 열에너지

1-2 물체의 운동

1. 운동의 기술

(1) 속력과 속도

이동거리 : 물체가 움직인 경로의 길이	변위 : 위치의 변화량
속력 = $\frac{\text{이동거리}}{\text{걸린시간}}$	속도 = $\frac{\text{변위}}{\text{걸린시간}}$
(단위 : m/s)	(단위 : m/s)

2. 직선, 평면운동

가속도 : 단위시간(1초) 동안의 속도의 변화량

$$\text{평균 가속도} : \vec{a}_{\text{평균}} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

$$\text{순간 가속도} : \vec{a}_{\text{순간}} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

3. 포물선 운동

(1) 수평으로 던진 물체의 운동

① 높이 H 인 곳에서 물체를 수평 방향으로 던졌을 때 지면 도달 시

$$\text{간}(t_1) : H = \frac{1}{2}gt_1^2 \rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$\text{② 수평 도달 거리}(R) : R = v_0 t_1 = v_0 \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$\text{③ } t \text{초일 때 속력}(v) : v = \sqrt{v_0^2 + (gt)^2}$$

(2) 비스듬히 위로 던진 물체의 운동

① 최고점에서의 속도(v) : $v = v_x = v_{0x} = v_0 \cos \theta$

$$\text{② 최고점 도달 시간}(t_H) : v_0 \sin \theta - gt_H = 0 \rightarrow t_H = \frac{v_0 \sin \theta}{g}$$

③ 최고점의 높이(H) : $-2gH = 0 - (v_0 \sin \theta)^2$

$$\rightarrow H = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$$

④ 수평 도달 거리(R) :

$$R = v_{0x} \cdot 2t_H = v_0 \cos \theta \times \frac{2v_0 \sin \theta}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$$

4. 등속 원운동 : 물체가 일정한 속력으로 원을 그리며 회전하는 운동

(1) 구심력 : 반지름 r 인 궤도를 등속 원운동하는 질량 m 인 물체에 작용하는 힘

$$F = ma = mr\omega^2 = \frac{mv^2}{r} \quad (\text{방향은 원의 중심 방향})$$

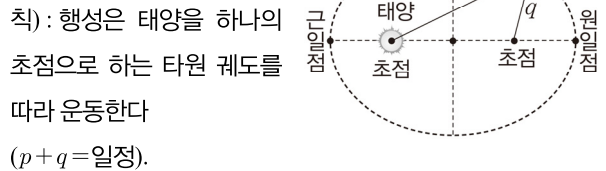
5. 단진자

(1) 단진자 : 가벼운 실에 추를 매달아 작은 진폭으로 왕복 운동하는 것으로, 단진자의 복원력 $F = -\frac{mg}{l}x$ 이고, 주기 $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 이다.

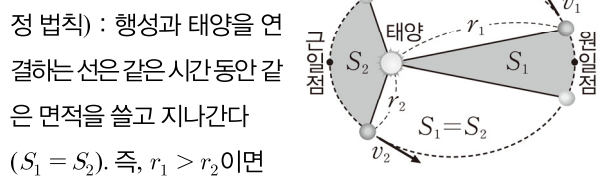
6. 케플러 법칙과 뉴턴 중력 법칙

(1) 케플러 법칙

① 케플러 제1법칙(타원 궤도 법칙) : 행성은 태양을 하나의 초점으로 하는 타원 궤도를 따라 운동한다



② 케플러 제2법칙(면적 속도 일정 법칙) : 행성과 태양을 연결하는 선은 같은 시간 동안 같은 면적을 쓸고 지나간다



($S_1 = S_2$). 즉, $r_1 > r_2$ 이면 $v_1 < v_2$ 이므로, 행성의 속력은 근일점을 지날 때 가장 빠르고, 원일점을 지날 때 가장 느리다.

③ 케플러 제3법칙(조화법칙) :

행성의 공전 주기 T 의 제곱은 타원 궤도의 긴반지름 a 의 세제곱에 비례한다

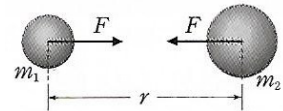
($T^2 = ka^3$). 즉, 태양으로부터 멀리 있는 행성일수록 공전 주기가 길다.

(2) 중력 법칙

① 중력 법칙 : 질량을 가진 두 물체 사이에 서로 잡아당기는 힘이 작용하며, 이 힘의 크기는 두 물체의 질량의 곱에 비례하고, 거리의 제곱에 반비례한다.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

(G : 만유인력 상수)



(3) 케플러 법칙과 중력 법칙 : 태양계의 행성들은 타원 궤도를 운동하지만 거의 원궤도에 가깝다. 행성에 작용하는 중력이 행성을 원운동하게 하는 구심력이라고 가정하면 케플러 제3법칙을 유도할 수 있다.

질량 M 인 태양을 중심으로 반지름이 r 인 원궤도를 공전하는 주기가 T , 질량이 m 인 행성에 작용하는 구심력의 크기는

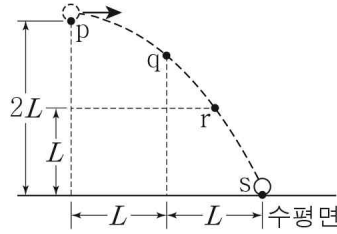
$$F = \frac{mv^2}{r} = G \frac{mM}{r^2} \text{ 이 되고,}$$

$$v = \frac{2\pi r}{T} \text{ 이므로 } \frac{r^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2} \text{ 이 된다. 따라서 } T^2 \propto r^3 \text{ 이다.}$$

122

2022년 4월 교육청 15번

그림과 같이 높이가 $2L$ 인 점 p에서 수평 방향으로 던져진 물체가 포물선 운동을 하여 점 q, r를 지나 수평면상의 점 s에 도달한다. r의 높이는 L 이고, p에서 q까지, q에서 s까지 물체의 수평 이동 거리는 L 로 같다.



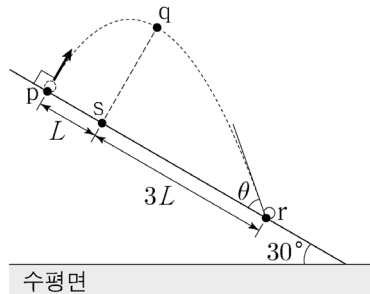
q의 높이 H 와 p에서 r까지 물체의 수평 이동 거리 D 는? (단, 물체의 크기는 무시한다.) [3점]

- | | $\frac{H}{L}$ | $\frac{D}{L}$ | | $\frac{H}{L}$ | $\frac{D}{L}$ |
|---|---------------|---------------|---|---------------|---------------|
| ① | $\frac{3}{2}$ | $\sqrt{2}$ | ② | $\frac{3}{2}$ | $\sqrt{3}$ |
| ③ | $\frac{5}{3}$ | $\sqrt{2}$ | ④ | $\frac{5}{3}$ | $\sqrt{3}$ |
| ⑤ | $\frac{7}{4}$ | $\sqrt{2}$ | | | |

123

2023학년도 6월 평가원 17번

그림과 같이 수평면과 이루는 각이 30° 인 빗면 위의 점 p에서 빗면에 수직인 방향으로 던져진 물체가 포물선 운동을 하여 빗면으로부터 가장 멀리 떨어진 점 q를 지나 빗면 위의 점 r에 빗면과 θ 의 각을 이루며 도달한다. p와 r를 잇는 직선 위의 점 s에서 p까지의 거리와 r까지의 거리는 각각 L , $3L$ 이다.



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

◀ 보기 ▶

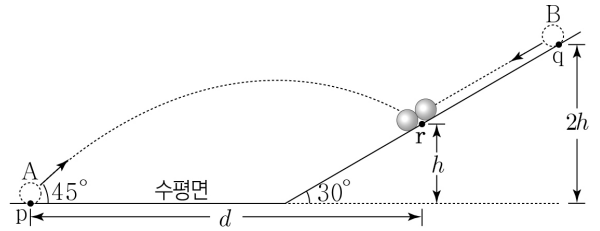
- ㄱ. 물체가 p에서 q까지 이동하는 데 걸린 시간과 q에서 r까지 이동하는 데 걸린 시간은 같다.
- ㄴ. q에서 s까지의 거리는 $\sqrt{3}L$ 이다.
- ㄷ. $\tan \theta = \frac{\sqrt{3}}{2}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

124

2022년 7월 교육청 20번

그림과 같이 수평면의 점 p에서 공 A를 수평면에 대해 45° 의 각으로 던지는 순간, 경사각이 30° 인 빗면에서 높이 $2h$ 인 점 q에 공 B를 가만히 놓았더니 A와 B는 높이 h 인 빗면 위의 점 r에 동시에 도달하였다. p에서 A의 운동 에너지는 E 이고, r에 도달하는 순간 B의 운동 에너지는 E_B 이다. 질량은 B가 A의 5배이고, p와 r 사이의 수평 거리는 d 이다.



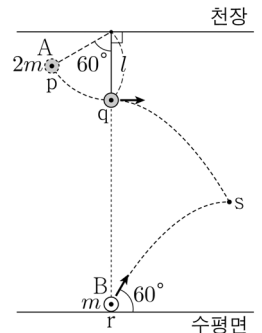
d 와 E_B 로 옳은 것은? (단, 공의 크기, 모든 마찰 및 공기 저항은 무시한다.) [3점]

- | | d | $\frac{E_B}{E}$ | | d | $\frac{E_B}{E}$ |
|---|------|-----------------|---|------|-----------------|
| ① | $4h$ | E | ② | $4h$ | $\frac{8}{5}E$ |
| ③ | $5h$ | $\frac{8}{5}E$ | ④ | $5h$ | $\frac{16}{5}E$ |
| ⑤ | $6h$ | $\frac{16}{5}E$ | | | |

125

2023학년도 9월 평가원 12번

그림과 같이 실에 연결하여 점 p에서 가만히 놓은 물체 A가 점 q를 지나는 순간 실이 끊어지고, 이때 점 r에서 수평면에 대해 60° 의 방향으로 물체 B가 발사된다. A, B는 각각 포물선 운동을 하여 점 s에서 만난다. 실의 길이는 l 이고, A와 B의 질량은 각각 $2m$, m 이다. A가 p에 있을 때 실이 연직선과 이루는 각은 60° 이며, 실이 천장에 매달린 점과 q, r는 동일 연직선 상에 있다. s는 B의 포물선 경로에서 최고점이고, s에서 A와 B의 운동 에너지의 합은 E_0 이다.



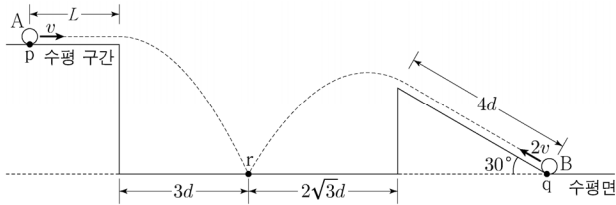
E_0 은? (단, 중력 가속도는 g 이고, 물체의 크기와 실의 질량은 무시한다.) [3점]

- | | | |
|--------------------|---------------------|--------------------|
| ① $\frac{7}{2}mgl$ | ② $4mgl$ | ③ $\frac{9}{2}mgl$ |
| ④ $5mgl$ | ⑤ $\frac{11}{2}mgl$ | |

126

2023학년도 수능 19번

그림과 같이 물체 A가 수평 구간에서 속력 v 로 점 p를 지나는 순간, 물체 B가 수평면과 경사각이 30° 인 빗면이 만나는 점 q에서 속력 $2v$ 로 발사되었다. A는 등속도 운동을 한 후 포물선 운동을 하고, B는 등가속도 직선 운동을 한 후 포물선 운동을 하여, A와 B는 수평면상의 점 r에 동시에 도달한다. p에서부터 A가 등속도 운동을 한 구간의 길이는 L 이고, 빗면에서 B가 운동한 구간의 길이는 $4d$ 이다. A, B의 포물선 운동에서 수평 이동 거리는 각각 $3d$, $2\sqrt{3}d$ 이다.



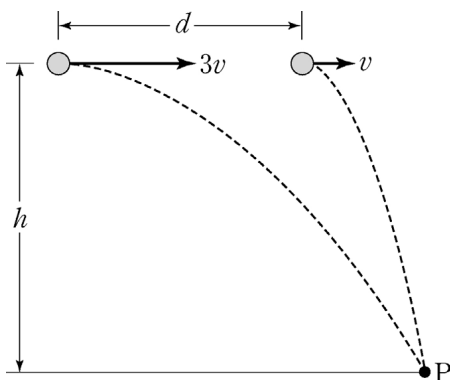
L 은? (단, A와 B는 동일 연직면에서 운동하며, 물체의 크기와 모든 마찰은 무시한다.) [3점]

- ① $2d$ ② $\sqrt{6}d$ ③ $2\sqrt{2}d$ ④ $3d$ ⑤ $2\sqrt{3}d$

127

2011학년도 약학대학입문자격시험 물리추론 1번

그림과 같이 같은 높이에서 수평 거리 d 만큼 떨어져 있던 두 물체가 각각 $3v$ 와 v 의 속력으로 수평 방향으로 동시에 던져진다. 두 물체는 동일 연직면 상에서 포물선 운동을 하여 수직 거리가 h 인 점 P에서 충돌한다.



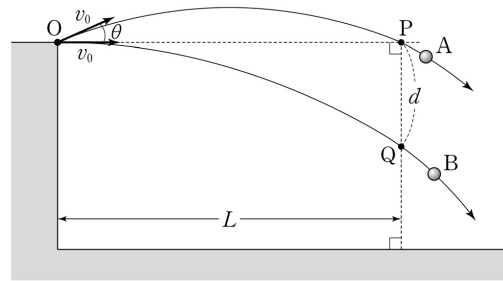
h 는? (단, 중력 가속도는 g 이고, 물체의 크기는 무시한다.)

- ① $\frac{gd^2}{2v^2}$ ② $\frac{gd^2}{4v^2}$ ③ $\frac{gd^2}{6v^2}$
④ $\frac{gd^2}{8v^2}$ ⑤ $\frac{gd^2}{12v^2}$

128

2013학년도 약학대학입문자격시험 물리추론 5번

그림은 물체 A, B가 지점 O에서 같은 초기 속력 v_0 으로 던져진 후 포물선 운동을 하여 각각 지점 P, Q를 지난 것을 나타낸 것이다. A는 수평선에 대해 각 θ 만큼 위쪽 방향으로 던져졌고, B는 수평 방향으로 던져졌다. O와 P는 수평선 상에서 거리 L 만큼 떨어져 있고, Q는 P로부터 연직방향으로 거리 d 만큼 떨어져 있다.



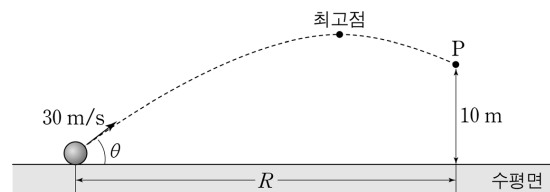
$\sin 2\theta$ 는? (단, 물체의 크기는 무시한다.) [6점]

- ① $\frac{d}{4L}$ ② $\frac{d}{2L}$ ③ $\frac{d}{L}$
④ $\frac{2d}{L}$ ⑤ $\frac{4d}{L}$

129

2014학년도 약학대학입문자격시험 물리추론 2번

그림은 물체를 수평면에 대해 θ 의 각으로, 초기 속력 30m/s 로 던지는 것을 나타낸 것이다. 물체는 2초 후에 수평면으로부터 높이가 10m 인 P점에 도달하였다. 물체가 던져진 지점으로부터 P까지의 수평거리는 R 이며, 물체는 동일 연직면에서 포물선 운동을 한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력가속도의 크기는 10m/s^2 이고 물체의 크기는 무시한다.)

[4점]

→ 보기 ←

- ㄱ. $\theta = 30^\circ$ 이다.
ㄴ. $R = 30\text{m}$ 이다.
ㄷ. 최고점에 도달하는 시간은 1.5초이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

I ♦ 역학적 상호 작용

Part 1 | 힘과 운동

1. 힘의 합성과 분해

1	③	2	④	3	①	4	⑤
5	④	6	④	7	②	8	⑤
9	③	10	③	11	②	12	③
13	②	14	③	15	①		

2. 일과 에너지 ① 힘이 한 일

1	①	2	⑤	3	①	4	③
5	③	6	②	7	④	8	②
9	①	10	③	11	④	12	③
13	④	14	③	15	②	16	⑤
17	②	18	⑤	19	①	20	⑤
21	④	22	③	23	②	24	④
25	①	26	②	27	②	28	②
29	①						

2. 일과 에너지 ② 마찰력이 한 일

1	⑤	2	②	3	④	4	③
5	⑤						

3. 역학적 에너지 보존

1	⑤	2	④	3	①	4	②
5	①	6	②	7	②	8	③
9	③	10	②	11	②	12	④
13	①	14	②	15	④	16	①
17	②	18	④	19	③	20	④
21	②	22	⑤	23	④	24	③
25	④	26	④	27	②	28	②
29	⑤	30	⑤	31	⑤	32	②
33	④	34	④	35	②	36	④
37	④	38	①	39	①	40	②
41	⑤	42	②	43	①	44	③
45	②	46	⑤	47	②	48	②
49	⑤	50	④	51	②	52	②
53	②	54	④				

4. 물체의 평형 ① 힘의 평형

1	②	2	⑤	3	②		
---	---	---	---	---	---	--	--

4. 물체의 평형 ② 돌림힘의 평형

1	②	2	⑤	3	④	4	④
5	②	6	④	7	②	8	④
9	③	10	②	11	⑤	12	③
13	⑤	14	⑤	15	②	16	④
17	④	18	①	19	④	20	③
21	②	22	②	23	④	24	①
25	③	26	②	27	④	28	②
29	③	30	②	31	②	32	④
33	②	34	④	35	⑤	36	④
37	⑤	38	③	39	⑤	40	②
41	②	42	③	43	①	44	①
45	⑤	46	③	47	⑤	48	④
49	①	50	③	51	④	52	③
53	④	54	②	55	③	56	②
57	②	58	③	59	④	60	⑤
61	①						

Part 2 | 물체의 운동

1. 운동의 기술

1	③	2	⑤	3	①	4	④
5	②	6	③	7	③	8	①
9	②	10	③	11	⑤	12	③
13	⑤	14	②	15	①	16	②
17	①	18	①	19	③	20	①
21	①	22	①	23	②	24	①
25	②	26	②	27	③	28	②
29	①	30	①	31	②	32	①
33	②	34	③	35	③	36	③
37	③	38	①	39	①	40	⑤
41	①	42	③	43	①	44	③
45	③	46	②	47	③	48	①
49	①	50	②	51	③	52	①
53	①	54	①	55	③	56	①
57	②	58	①	59	③	60	①
61	②	62	③	63	②	64	①
65	③	66	②	67	⑤	68	②
69	①	70	②	71	②	72	②
73	①	74	①	75	②	76	①
77	①	78	①	79	②	80	②
81	⑤	82	①	83	①		

해설

Explanation

2

전기과 자기

I 전기

II 자기

III 회로와 능 · 수동 소자

1. 직류 회로

1	⑤	2	②	3	②	4	⑤
5	⑤	6	①	7	②	8	①
9	④	10	②	11	③	12	⑤
13	③	14	②	15	①	16	②
17	②	18	①	19	⑤	20	④
21	③	22	①	23	④	24	①
25	③	26	②	27	④	28	③
29	③	30	⑤	31	①	32	②
33	①	34	③	35	②	36	④
37	①	38	①	39	③	40	①
41	①	42	②	43	④	44	⑤
45	②	46	③	47	③	48	③
49	③	50	②	51	②	52	⑤
53	②	54	②	55	⑤	56	④
57	①	58	③	59	③	60	⑤
61	④	62	⑤	63	⑤	64	①
65	⑤	66	⑤	67	②	68	①
69	③	70	⑤	71	①	72	③
73	②	74	④	75	②	76	②
77	①	78	②	79	④	80	①
81	⑤	82	④	83	①	84	④
85	⑤	86	②	87	⑤	88	①
89	③	90	⑤	91	①	92	④
93	②	94	④	95	③	96	②
97	④	98	①	99	④	100	③
101	②	102	③	103	③	104	①
105	④	106	⑤	107	④	108	③
109	②	110	①	111	③	112	⑤
113	③	114	⑤	115	①	116	③
117	①	118	②	119	①	120	⑤
121	④	122	②	123	①	124	⑤
125	③	126	⑤	127	④	128	⑤
129	⑤	130	④	131	⑤	132	④
133	②	134	⑤	135	④	136	②
137	②	138	①	139	③	140	②
141	⑤	142	③	143	⑤	144	①
145	④	146	②	147	①	148	⑤
149	②	150	①	151	④	152	②

01 정답 ⑤

원통형 도체의 전기 저항과 길이의 관계를 알아보는 실험이므로 일정하게 유지시켜야 하는 통제 변인인 도체의 재질, 단면적은 모두 같아

야 한다. 다만, 종속 변인인 전기 저항만 달라야 한다. 따라서 독립 변인(조작 변인)에 해당하는 도체의 길이만 달라야 한다. 따라서 도체의 단면적과 재질이 같고 길이만 다른 원통형 도체 D, E, F로 실험을 해야 한다.

02 정답 ②

스위치의 위치에 따라 30Ω 과 저항 R_1 또는 R_2 는 병렬 연결이므로 전원 장치의 전압이 두 저항에 걸린다. 저항 R_1 은 (나)의 전류-전압 그래프에서 전압이 15V일 때, 전류가 0.5A이므로 옴의 법칙에 의해

$$R_1 = \frac{V_1}{I_1} = \frac{15V}{0.5A} = 30\Omega \text{ 이다. 마찬가지로 저항 } R_2$$

도 그래프로부터 전압이 30V일 때, 전류가 0.5A이므로 옴의 법칙에 의하여 저항값은 $R_2 = \frac{V_2}{I_2} = \frac{30V}{0.5A} = 60\Omega$ 이다.

03 정답 ②

220V-55W는 전구를 220V 전원에 연결했을 때 소비 전력이 55W라는 것이다. 전구의 저항은 $R = \frac{V^2}{P} = \frac{(220V)^2}{55W} = 880\Omega$ 이다. 이

전구를 110V 전원에 연결하였을 때 흐르는 전류는

$$I = \frac{V}{R} = \frac{110V}{880\Omega} = 0.125A \text{ 가 된다. 따라서 (나) 과정은 잘못된 것}$$

이다. (나) 과정에서 전구를 110V의 전원에 연결하였을 때, 전구의 소비 전력을 55W라고 하여 전류의 세기를 구한 것이 잘못된 것이다. 이런 문제와 같이 정격 전압과 정격 소비 전력이 주어지면 변하지 않는 저항을 구한 후 전원이 바뀌었을 때의 소비 전력을 구하는 것이 옳다.

오답풀이

110V 전원에 연결하였을 때 전구의 소비 전력은

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{(110V)^2}{880\Omega} = \frac{55}{4}W \text{ 가 되므로 소비 전력이 220V 전원일}$$

때의 $\frac{1}{4}$ 배가 된다는 것을 알 수 있다.

04 정답 ⑤

저항 R_1 의 저항값이 6Ω 이고 R_1 에 흐르는 전류가 3A이므로 걸리는 전압은 옴의 법칙에 의해 $6\Omega \times 3A = 18V$ 가 된다. 저항 R_2 와 R_3 는 병렬 연결이므로 걸리는 전압의 크기는 서로 같다. 전체 전압이 30V이므로 R_2 와 R_3 에 걸리는 전압은 $(30 - 18)V = 12V$ 임을 알

수 있다. 따라서 각각의 저항값은 $R_2 = \frac{V_2}{I_2} = \frac{12V}{2A} = 6\Omega$ 이고,

$$R_3 = \frac{V_3}{I_3} = \frac{12V}{1A} = 12\Omega \text{ 이다.}$$

따라서 저항값의 크기는 $R_3 > R_1 = R_2$ 가 된다.

05 정답 ⑤

ㄱ. 저항 R_1 과 R_2 는 직렬 연결되어 있으므로 각 저항에 흐르는 전류는 전체 전류와 같다. 따라서 저항 R_1 은 5Ω 이고 소비되는 전력은

$$5W \text{이므로 } I^2 = \frac{P_1}{R_1} = \frac{5W}{5\Omega} = (1A)^2 \text{에서 전류계에 흐르는 전류는}$$

$I=1A$ 이다.

ㄴ. R_1 에 걸리는 전압은 $V_1 = 5\Omega \times 1A = 5V$ 이므로 R_2 에 걸리는 전압은 전체 전압에서 R_1 에 걸리는 전압을 빼면 된다. 즉, R_2 에 걸리는 전압은 $V_2 = 7V - 5V = 2V$ 이다.

ㄷ. R_2 에서 소비되는 전력은 $P_2 = V_2 I = 2V \times 1A = 2W$ 가 된다.

06 정답 ①

ㄱ. 물의 온도, 길이는 처음과 같고 단면적만 2배로 증가시켰다. 저항은 $R = \rho \frac{L}{S}$ 에서 단면적에 반비례하므로 처음의 $\frac{1}{2}$ 배로 작아졌음을

알 수 있다. 또한, 전류는 $I = \frac{V}{R}$ 에서 저항에 반비례하므로 전류는 처음의 2배($2I$)가 되었다는 것을 확인할 수 있다.

오답풀이

ㄴ. 물의 온도, 단면적이 같고 길이만 2배로 증가시켰다. 저항은 길이에 비례하므로 처음의 2배로 커졌음을 알 수 있다. 마찬가지로 전류는 저항에 반비례하므로 처음의 $\frac{1}{2}$ 배($\frac{1}{2}I$)가 된다.

ㄷ. (나)의 비저항-온도 그래프에서 비저항은 온도에 비례한다. 단면적과 길이는 일정하고 물의 온도만 증가시켰다. 이때 그래프에서 온도가 증가하면 비저항이 증가하므로 저항도 증가한다. 따라서 저항이 증가하므로 전류의 세기는 줄어들게 된다.

07 정답 ②

ㄴ. 전류의 세기는 도선의 단면을 단위 시간당 통과한 전하량과 같다.

오답풀이

ㄱ. 전류의 방향은 양전하의 이동 방향이므로 전자의 이동 방향과 반대이다.

ㄷ. 저항에 걸리는 전압이 증가하면 저항에 흐르는 전류의 세기는 증가한다.

08 정답 ①

금속은 굵기와 비저항이 일정한 원형 고리이다. 따라서 저항

$$R = \rho \frac{l}{S} \text{에서 금속의 비저항과 굵기가 일정하므로 결국 원형 고리의}$$

저항은 길이에만 영향을 받음을 알 수 있다. 길이가 길면 길수록 저항의 크기도 커지고 전류는 저항이 작을수록 세기가 커지므로 (가), (나), (다)에서 전류가 저항이 없는 도선쪽으로 흐를수록 전류의 세기

가 커진다. 즉, 장애물이 없는 쪽으로 전류가 흐를수록 전류의 세기가 커지는 것이다. 즉, 장애물이 없는 쪽으로 전류가 흐를수록 전류의 세기가 커지므로 (가)의 경우가 전류가 (+)극을 출발해서 (-)극으로 저항이 큰 도선을 거의 지나지 않고 갈 수 있는 최단 거리이다. (다)의 경우는 전류가 저항이 큰 도선을 모두 지나가야 하므로 전류의 세기가 약하다. (나)의 경우는 (다)보다는 적게 저항이 큰 도선을 지나가므로 전류의 세기가 (다)보다는 크다. 결국 전류의 세기는 $I_a > I_b > I_d$ 임을 알 수 있다.

09 정답 ④

먼저 전원 전압은 $10V$ 로 일정하고 가변 저항의 저항이 5Ω 일 때 흐르는 전류는 $1A$ 이다. 이때 가변 저항과 전열기의 전체 저항은 옴의

$$\text{법칙에 의해 } R = \frac{V}{I} = \frac{10V}{1A} = 10\Omega \text{이다. 따라서 전열기의 저항은}$$

5Ω 임을 알 수 있다. 전열기의 저항은 일정하다고 했으므로 가변 저항을 15Ω 으로 바꾸면 전체 저항은 20Ω 이고, 전류의 세기는

$$I = \frac{10V}{20\Omega} = 0.5A \text{가 된다. 회로에서 두 저항이 직렬 연결되어 있으}$$

므로 전열기에도 $0.5A$ 의 전류가 흐르게 된다. 따라서 전열기에 걸리는 전압은 $V = IR = 0.5A \times 5\Omega = 2.5V$ 가 된다. 따라서 전열기를 4초 동안 사용할 경우 전열기에서 소비되는 전기 에너지는 $E = VIt = 2.5V \times 0.5A \times 4s = 5J$ 이 된다.

10 정답 ②

영희: 전압이 일정할 때 전류는 저항에 반비례하므로 저항이 줄어들면 전류가 증가하게 된다. 따라서 저울 접시에 물체를 올려 놓으면 저항 R_1 의 저항값이 감소하므로 직렬 연결에서 전체 저항은 감소하게 되어 점 a에 흐르는 전류의 세기는 증가하게 된다.

오답풀이

철수: 저울 접시에 물체를 올려놓으면 저울이 내려가고, 저항 R_1 의 길이가 줄어들므로 R_1 의 저항값이 감소함을 알 수 있다. 그러나 점 a와 c 사이에 걸리는 전압은 전체 전압이다. 전체 전압은 변함이 없으니 점 a와 c 사이에 걸리는 전압은 일정하다.

민수: 저울 접시에 물체를 올려놓기 전보다 R_1 의 저항값이 감소하므로 R_1 에 걸리는 전압이 감소하게 되고, R_1 에 직렬 연결된 R_2 에 걸리는 전압은 증가하게 된다. 즉, 점 b와 c 사이에 걸리는 전압은 R_2 에 걸리는 전압이므로 증가한다.

11 정답 ③

스위치 S를 A에 연결했을 때, 왼쪽의 병렬 연결에서의 합성 저항은 $\frac{R}{2}$ 이고, 여기에 직렬 연결된 오른쪽의 저항은 R 이다. 따라서 직렬

연결 회로에서 전압은 저항에 비례하므로 전체 전압을 V 라고 하면