

두 나 를 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. 여러분의 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 콘텐츠의 수가 어느 정도 많아졌지만 여전히 다른 탐구과목에 비해선 자료가 부족한 것이 사실입니다. 이제 이 책 “두날개”를 통해 이제 물리학Ⅱ에 대한 콘텐츠의 부족을 어느 정도 해소해 줄 수 있는 자료가 되었으면 좋겠습니다.

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

이 책의 구성은 수능 원년도부터 2021학년도 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 두 번째 두날개로, 범위내의 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 콘텐츠가 부족한 물리Ⅱ 영역에 양치기를 통해 콘텐츠 부족을 해소하자라는 취지였지만, 노력이라는 한 단어를 스스로를 채찍질해가며 양으로 승부하는 물리보다 “왜”라는 질문을 던지며 과학적 표현을 관찰하고, 인과관계를 이해하는 습관이 물리적 사고과정을 생각하는 힘을 길러줄 것이라 믿습니다.

따라서 반드시 개념에서만큼은 “왜”라는 질문이 하나도 없는 상태에서 기출분석을 시작하시길 권장합니다.

그리고 틀린 문제를 분석할 땐 단순히 풀이방법을 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 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 16수능과 같은 작년 2021학년도 수능의 또 한번의 2등급 증발사태 등이 물리학Ⅱ 뿐만이 아닌 여러분들이 반드시 투과목의 현실을 자각하고 위험성을 명심하고 또 명심해야 할 이유를 설명해 줍니다.

또한 “물리2”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 날리지 마세요. 부족함을 깨닫고 1과목으로 과목을 바꾸는 건 실패가 아닌 더 좋은 대학, 원하는 학과로 가기 위한 발판입니다.

수치적으로도 봤을 때, 2020학년도 서울대학교가 일반전형(수능위주전형)으로 모집한 인원수는 수시모집 이월 인원을 합쳐 798명이며, 이중 자연계열 학생들이 갈 수 있는 학과는 더 적습니다. 반면 투과목 전체 응시인원수는 16421명이며 모집인원 859명 중 451명이 자연계열 모집인원이며 지원자는 1607명으로 경쟁률은 3.56 : 1이었습니다. 단순수치상으로 전체 투과목 응시인원 중 2.7%의 학생만이 서울대학교를 정시로 갈 수 있습니다.

끝으로 출판 전 항상 응원과 좋은 말씀을 해주신 분들, 그리고 작년 두날개의 오탈자에 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.

그리고 이번 두날개는 시중에 다른 물리학Ⅱ 기출문제집이 만들어짐에 따라 “물리학Ⅱ를 공부함에 있어 기출문제조차 없는 콘텐츠 부족을 해소해주자”라는 처음 두날개를 집필할 때의 의도를 어느 정도 만족해드린 것 같아 제 역할이 끝났다고 생각되어 지난 5년간의 두날개를 마무리하는 피날레로 생각하고 있습니다. 5년 동안 수험생 여러분에게 완벽하진 못했지만 물리학Ⅱ 기출문제집을 집필할 수 있어 영광이었습니다. 앞으로 여러분의 앞날에 환한 미래만 가득하길 소망합니다.

많은 사람들의 노력으로 또 한 권의 책이 세상에 모습을 드러냅니다. 매년 새로운 시작이고, 매 순간 새로운 도전이지만 행복한 2022년을 향해 이 책 “두날개”는 꾸준한 노력을 해온 지금까지의 모습 그대로 이후에도 여러분의 목표달성을 위한 험난한 여정에 든든한 동반자가 될 것입니다.

감사합니다.

1

역학적 상호 작용

I 힘과 운동

1. 힘의 합성과 분해	08
2. 일과 에너지	11
① 힘이 한 일	11
② 마찰력이 한 일	24
3. 역학적 에너지 보존	26
4. 물체의 평형	38

II 물체의 운동

1. 운동의 기술	55
2. 직선, 평면운동	75
3. 포물선 운동	92
4. 등속 원운동	125
5. 단진자	152
6. 케플러 법칙과 뉴턴 중력 법칙	160

III 일반 상대성 이론

1. 가속 좌표계와 관성력	178
2. 등가 원리	186
3. 중력 렌즈와 블랙홀	188

IV 열에너지

1. 열의 일당량	192
2. 열역학 제1법칙	205

2

전기와 자기

I 전기

1. 전기장과 전기력선	209
2. 정전기 유도	239

II 자기

1. 전류에 의한 자기장	246
2. 전자기 유도	260
3. 상호 유도	280

III 회로와 능 · 수동 소자

1. 직류 회로	285
2. 트랜지스터	322
3. 축전기	325
① 축전기의 전기 용량과 유전체	325
② 축전기의 연결	337



목차
content

3

파동과 빛

I 파동의 발생과 전달

1. 파동의 간섭과 회절	353
2. 이중 슬릿의 간섭 실험	365
3. 전자기파의 발생과 수신	383
4. 전기 신호의 조절	389
5. 도플러 효과	404

II 빛의 이용

1. 볼록렌즈의 구조와 원리	417
-----------------	-----

4

현대 물리

I 빛과 물질의 이중성

1. 빛의 입자성	426
2. 입자의 파동성	431
3. 불확정성 원리	435
4. 현대적 원자 모형	436



물리2
기출 문제집

1

◆————◆

역학적 상호 작용

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

1-1 힘과 운동

1. 힘의 합성과 분해

(1) 스칼라량 : 크기만을 갖는 물리량

(2) 벡터량 : 크기와 방향을 함께 갖는 물리량

① 벡터의 표시 : \vec{A} 또는 A와 같이 위에 화살표를 붙이거나 굵은 문자 형태로 표시하고, 그림으로 나타낼 때는 화살표로 나타낸다. 이때 화살표의 길이와 방향은 각각 벡터의 크기와 방향을 나타낸다.

(3) 벡터 합성

① 평행사변형법 : 두 벡터 \vec{A} 와 \vec{B} 의 시작점을 일치시키고 두 벡터를 두 변으로 하는 평행사변형을 그리면 합벡터 \vec{C} 의 크기는 시작점을 지나는 대각선의 길이와 같고, 방향은 대각선의 방향과 같다.

② 삼각형법 : 한 벡터의 끝점에 다른 벡터의 시작점을 평행하게 이동시킨 후 처음 벡터의 시작점에서 나중 벡터의 끝점을 연결하면 합벡터 \vec{C} 가 된다.

③ 벡터의 차 : 벡터 \vec{A} 에서 벡터 \vec{B} 를 뺀 벡터의 차 \vec{C} 는 \vec{A} 와 $-\vec{B}$ 의 합벡터로 구한다.

2. 일과 에너지

(1) 일 : 물체가 이동한 거리와 이동 방향으로 작용한 힘을 곱한 값 $W = Fs \cos\theta$

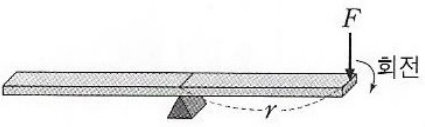
(2) 일-운동 에너지 정리 : 물체에 작용한 알짜힘이 한 일은 물체의 운동에너지 변화량과 같다. $W = \Delta E_k$

3. 물체의 평형

(1) 힘의 이용

① 지레 : 물체를 움직이기 위해 힘을 전달하는 데 사용하는 막대이다.

② 돌림힘(토크) : 물체의 회전 운동 변화에 영향을 주는 물리량으로, 단위는 N·m이다. 팔의 방향과 힘의 방향이 수직일 때, 돌림힘의 크기 = 팔의 길이 × 힘의 크기($\tau = r \times F$)



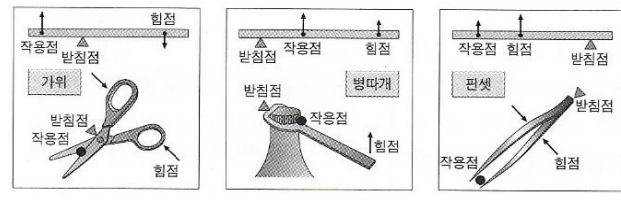
(2) 지레와 일의 원리

① 지레의 원리 : 지레가 회전하지 않는 상태에서 힘 F에 의한 돌

림힘의 크기와 물체의 무게 w에 의한 돌림힘의 크기가 같다.

② 일의 원리 : 지레를 사용하면 작은 힘으로 무거운 물체를 들어 올릴 수 있어 힘의 이득은 있지만, 힘이 작용하는 거리가 커지므로 일의 이득은 없다.

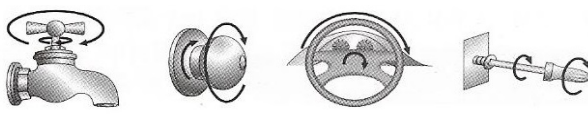
③ 여러 가지 지레



(3) 축바퀴

① 축바퀴 : 하나의 회전축에 반지름이 다른 두 바퀴가 붙어 있는 도구로, 반지름이 큰 바퀴에 작은 힘을 작용하여 작은 바퀴에 큰 힘을 전달한다.

② 축바퀴의 이용



▲ 수도꼭지 손잡이 ▲ 문 손잡이 ▲ 자동차 핸들 ▲ 드라이버

(4) 물체의 안정

① 힘의 평형

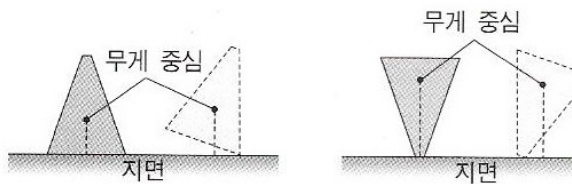
- 알짜힘 : 물체에 작용하는 모든 힘들의 합력이다.
- 힘의 평형 : 물체에 작용하는 알짜힘이 0인 상태로, 운동 상태의 변화가 없다.
- 작용선이 다른 크기가 같고 방향이 반대인 두 힘이 물체에 동시에 작용하면 돌림힘의 합이 0이 아니므로 물체는 작용선이 일치할 때까지 회전하게 된다.

② 돌림힘의 평형 : 물체에 작용하는 돌림힘의 합이 0인 상태로, 회전 운동 상태의 변화가 없다.

③ 평형 상태 : 두 가지 평형 조건인 힘의 평형과 돌림힘의 합이 0인 상태로, 회전 운동 상태의 변화가 없다.

④ 무게 중심과 안정성

- 무게 중심의 높이가 낮을수록 안정한 상태이다.
- 물체의 무게 중심에서 지면에 내린 수선이 물체의 밑면의 범위에 들어 있는 경우에는 물체가 잘 쓰러지지 않는다.



물체가 약간 기울어져도 쓰러지지 않고 원래 상태로 돌아온다.

물체가 약간 기울어지면 물체는 쓰러진다.

I 힘과 운동

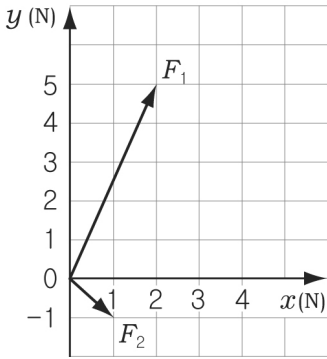
1. 힘의 합성과 분해

해설편 p.3

01

2006년 4월 교육청 1번

그래프는 물체에 작용하는 두 힘의 크기와 방향을 나타낸 것이다.



F_1, F_2 의 합력의 크기는?

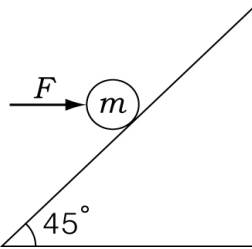
- ① 3 N ② 4 N ③ 5 N ④ 7 N ⑤ 9 N

02

2009년 4월 교육청 4번

그림과 같이 마찰이 없는 경사면에서 질량 m 인 물체에 수평방향으로 일정한 힘 F 를 작용하였더니 물체가 정지해 있다. 경사면과 수평면이 이루는 각은 45° 이다.

경사면이 물체를 경사면과 수직하게 떠받치는 힘의 크기는? (단, 중력가속도는 g 이고, 물체의 크기는 무시한다.)

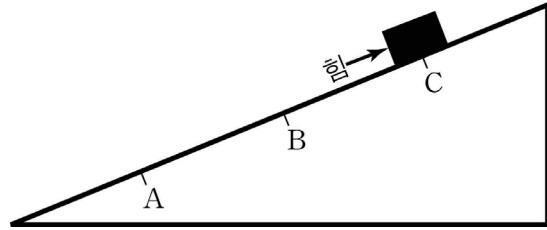


- ① $\frac{1}{2}mg$ ② $\frac{\sqrt{2}}{2}mg$ ③ mg
 ④ $\sqrt{2}mg$ ⑤ $2mg$

03

2005학년도 예비 시행 (2003년 12월 시행) 2번 [물리 I]

그림과 같이 마찰이 없는 경사면 위의 높이가 다른 세 지점 A, B, C에 나무 도막을 놓았을 때, 나무 도막이 움직이지 않게 하고자 한다.



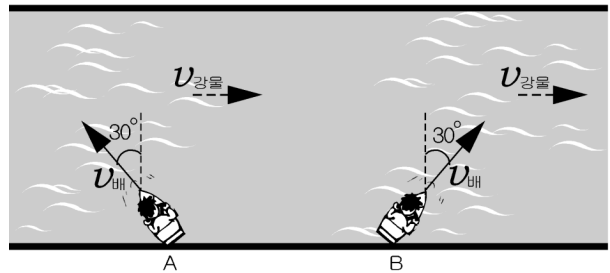
각 지점에서 경사면에 나란하게 위쪽으로 가해야 할 힘의 크기를 비교한 것 중 옳은 것은? (단, 경사면의 기울기와 중력가속도는 일정하다.)

- ① $A = B = C$ ② $A = B > C$
 ③ $A > B > C$ ④ $A < B < C$
 ⑤ $B > A = C$

04

2004년 4월 교육청 4번

일정한 속력 v 로 흐르는 강물 위를 그림과 같은 방향으로 배 A, B가 동시에 출발하여 강을 건넌다.



A, B의 운동에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은? (단, 고요한 강물에서 배 A, B의 속력은 $2v$ 이다.) [3점]

· 보기 ·

- ㄱ. A가 먼저 도착한다.
 ㄴ. 이동 거리는 A가 짧다.
 ㄷ. 지면에 대한 배의 속도는 B가 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ



해설
Explanation

2

전기와 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		

01 정답 ⑤

원통형 도체의 전기 저항과 길이의 관계를 알아보는 실험이므로 일정하게 유지시켜야 하는 통제 변인인 도체의 재질, 단면적은 모두 같아야 한다. 다만, 종속 변인인 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 $15V$ 일 때, 전류가 $0.5A$ 이므로 옴의 법칙에 의해

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

도 그래프로부터 전압이 $30V$ 일 때, 전류가 $0.5A$ 이므로 옴의 법칙에

$$\text{의하여 저항값은 } R_2 = \frac{V_2}{I_2} = \frac{30V}{0.5A} = 60\Omega \text{이다.}$$

03 정답 ②

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

$$\text{전구를 } 110V \text{ 전원에 연결하였을 때 흐르는 전류는}$$

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

이다. (나) 과정에서 전구를 $110V$ 의 전원에 연결하였을 때, 전구의 소비 전력을 $55W$ 라고 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

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

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 $3A$ 이므로 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 $30V$ 이므로 R_2 와 R_3 에 걸리는 전압은 $(30 - 18)V = 12V$ 임을 알

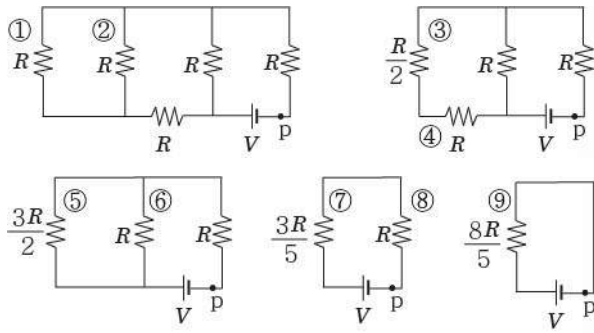
수 있다. 따라서 각각의 저항값은 $R_2 = \frac{V_2}{I_2} = \frac{12V}{2A} = 6\Omega$ 이고,

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

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 전력이



따라서 p에 흐르는 전류의 세기는 옴의 법칙에 의해 $\frac{5V}{8R}$ 이다.

134 정답 ⑤

ㄱ, ㄴ. 저항값은 비저항에 비례하고 단면적에 반비례하므로 B의 저항값은 A와 같다. 따라서 A, B에 흐르는 전류의 세기는 같다.

ㄷ. A, B의 합성 저항값과 C의 저항값이 같으므로 C의 양단에 걸리는 전압은 $\frac{1}{2}V$ 이다.

135 정답 ④

6개의 저항값을 r , 전원 장치의 전압을 V 라 할 때, S_1 만 닫을 때의 R에 흐르는 전류, 회로 전체 저항과 전압은 각각 $\frac{13}{100}V$, $100+3r$, $13 + \frac{39}{100}r$ 이고 S_2 만 닫을 때는 $\frac{39}{100}V$, $100 + \frac{1}{3}r$, $39 + \frac{13}{100}r$ 이다. 식을 연립하면 $r = 100\Omega$, $V = 52V$ 이고, S_1 과 S_2 를 모두 닫았을 때 회로 전체의 합성 저항은 130Ω 이므로 R에 흐르는 전류의 세기는 $0.4A$, 소비 전력은 $16W$ 이다.

136 정답 ②

전원 장치의 전압을 V 라고 하면, 스위치 S를 닫기 전 전류계에 흐르는 전류의 세기는 $\frac{V}{3\Omega + R} = 6(A)$, 스위치 S를 닫으면 저항값이 R 인 저항에는 전류가 흐르지 않으므로 S를 닫았을 때 전류계에 흐르는 전류의 세기는 $\frac{V}{3\Omega} = 10(A)$ 이다.

따라서 $\frac{6(A)}{10(A)} = \frac{3\Omega}{3\Omega + R} = \frac{3}{5}$ 이므로 $R = 2\Omega$ 이다.

137 정답 ②

ㄴ. X에 흐르는 전류의 세기는 $\frac{V}{2R+R+R}$ 이다.

오답풀이

ㄱ. b에 연결했을 때 축전기에 걸리는 전압은 V 이다. a에 연결했을 때 축전기에 걸리는 전압은 $\frac{V}{2}$ 이어야 하므로 X의 저항값은

$2R$ 이다.

ㄷ. X에서의 소비 전력은 $\frac{1}{2R} \left(\frac{2V}{5}\right)^2 = \frac{2V^2}{25R}$ 이다.

138 정답 ①

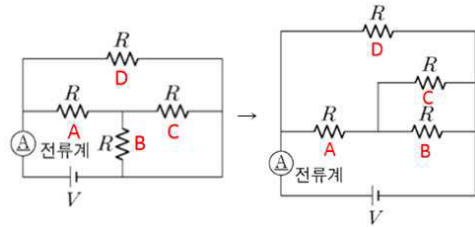
전기 저항의 저항값은 $\rho \frac{L}{S}$ 이고, A와 B는 동일한 재질이므로 비저항 (ρ)이 같다. A, B의 저항값을 각각 R_A , R_B 라고 하면,

$R_A : R_B = \frac{2L}{2S} : \frac{L}{3S} = 3 : 1$ 이다. 직렬로 연결되어 있는 A와 B에 흐르는 전류의 세기는 같으므로 1초 동안 저항에서 소모되는 전기 에너지는 저항값에 비례한다.

따라서 $E_A : E_B = R_A : R_B = 3 : 1$ 이다.

139 정답 ③

전기 저항을 A, B, C, D라고 하면, 전기 저항의 연결은 다음과 같다.



B와 C는 병렬로 연결되어 있으므로 B와 C의 합성 저항값은

$$R_{BC} = \frac{R \times R}{R + R} = \frac{1}{2}R \text{이고, A, B, C의 합성 저항값은}$$

$$R_{ABC} = R + R_{BC} = R + \frac{1}{2}R = \frac{3}{2}R \text{이므로, 회로 전체 합성 저항}$$

$$\text{값은 } R_{ABCD} = \frac{R \times R_{ABC}}{R + R_{ABC}} = \frac{3}{5}R \text{이다.}$$

$$\text{따라서 } I = \frac{V}{R_{ABCD}} = \frac{5V}{3R} \text{이다.}$$