



① 마찰 전기와 전기력

01 마찰 전기 — 전자 이동과 대전 부호

정답 ④

전자는 (-)전하를 띠는 알갱이입니다. 전자를 얻으면 (-)전하가 많아지므로 (-)로 대전돼요 — ④는 부호를 거꾸로 말했습니다. 잃은 쪽이 (+), 얻은 쪽이 (-)가 되고, 한쪽이 잃으면 반드시 다른 쪽이 얻으므로 두 물체는 늘 반대 전하를 띕니다. 그래서 서로 끌어당기지요 (⑤).

02 전기력과 자기력 구별

정답 ②

자석이 냉창고 문에 붙는 것은 자기력 때문이며, 문지르는 과정이 전혀 없습니다. ①③④⑤는 모두 마찰로 전자가 옮겨 가 물체가 대전되면서 생기는 현상입니다. 특히 ⑤는 쌓여 있던 전하가 한꺼번에 흐르며 느껴지는 것이라 마찰 전기와 관계가 있습니다.

03 전기력의 방향 — 척력이 생기는 조건

정답 ②

매달린 물체가 밀려났다면 두 물체 사이에 척력이 작용한 것이고, 척력은 같은 종류의 전하 사이에서만 작용합니다. ①③은 다른 종류라 끌어당깁니다. ④를 고른 학생이 많은데, 대전체는 전기를 띠지 않은 물체도 끌어당깁니다. ⑤는 둘 다 대전되지 않아 전기력 자체가 나타나지 않습니다.

04 대전 결과 → 전자 이동 방향 추론

정답 ②

막대가 (-)가 되었다는 것은 막대가 전자를 얻었다는 뜻이므로, 전자는 털가죽 → 막대로 이동했습니다(ㄴ). ㄱ: 마찰로 옮겨 가는 것은 전자뿐이며 원자핵은 제자리에 있습니다. ㄷ: 전자를 잃은 털가죽은 (+) 전하를 띕니다. 마찰한 두 물체는 늘 서로 다른 부호예요.

05 마찰 전후 전하 개수 자료 해석

정답 ④

A는 전자가 4개에서 2개로 2개 줄고, B는 4개에서 6개로 2개 늘었습니다. 따라서 전자는 $A \rightarrow B$ 로 이동했으므로 ④가 반대입니다. ①: 처음엔 둘 다 (+)전하 4개와 전자 4개로 중성입니다. ②③: 전자를 잃은 A는 (+), 얻은 B는 (-). ⑤: 부호가 달라 인력이 작용합니다.

06 같은 형겅으로 문지른 두 막대 — 척력

정답 ③

두 막대는 같은 명주 형겅으로 같은 방식으로 문질렀으므로 같은 종류의 전하를 띕니다. 그래서 척력이 작용해 밀려납니다. ①②는 두 막대를 서로 마찰했다고 착각한 경우입니다. ④: 마찰한 유리 막대와 명주 형겅이야말로 서로 다른 부호예요. ⑤: 밀어 내는 힘도 엄연한 전기력입니다.

07 두 관찰 결합 — 빨대·휴지의 전하 부호

정답 ③

(가)에서 A가 밀려났으므로 A와 B는 같은 부호(ㄱ), (나)에서 A가 끌려왔으므로 휴지는 A와 다른 부호(ㄴ)입니다. ㄷ: B는 A와 같은 부호이고 휴지는 A와 반대 부호이므로, B와 휴지도 반대 부호가 되어 서로 끌어당깁니다. 두 관찰을 이어 붙여야 판단할 수 있어요.

08 마찰과 척력 두 단계 — 전기력 예측

정답 ④

A가 (-)이므로 마찰 상대인 B는 (+), B와 C가 밀어 났으므로 C도 (+)입니다. 따라서 A(-)와 C(+)는 부호가 달라 끌어당깁니다. ①②: 마찰한 두 물체는 반대 부호이고, (+)가 된 B는 전자를 잃은 것입니다. ③: 밀어 내는 힘은 같은 종류의 전하 사이에서 작용해요. ⑤는 부호는 맞게 정했지만 힘의 방향을 뒤집은 경우입니다.



② 정전기 유도

09 정전기 유도 — (-)대전체와 금속 막대

정답 ③

(-)대전체가 막대의 자유 전자를 밀어내므로 전자는 먼 쪽인 B로 이동하고, 전자가 빠져나간 A는 (+)전하를 띕니다. 전자가 대전체 쪽으로 끌려온다고 본 2번·4번이 흔한 오답인데, 같은 (-)끼리는 밀어낸다는 점을 떠올리면 방향이 정해집니다. 5번처럼 아무 일도 없는 것이 아니라 전자만 자리를 옮긴 것입니다.

10 정전기 유도 — 대전체와 금속 사이 인력

정답 ④

가까운 쪽 A가 대전체와 다른 전하를 띕므로, 대전체와 막대 사이에는 언제나 서로 당기는 힘이 작용합니다. 그래서 4번이 옳지 않습니다. 5번을 틀렸다고 고르는 학생이 많은데, 유도는 전자가 자리를 옮긴 것뿐이어서 막대 속 전자의 수는 그대로입니다.

11 정전기 유도 — 대전체 부호 바꾸기

정답 ④

(+)대전체는 자유 전자를 끌어당기므로 전자가 Q에서 P로 몰려와 P는 (-)전하를 띕니다. 따라서 ㄴ과 ㄷ만 옳습니다. ㄱ은 (-)대전체일 때의 결론인 '가까운 쪽이 (+)'를 그대로 옮겨 온 착각입니다. 부호가 무엇이든 가까운 쪽은 대전체와 반대라서 ㄷ의 인력은 항상 성립합니다.

12 생활 속 정전기 유도 — 먼지 필터

정답 ③

필터의 전하가 먼지 속 전자를 밀거나 당겨 정전기 유도를 일으키고, 필터에 가까운 쪽이 반대 전하를 띕어 인력으로 붙습니다. 2번의 원자핵은 이동하지 않으며 움직이는 것은 전자뿐입니다. 5번처럼 전체가 중성이어도 유도가 일어나면 인력을 받습니다. 문지른 적이 없으므로 1번의 마찰 전기와도 다릅니다.

13 대전열 단서 → 캔의 전자 이동

정답 ④

전자를 잃기 쉬운 유리 막대는 (+)전하를 띕고, 이 막대가 캔의 자유 전자를 끌어당기므로 전자는 A에서 B로 이동합니다. 그래서 가까운 B는 (-), 먼 A는 (+)가 되어 2번은 반대입니다. 1번은 '문지르면 (-)'라는 습관적 착각이고, 유도가 일어난 이상 5번의 척력이 아니라 인력이 작용합니다.

14 맞닿은 두 금속의 유도와 떼어 놓기

정답 ④

(+)대전체가 두 캔의 자유 전자를 A 쪽으로 끌어당겨 A는 (-), B는 전자가 빠져나가 (+)가 됩니다. 이 상태에서 떼어 놓으면 그 전하가 그대로 남으므로 ㄱ과 ㄷ이 옳습니다. ㄴ은 가까운 쪽 부호를 (+)로 착각해 척력으로 읽은 것인데, 가까운 쪽은 늘 반대 전하여서 인력입니다. 두 캔 전체의 전자 수는 변하지 않고 한쪽으로 쏠렸을 뿐입니다.

15 풍선의 움직임 → 대전체 부호 추론

정답 ③

(-)풍선이 밀려났으므로 C는 (-)전하를 띕고, 먼 쪽인 C가 (-)라면 대전체 X도 (-)여야 합니다. 그래서 ㄱ이 옳습니다. ㄴ은 방향이 반대입니다. (-)인 X가 전자를 밀어내므로 전자는 B에서 C로 이동했습니다. ㄷ처럼 전자는 자리만 옮길 뿐 수가 늘거나 줄지 않습니다.



01 전류의 정의·단위·방향 약속

정답 ⑤

전자는 (-)전하를 띠므로 (-)극에서 출발해 (+)극으로 이동합니다. ⑤는 출발 극을 거꾸로 뒤집은 진술이라 옳지 않습니다. ③이 틀렸다고 고르는 학생이 많은데, 전류의 방향은 (+)극 → (-)극으로 정한 약속이고 전자의 이동 방향과는 언제나 반대입니다. ④의 단위 관계도 그대로 옳습니다.

02 물의 흐름 비유 — 요소 대응

정답 ㉠ 전지 ㉡ 전선 ㉢ 전구(전기 기구) ㉣ 전류

물을 밀어 올려 흐름을 만드는 펌프는 전지, 물이 지나는 수도관은 전선, 물의 힘으로 도는 물레방아는 전구(전기 기구), 물의 흐름 자체는 전류에 해당합니다. 펌프의 압력은 전압이에요 — 흐름(전류)과 흐르게 하는 능력(전압)을 바꿔 쓰지 않도록 합니다.

03 전압의 뜻과 단위

정답 ③

전압은 전하를 밀어 주는 능력이고 단위는 V(볼트)이므로 ㄱ과 ㄴ이 옳습니다. ㄷ은 흔한 오해입니다. 전자는 이미 도선과 회로 속에 가득 들어 있고, 전지는 그 전자를 밀어 줄 뿐 새로 만들어 내지 않습니다. 전압이 크다는 것은 전자의 수가 많아진다는 뜻이 아니라 미는 힘이 세다는 뜻입니다.

04 저항 — 길이·굵기·재질

정답 ①

도선은 길수록 저항이 커집니다. 전자가 지나가야 할 길이 길어져 방해가 더 많이 받기 때문이므로 ①은 반대로 말한 진술입니다. ③을 틀렸다고 고르는 학생이 많은데, 굵어지면 전자가 지나갈 통로가 넓어지므로 굵을수록 저항은 작아집니다. 길이는 비례, 굵기는 반비례라고 짚지어 외워 두세요.

05 저항의 단위와 1 Ω의 뜻

정답 ㉠ Ω(옴) ㉡ 1 V ㉢ 1 A

저항은 전류의 흐름을 방해하는 정도이고 단위는 Ω(옴)입니다. 1 V의 전압을 걸었을 때 1 A의 전류가 흐르면 그 저항이 1 Ω — 저항의 크기를 정하는 약속이에요. 저항은 전지가 아니라 도선(재질·길이·굵기)이 정하는 값이라 전지를 바꿔도 그대로입니다.

06 저항이 생기는 까닭 (서술형)

정답 도선 속을 이동하는 전자가 도선을 이루는 원자와 부딪혀 이동을 방해받기 때문이다.

[모범 답안] 도선 속을 이동하는 전자가, 도선을 이루며 제자리에서 진동하는 원자와 부딪혀 이동을 방해받기 때문이다. [인정 표현] 전자가 원자에 충돌한다 / 전자가 원자 사이를 지나며 자꾸 부딪힌다 / 원자가 전자의 흐름을 가로막는다. [부분 점수] ① 이동하는 입자가 전자라고 씀(2점) ② 전자가 원자와 부딪힌다·충돌한다고 씀(3점) ③ 그래서 이동이 방해된다 = 저항이라고 이어 씀(2점), 합 7점. [불인정·감점] 「도선이 길어서」 「도선이 가늘어서」 처럼 까닭이 아니라 저항의 크기 요인을 쓴 답, 「전자가 부족해서」 「전지가 약해서」 같은 오개념 답은 0점. 낱말 조건(전자·원자)을 하나라도 빠뜨리면 -2점.



07 그림에서 저항 크기 비교

정답 ②

굵기가 같을 때는 길수록 저항이 크고, 길이가 같을 때는 굵을수록 저항이 작습니다. (나)는 (가)보다 두 배 길이 저항이 가장 크고, (다)는 (가)보다 두 배 굵어 저항이 가장 작습니다. 그래서 (나) > (가) > (다) 순서예요. ①은 길이 관계를 거꾸로, ③은 굵기 관계를 거꾸로 본 답입니다.

08 전압을 바꿔도 저항은 그대로

정답 ㄱ, ㄷ

저항은 니크롬선의 재질·길이·굵기가 정하는 값이라 전압을 올려도 그대로입니다(ㄴ X). 저항이 그대로인데 미는 힘(전압)이 2배가 되었으니 흐르는 전류는 2배로 증가합니다(ㄱ O). 전류를 전압을 높이기 전과 같게 하려면 저항도 2배가 되어야 하는데, 저항은 길이에 비례하므로 니크롬선의 길이를 2배로 늘리면 됩니다(ㄷ O).

09 도선 속 전자 모형 — 전류 방향

정답 ⑤

(나)에서 전자가 B → A로 이동하므로, 언제나 반대인 전류의 방향은 A → B가 되어 ⑤가 옳습니다. (가)의 전자는 멈춰 있는 것이 아니라 제멋대로 움직이되 한쪽으로 몰려 흐르지 않을 뿐이므로 ②·④는 틀리고, 전자는 원래부터 도선에 가득 차 있으므로 ①·③도 옳지 않습니다.

10 전자의 이동 → 전류 방향·전지 극

정답 ④

도선에서 움직일 수 있는 것은 전자뿐이므로 X는 (-)전하를 띤 전자이고(ㄱ), 전자가 P→Q로 가면 전류는 반대인 Q→P이므로 ㄴ도 옳습니다. ㄷ은 틀립니다. 전자는 (-)극에서 밀려 나오므로 전자가 출발한 P 끝이 (-)극이고 Q 끝이 (+)극입니다. (+)입자는 원자핵이 있는 자리에 고정되어 움직이지 않는다는 점도 함께 기억하세요.

11 전류 단위 환산 (A ↔ mA)

정답 ㉠ ㉡ ㉢ 0.25 A

㉠은 0.4 A = 400 mA이고 ㉡는 250 mA = 0.25 A이므로 ㉡가 더 셉니다. 숫자만 건주어 250이 큰 ㉢라고 답하기 쉬운데, 1 A = 1000 mA로 단위를 맞춘 뒤 비교해야 해요.



12 옴의 법칙 — 전류 계산

정답 ③

옴의 법칙 $I = V \div R$ 에 그대로 넣으면 됩니다 — $9 \text{ V} \div 180 \Omega = 0.05 \text{ A}$. $1 \text{ A} = 1000 \text{ mA}$ 이므로 $0.05 \times 1000 = 50 \text{ mA}$ 입니다. ⑤는 전압과 저항을 곱해 버린 값($9 \times 180 = 1620$)이고, ①·②·④는 A를 mA로 바꿀 때 자릿수를 잘못 옮긴 값이에요.

13 옴의 법칙 — 저항 계산

정답 ④

저항을 구할 때는 $R = V \div I$ 를 씁니다. 그 전에 단위부터 맞춰야 해요 — $300 \text{ mA} = 0.3 \text{ A}$ 입니다. $12 \text{ V} \div 0.3 \text{ A} = 40 \Omega$. ⑤는 12×300 을 그대로 곱한 값이고, ①~③은 mA를 A로 바꾸지 않고 $12 \div 300$ 을 계산해 자릿수가 어긋난 값입니다.

14 도체·부도체·반도체

정답 ①

유리와 고무처럼 저항이 매우 커서 전류가 거의 흐르지 않는 물질을 부도체라고 하므로 ①이 옳습니다. ③이 가장 많이 걸리는 함정입니다. 흑연은 금속이 아니지만 전류가 잘 흐르는 도체여서 전극이나 연필심에 쓰입니다. '금속=도체, 비금속=부도체'로 외우면 흑연에서 반드시 틀립니다. 반도체는 조건에 따라 전류가 흐르기도 하는 물질이고, 피복은 전류가 새어 나가지 않게 막는 부도체입니다.

15 전류·전압·저항의 관계

정답 ④

옳은 것은 ㄱ, ㄷ, ㄹ입니다. $I = V \div R$ 이므로 저항이 그대로일 때 전압을 2배로 하면 전류도 2배(ㄱ), 그래프의 기울기는 전압 1 V마다 흐르는 전류이므로 기울기가 클수록 같은 전압에서 전류가 세다 = 저항이 작다(ㄷ), ㄹ은 굽어지면 저항이 작아지고 저항이 작아지면 전류가 세진다는 두 단계를 이어 붙인 것이라 옳습니다. ㄴ이 함정입니다. 전류는 저항에 반비례하므로 저항이 3배가 되면 전류는 3배가 아니라 1/3배로 줄어듭니다.

16 전압-전류 그래프 읽기

정답 ⑤

그래프의 기울기가 클수록 저항은 작습니다. 기울기가 곧 전류 $\div$ 전압, 즉 저항의 역수이기 때문이에요. 6 V일 때 (가)는 0.6 A이므로 $6 \div 0.6 = 10 \Omega$, (나)는 0.2 A이므로 $6 \div 0.2 = 30 \Omega$ 입니다. 기울기가 큰 (가)가 오히려 저항이 작지요. ⑤는 이 관계를 거꾸로 말했습니다.

17 측정표에서 저항·빈칸 값

정답 ㉠ 5 Ω ㉡ 0.6 A

저항은 $R = V \div I$ 이므로 $1 \text{ V} \div 0.2 \text{ A} = 5 \Omega$ 이고, 어느 줄로 계산해도 $4 \text{ V} \div 0.8 \text{ A} = 5 \Omega$ 로 같습니다. 따라서 (가)는 $3 \text{ V} \div 5 \Omega = 0.6 \text{ A}$ 입니다. 0.2 Ω 는 전류를 전압으로 나눈 값, 0.5 A와 0.7 A는 표의 규칙(1 V마다 0.2 A)을 놓친 값이에요.

18 그래프 기울기와 도선의 모양

정답 ①

기울기는 1 $\div$ 저항이므로 기울기가 가파른 순서 $A > B > C$ 는 곧 저항이 작은 순서 $A < B < C$ 를 뜻합니다. A와 B는 재질·길이와 같고 굽기만 다른데 A의 저항이 더 작으므로 A가 B보다 굽습니다(①). ②은 기울기를 저항으로 그대로 착각한 진술입니다. B와 C는 굽기가 같고 길이만 다르므로 C가 B보다 길고(③은 반대), 저항이 다른 까닭도 굽기가 아니라 길이입니다(⑤). 저항이 가장 큰 C는 같은 전압에서 전류가 가장 약하게 흐르므로 ④도 틀립니다.

19 같은 전압, 다른 밝기 — 저항

정답 ①

$R = V \div I$ 로 계산하면 ㉠은 $3.0 \text{ V} \div 1.0 \text{ A} = 3 \Omega$, ㉡는 $3.0 \text{ V} \div 0.5 \text{ A} = 6 \Omega$ 이므로 ㉠이 옳고, 전압이 같은데도 저항이 작은 ㉡에 전류가 2배 흘러 더 밝은 것이므로 ㄴ도 옳습니다. ㄷ이 대표적인 오개념입니다. 저항은 도선(필라멘트)의 재질·길이·굽기로 정해지는 그 물체의 성질이라, 전압을 6.0 V로 높이면 전류만 1.0 A로 2배가 될 뿐 저항은 6 Ω 그대로입니다($6.0 \div 1.0 = 6 \Omega$). '전압을 올리면 저항도 커진다'고 생각하지 않도록 주의하세요.

20 저항-전류 그래프 읽기 (전압 일정)

정답 ④

전압이 일정할 때 저항이 2배, 3배가 되면 전류는 1/2배, 1/3배로 줄어드는 반비례 관계라서, 그래프는 원점에서 멀어질수록 완만해지는 곡선이 됩니다(ㄱ ○). 그래프의 어느 점에서나 전압 = 전류 $\times$ 저항 = $6 \text{ A} \times 1 \Omega = 3 \text{ A} \times 2 \Omega = 2 \text{ A} \times 3 \Omega = 6 \text{ V}$ 로 같으므로 전원 장치의 전압은 6 V입니다(ㄴ ○). 4 Ω 이면 $6 \text{ V} \div 4 \Omega = 1.5 \text{ A}$ 가 흐릅니다(ㄷ ○). 저항이 아무리 커져도 전류는 작아질 뿐 0이 되지는 않아요 — 12 Ω 이면 $6 \text{ V} \div 12 \Omega = 0.5 \text{ A}$ 가 흐르므로 ㄹ은 틀렸습니다. 곡선이 가로축에 점점 가까워진다고 해서 어느 순간 0에 닿는 것은 아닙니다.



21 직렬·병렬 구분과 기본 성질

정답 ⑤

(가)는 전류가 흐르는 길이 하나뿐인 직렬연결이므로, 길이 갈라지는 곳이 없어 두 전구에 흐르는 전류의 세기는 어디서나 같습니다. ①은 (가)와 (나)의 설명이 서로 바뀌었고, ②는 거꾸로 말한 것으로, 전류가 흐르는 길이 하나뿐인 (가)가 직렬연결, 길이 두 갈래인 (나)가 병렬연결입니다. ④는 초등학교에서 배운 전지의 직렬연결(밤아집)과 헷갈린 것으로, 전구를 직렬로 늘리면 각 전구는 오히려 어두워집니다. ③에서 (나)는 병렬연결이므로 한 전구를 빼내도 다른 갈래의 길은 그대로 남아 ④는 계속 켜져 있습니다.

22 생활 속 병렬연결 찾기

정답 ②

하나를 끊어도 나머지는 그대로 작동하고 각 부분에 같은 전압이 걸리는 ㄱ과 ㄷ이 병렬연결입니다. ㄴ의 누전 차단기는 전체 전류가 반드시 지나가야 하는 자리에 직렬로 연결합니다. 그래야 전류가 너무 커졌을 때 길 하나를 끊어 전체를 차단할 수 있습니다. 퓨즈도 같은 이유로 직렬연결입니다. ㄴ을 '집 안 전기 기구는 병렬이니까 차단기도 병렬'이라고 생각해 고르지 않도록 주의해야 합니다.

23 직렬·병렬 전구의 밝기 비교

정답 ②

직렬로 연결하면 전원의 전압이 두 전구에 나뉘어 걸리므로 각 전구는 기준보다 어둡고, 병렬로 연결하면 각 갈래에 전원의 전압이 그대로 걸리므로 각 전구의 밝기는 기준과 같습니다. ①은 초등학교에서 배운 전지의 직렬연결과 헷갈린 것입니다. 전지를 직렬로 늘리면 전압이 커져 밝아지지만, 전구를 직렬로 늘리면 어두워집니다. ③처럼 병렬은 어두워지지 않고, ⑤처럼 앞의 전구가 전류를 먼저 써 버리는 일도 없습니다. 직렬 회로의 전류는 어디서나 같아 두 전구의 밝기가 서로 같습니다.

24 병렬 — 갈래를 끊었을 때

정답 ②

병렬 회로에서는 각 갈래에 전원의 전압이 그대로 걸리므로, B의 갈래를 끊어도 A에 걸리는 전압은 처음과 똑같고 A의 밝기도 변하지 않습니다. ③는 '없어진 갈래의 전류가 남은 갈래로 몰린다'는 대표적인 오해입니다. 각 갈래에 흐르는 전류는 그 갈래에 걸린 전압과 저항으로 정해지므로, 옆 갈래가 사라져도 A의 전류는 그대로입니다. 다만 회로 전체에 흐르는 전류는 갈래가 하나 줄었으므로 오히려 작아집니다. ①·④처럼 전압이 커지거나 줄어들지 않고, ⑤는 직렬 회로에서 일어나는 일입니다.

25 전구 밝기 순서 (1개·병렬·직렬)

정답 ②

병렬로 연결된 Q와 R에는 각각 전원의 전압이 그대로 걸리므로 P와 밝기가 같고, 직렬로 연결된 S와 T는 전압을 나누어 가지므로 P보다 어둡습니다. ③은 '병렬이면 전류가 갈라지니 각 전구가 어두워질 것'이라는 오해입니다. 갈래마다 전압이 그대로 걸리므로 각 전구의 밝기는 전구 하나일 때와 같습니다. ④는 전구의 직렬연결을 전지의 직렬연결과 헷갈린 것입니다. ⑤는 '앞의 전구가 전류를 써 버려 뒤의 전구가 어둡다'는 오해인데, 직렬 회로의 전류는 어디서나 같으므로 S와 T의 밝기는 서로 같습니다.

26 직렬·병렬의 전압

정답 ③

직렬연결에서는 전원의 전압이 두 전구에 나뉘어 걸리므로 $V_1 + V_2 = V$ 가 되고(ㄱ), 병렬연결에서는 각 갈래가 전원에 곧바로 이어져 있어 각 전구에 전원의 전압이 그대로 걸립니다(ㄴ). ㄷ은 틀렸습니다. 직렬 회로에서 전구 하나를 빼내면 전류가 흐르는 길이 끊어져 남은 전구도 꺼지므로, 전압이 걸리기는커녕 회로에 전류 자체가 흐르지 않습니다. '하나를 빼도 나머지는 그대로'인 것은 병렬연결의 성질입니다.

27 관찰표로 연결 방법 추론

정답 ④

(가)는 각 전구가 어둡고 하나를 빼면 모두 꺼지므로 길이 하나뿐인 직렬연결이고(ㄱ), (나)는 밝기가 전구 하나일 때와 같고 하나를 빼도 나머지가 켜져 있으므로 병렬연결입니다. 병렬에서 갈래 하나를 없애면 전류가 지나갈 길이 줄어들므로 전체 전류는 작아집니다(ㄴ). ㄴ을 틀렸다고 본 학생은 '빠진 전구로 가던 전류가 남은 전구로 몰린다'고 오해한 것입니다. 남은 갈래의 전류는 그대로이고, 사라진 갈래의 전류만큼 전체 전류가 줄어듭니다. ㄷ은 대소가 뒤집혔습니다. 직렬은 전류가 지나갈 길이 길어져 전체 저항이 커지고, 병렬은 길이 여러 갈래로 넓어져 전체 저항이 작아지므로 (가)가 (나)보다 큼니다.

28 직렬 회로의 전압 나눔 (도전)

정답 ㉠ 4 V ㉡ 8 V

직렬 회로에서는 전류가 어디서나 같으므로 두 저항에 모두 2 A가 흐릅니다. 각각에 $V = IR$ 를 쓰면 2 Ω에는 $2 A \times 2 \Omega = 4 V$, 4 Ω에는 $2 A \times 4 \Omega = 8 V$ 가 걸리고, 두 전압을 더하면 $4 V + 8 V = 12 V$ 로 전원의 전압과 같습니다. 저항이 큰 쪽에 큰 전압이 걸려요.



④ 전기 에너지의 전환과 소비 전력

29 전기 기구의 에너지 전환

정답 ㉠ 소리 에너지 ㉡ 열에너지 ㉢ 운동 에너지 ㉣ 빛에너지

스피커는 소리, 헤어드라이어는 바람을 데우는 열, 선풍기는 날개를 돌리는 운동, 형광등은 빛에너지가 주된 전환입니다. 전기밥솥도 열에너지가 주된 전환이에요.

30 소비 전력과 효율 (서술형)

정답 ① B ② 두 스탠드는 밝기가 같은데 B의 소비 전력이 더 작아 1초 동안 소비하는 전기 에너지가 더 적으므로, 같은 밝기를 더 적은 전기 에너지로 내는 B가 효율적이다.

[모범 답안] ① B ② 두 스탠드는 밝기가 같은데 B의 소비 전력이 더 작으므로, B가 1초 동안 더 적은 전기 에너지를 쓰면서 같은 밝기를 낸다. [인정 표현] 같은 밝기를 내는 데 전기를 덜 쓴다 / 1초에 쓰는 전기 에너지가 적다 / 같은 성능에 전력이 작다. [부분 점수] ① B를 고름(2점) ② 소비 전력이 작다 = 1초 동안 소비하는 전기 에너지가 적다(2점) · 「밝기가 같다」는 조건을 근거로 씀(3점), 합 7점. [불인정 · 감점] 「A가 소비 전력이 커서 더 밝다」(밝기가 같다는 조건 무시), 「소비 전력이 작으면 오래 못 쓴다」는 0점. 낱말 조건(소비 전력 · 밝기)을 하나라도 빠뜨리면 -2점.

31 소비 전력과 전력량

정답 ③

소비 전력은 1초 동안 소비하는 양이므로, 실제로 소비한 전기 에너지의 총량인 전력량은 소비 전력에 사용 시간을 곱해야 정해집니다. 소비 전력만 크다고 언제나 더 많이 소비하는 것은 아니므로 ③이 옳지 않습니다. 실제로 2000 W 기구를 1분 쓰면 $2000 \times 1 = 2000$ 이고, 100 W 기구를 30분 쓰면 $100 \times 30 = 3000$ 이 되어 소비 전력이 작은 쪽이 더 많이 소비할 수도 있습니다. ① · ② · ④ · ⑤는 모두 정의 그대로의 설명입니다.

32 세탁기의 에너지 전환

정답 ㉠ 운동 에너지 ㉡ 열에너지, 소리 에너지

세탁조를 돌리는 운동 에너지가 주된 전환이고, 모터가 더워지며 열, 돌아가며 소리 에너지로도 일부 전환됩니다. 열이나 소리로 간 만큼도 사라진 것이 아니라 다른 형태의 에너지로 바뀐 거예요.

33 전기 에너지의 효율적 사용

정답 ⑤

전기 요금의 바탕이 되는 전력량은 소비 전력 $\times$ 사용 시간이므로 사용 시간도 똑같이 중요합니다 — ⑤가 옳지 않습니다. 전기난로처럼 소비 전력이 큰 기구도 필요한 순간에 짧게 쓰면 전력량은 얼마든지 작아집니다(③). 같은 일을 하면서 소비 전력이 작은 것을 고르고(②) 필요 없을 때 꺼 두는(④) 습관이 발전 과정에서 나오는 온실 기체를 줄이는 길입니다(①).



34 빛 전환 비율로 효율 비교

정답 ①

소비 전력이 같으므로 같은 시간 동안 소비하는 전기 에너지도 같고, 그중 빛으로 전환되는 비율이 큰 A가 더 밝습니다(ㄱ). B는 10 %만 빛이 되므로 나머지 90 %는 대부분 열 에너지로 빠져나갑니다(ㄴ).ㄷ은 문제에 주어진 '소비 전력이 서로 같다'는 조건을 놓친 진술입니다. 소비 전력이 같으면 1초 동안 소비하는 전기 에너지도 같으므로, B가 더 많이 소비한다고 말할 수 없습니다. 효율이 낮다는 것과 많이 소비한다는 것은 다른 말입니다.

35 소비 전력 1500 W — 1초 기준

정답 ④

소비 전력 1500 W는 1초에 1500 J을 쓴다는 뜻입니다(ㄱ). 1 kW = 1000 W이므로 1500 W는 1.5 kW이고요(ㄴ).ㄷ이 틀렸어요 — 1분은 60초이므로 $1500 \times 60 = 90000$ J입니다. 1500 J은 딱 1초 분량이에요. ㄹ은 성능이 같다면 전기를 덜 쓰는 쪽이 효율적이므로 옳습니다.

36 전환량 자료 — 소비 전력과 효율

정답 ②

10초 동안 A는 $90 + 510 = 600$ J, B는 $40 + 160 = 200$ J을 소비했으므로 소비 전력은 A가 $600 \div 10 = 60$ W, B가 $200 \div 10 = 20$ W입니다. 그런데 빛으로 전환된 비율은 A가 $90 \div 600 = 15$ %, B가 $40 \div 200 = 20$ %로 B가 더 높습니다. 따라서 ②가 옳습니다.①은 소비 전력을 서로 뒤바꾼 것이고, ③은 '소비 전력이 크면 효율도 좋다'는 오해입니다. ④는 두 전구 모두 빛의 비율이 절반에 한참 못 미치므로 틀렸고, ⑤는 실제로 빛 에너지가 A 90 J, B 40 J이므로 A가 더 밝습니다. 효율이 높다고 더 밝은 것은 아닙니다.

37 전력량 = 소비 전력 × 시간

정답 ①

먼저 단위를 맞추면 전기난로의 소비 전력은 1.5 kW = 1500 W입니다. 전력량 = 소비 전력 × 시간이므로 $1500 \text{ W} \times 4\text{분} = 6000$, $40 \text{ W} \times 150\text{분} = 6000$ — 두 값이 같습니다. 시간 단위로 계산해도 $1500 \text{ W} \times (4/60)\text{시간} = 100 \text{ Wh}$, $40 \text{ W} \times 2.5\text{시간} = 100 \text{ Wh}$ 로 같습니다. 따라서 ①이 옳습니다.③은 소비 전력만 보고 판단한 것이고, ②는 사용 시간만 보고 판단한 것입니다. 둘 다 곱해 보아야 합니다. ④는 1.5 kW = 1500 W이므로 1초에 1500 J이 맞고, ⑤ 선풍기의 주된 전환은 날개를 돌리는 운동 에너지입니다.



38 전자의 방향·극 판단 + 옴의 법칙

정답 ③

전자는 (-)극에서 나와 (+)극으로 들어가므로, 전자가 향하는 오른쪽 끝 (나)가 (+)극입니다(ㄱ ○). 전류의 방향은 전자의 이동 방향과 반대이니 위쪽 도선에서 왼쪽입니다(ㄴ ○). 저항은 전압 ÷ 전류 = $3\text{ V} \div 0.5\text{ A} = 6\text{ }\Omega$ 이고, $1.5\text{ }\Omega$ 은 전압과 전류를 곱해 버린 값입니다(ㄷ ✕).

39 길이→저항 + 직렬의 전류·전압

정답 ①

직렬은 전류가 흐르는 길이 하나뿐이라 A와 B에 같은 세기의 전류가 흐릅니다(ㄱ ○). 재질·굵기가 같으면 저항은 길이에 비례하므로 두 배 긴 B의 저항이 A의 2배입니다(ㄴ ○). 같은 전류가 흐를 때 $V = IR$ 에서 저항이 큰 B에 더 큰 전압이 걸리므로 ㄷ은 거꾸로 말한 것입니다. A와 B에 걸리는 전압을 더하면 전지의 전압이 됩니다.

40 병렬의 전압 + 옴의 법칙 + 전체 전류

정답 ④

병렬이므로 두 갈래에 전원의 6 V가 그대로 걸립니다(①). P의 저항은 $6\text{ V} \div 1.5\text{ A} = 4\text{ }\Omega$, Q는 $6\text{ V} \div 0.5\text{ A} = 12\text{ }\Omega$ 으로 P의 3배입니다(②·⑤). 전체 전류는 갈래 전류의 합 $1.5 + 0.5 = 2\text{ A}$ 입니다(③). Q 갈래를 없애도 P에는 여전히 6 V가 걸리고 저항도 그대로이므로 P의 전류는 1.5 A 그대로입니다 — 「없어진 갈래의 전류가 남은 갈래로 몰린다」는 오해가 ④입니다.

41 병렬 배선 + 소비 전력·전력량

정답 ⑤

병렬로 연결된 기구에는 모두 같은 전압이 걸립니다(ㄱ ○). $1500 + 1200 + 60 = 2760\text{ W}$ 로 최대 소비 전력 2500 W를 넘으므로, 세 기구를 한꺼번에 켜면 멀티탭에 너무 큰 전류가 흘러 위험합니다 — 갈래가 늘수록 전체 전류가 커지기 때문이에요(ㄴ ○). 전력량 = 소비 전력 × 시간이므로 같은 1시간이면 소비 전력이 큰 전기난로(1500 Wh)가 노트북(60 Wh)보다 훨씬 많습니다(ㄷ ✕).

42 그래프 읽기 + 병렬의 전압·밝기

정답 ㉠ 1.8 A ㉡ ㉢

병렬이므로 두 전구에 6 V가 그대로 걸립니다. 그래프에서 6 V일 때 ㉢는 1.2 A, ㉡는 0.6 A이므로 전체 전류는 $1.2 + 0.6 = 1.8\text{ A}$ 입니다. 같은 전압에서 더 센 전류가 흐르는 ㉢(저항 5 Ω , ㉡는 10 Ω)가 더 밝습니다.

43 굵기→저항 + 옴의 법칙 (서술형)

정답 ① $A = 6\text{ V} \div 0.3\text{ A} = 20\text{ }\Omega$, $B = 6\text{ V} \div 0.6\text{ A} = 10\text{ }\Omega$ ②

B는 굵기가 굵어 전자가 지나갈 통로가 넓으므로 전자가 방해를 덜 받아 저항이 작다.

[모범 답안] ① 저항 = 전압 ÷ 전류이므로 $A = 6\text{ V} \div 0.3\text{ A} = 20\text{ }\Omega$, $B = 6\text{ V} \div 0.6\text{ A} = 10\text{ }\Omega$ 이다. ② B는 굵기가 굵어 전자가 지나갈 통로가 넓으므로 전자의 이동이 방해를 덜 받아 저항이 작다. [인정 표현] 굵을수록 전자가 지나갈 길이 넓다 / 같은 시간에 더 많은 전자가 지나갈 수 있다 / 원자와 부딪히는 방해를 덜 받는다. [부분 점수] ① A 20 Ω (식 포함) 2점 · B 10 Ω (식 포함) 2점 ② 굵기 → 통로가 넓어 전자가 잘 지나간다 → 저항이 작다 3점 · 낱말 조건(굵기·전자) 충족 2점, 합 9점. [불인정·감점] 「굵으면 전자가 더 많이 만들어진다」 「B에 전압이 더 세게 걸려서」는 0점. 답만 쓰고 식이 없으면 항목당 -1점.

44 계기의 연결(직렬·병렬) + 저항 계산

정답 ②

전류계 ㉠은 회로에 한 줄로(직렬) 끼워 니크롬선을 지나는 전류를 그대로 재고, 전압계 ㉡은 니크롬선 양 끝에 나란히(병렬) 붙여 두 점 사이의 전압을 잽니다(② ○, ① ✕). 저항은 $4.5\text{ V} \div 0.3\text{ A} = 15\text{ }\Omega$ 이고 1.35 Ω 은 곱한 값입니다(③ ✕). 저항은 니크롬선 자신의 성질이라 전압을 높여도 그대로이고 전류만 2배가 됩니다(④ ✕). 계기 자리를 바꾸면 전류계가 병렬, 전압계가 직렬로 들어가 제대로 잽 수 없습니다(⑤ ✕).



45 병렬 스위치 + 전체 전류·전력량

정답 ⑤

병렬에서는 갈래마다 전지의 전압이 그대로 걸리므로(④) B 갈래를 끊어도 A는 그대로 켜져 있습니다(①). 회로에 흐르는 전체 전류는 두 갈래 전류의 합이고(③), 갈래가 하나 줄면 그만큼 전체 전류가 작아집니다(②). 켜진 전구가 하나 줄었으니 회로 전체가 같은 시간 동안 소비하는 전기 에너지는 오히려 줄어듭니다(⑤ X).

46 물의 흐름 비유 → 직렬·병렬

정답 ①

물의 흐름은 전류, 펌프의 압력은 전압에 해당합니다. 한 줄로 이으면 물이 갈라질 곳이 없어 두 물레방아를 같은 양의 물이 지나가고, 이것이 직렬 회로에서 전류가 어디서나 같은 것입니다(ㄱ ○). 나란히 갈라진 두 물길은 각각 펌프에 곧바로 이어져 같은 압력을 받으므로, 병렬의 각 전구에 전원 전압이 그대로 걸리는 것과 같습니다(ㄴ ○). 한 물길을 막아도 다른 물길에는 물이 그대로 흐르므로 ㄷ은 틀렸습니다 — 병렬에서 한 갈래를 끊어도 다른 갈래의 전구는 켜져 있습니다.

47 굵기→저항 + 옴의 법칙 계산

정답 ㉠ 4 Ω ㉡ 3 A

재질·길이가 같을 때 굵기가 2배가 되면 전자가 지나갈 통로가 2배로 넓어져 저항은 1/2배인 4 Ω이 됩니다. 전류 = 전압 ÷ 저항 = 12 V ÷ 4 Ω = 3 A입니다. (A에 12 V를 걸면 1.5 A — 굵기가 2배이면 같은 전압에서 전류도 2배예요.)

48 가정 배선(병렬) + 소비 전력·전력량

정답 ③

집 안의 콘센트는 모두 병렬로 이어져 있어 어느 기구를 꽂아도, 다른 기구를 더 꽂아도 220 V가 그대로 걸립니다(①·⑤). W는 1초에 소비하는 J이므로 1200 W = 1초에 1200 J(②)이고, 3분 = 180초 동안이면 1200 × 180 = 216,000 J입니다 — 3600 J은 분을 초로 바꾸지 않고 3만 곱한 값입니다(③ X). 헤어드라이어는 열선에서 열, 팬에서 운동 에너지로 전환합니다(④).

49 직렬의 전류 + 옴의 법칙 + 에너지 전환

정답 ⑤

직렬 회로는 전류가 흐르는 길이 하나뿐이라 전구 앞이든 뒤든 같은 세기의 전류가 흐릅니다(ㄱ ○). 전구에 공급된 전기 에너지는 일부가 빛 에너지로, 나머지는 주로 열에너지로 전환됩니다(ㄴ ○). 전류(전하의 흐름)가 빛으로 바뀌어 없어지는 것은 아니에요. 저항은 그대로인데 전압이 커지면 옴의 법칙에 따라 회로의 전류가 커지므로 두 전류계의 눈금이 함께 커집니다(ㄷ ○).

50 옴의 법칙 + 소비 전력·효율 (자료)

정답 ④

저항 = 전압 ÷ 전류 = 6 V ÷ 0.5 A = 12 Ω(ㄱ ○). 10초 동안 전환된 에너지의 합 6 + 24 = 30 J이 소비한 전기 에너지이므로 소비 전력은 30 J ÷ 10 s = 3 W(ㄴ ○). 빛으로 간 비율은 6 ÷ 30 = 20 %이고 80 %는 열입니다(ㄷ X).

51 직렬→병렬 바꾸기 장단점 (서술형)

정답 ① 좋아지는 점: 각 전구에 전원의 전압이 그대로 걸려 더 밝고, 전구 하나가 끊어져도 나머지는 켜져 있다. ② 주의할 점: 갈래가 늘어 전체 전류가 커지므로 전선이 뜨거워져 불이 날 수 있고, 전기 에너지도 더 많이 소비한다.

[모범 답안] ① 병렬로 바꾸면 각 전구에 전원의 전압이 그대로 걸려 전구가 밝아지고, 한 전구가 끊어져도 나머지는 그대로 켜진다. ② 갈래가 늘어 회로 전체에 흐르는 전류가 커지므로 전선이 뜨거워져 불이 날 수 있고, 같은 시간 동안 소비하는 전기 에너지도 많아진다. [인정 표현] 좋은 점 — 하나가 빠져도 나머지가 켜진다 / 전구마다 전원 전압이 걸린다 / 각 전구가 밝다. 주의할 점 — 전체 전류가 커진다 / 전선이 과열될 수 있다 / 전지가 빨리 닳는다 / 전기를 더 많이 쓴다. [부분 점수] ① 좋은 점을 전압(또는 독립 작동)과 연결해 서술 3점 ② 주의할 점을 전체 전류 증가(과열·화재·전기 소비)와 연결해 서술 3점 ③ 「전압」·「전류」 낱말 사용 각 1점(2점) ④ 문장이 장식 전구 상황에 맞게 구체적 1점, 합 9점. [불인정·감점] 「병렬이면 전류가 나뉘어 각 전구가 어두워진다」 「직렬이 전기를 더 많이 쓴다」 는 0점. 좋은 점·주의할 점 중 하나만 쓰면 해당 항목 0점.



① 전류가 흐르는 코일 주위의 자기장

01 자기력과 자기장의 뜻

정답 ①

자기장의 방향은 나침반 바늘의 N극이 가리키는 방향으로 정합니다 —
①은 극을 뒤바꾼 문장이네요. 나머지는 모두 옳습니다.

02 막대자석 주위 나침반 방향

정답 ②

자기장은 N극에서 나와 S극으로 들어갑니다. N극 오른쪽에 있는 (다)는 바늘의 N극이 자석에서 멀어지는 오른쪽을 가리키므로 옳아요. (가)는 S극으로 들어가는 방향(오른쪽), (나)·(라)는 자석 바깥을 따라 N→S(왼쪽)를 가리켜야 합니다.

03 코일 주위 자기장의 성질

정답 ③

코일에 전류가 흐를 때만 자기장이 생깁니다(③ ○). 전류의 방향이 바뀌면 자기장의 방향이, 전류의 세기가 바뀌면 자기장의 세기가 바뀝니다(④·⑤는 짝을 바꿔 놓은 문장). 막대자석과 비슷한 모양은 코일 외부의 자기장이고, 내부는 직선 모양입니다(①·② X).

04 전자석을 이용한 예

정답 ⑤

스피커와 자기 부상 열차는 전류를 흘려 만든 전자석을 이용합니다. 나침반 바늘과 냉장고 자석은 영구 자석이네요.

05 실험 기록 — 전류와 자기장

정답 ③

스위치를 열면 바늘이 지구 자기장대로 북쪽을 가리키니 코일의 자기장은 전류가 흐를 때만 있습니다(ㄱ ○, ㄴ X). 전지 극을 바꾸자 서쪽 → 동쪽으로 반대가 되었죠(ㄷ).

06 오른손 규칙과 나침반

정답 ③

앞쪽 도선의 전류가 아래로 흐르면 오른손 네 손가락을 그 방향으로 감았을 때 엄지가 오른쪽을 가리키므로 코일의 오른쪽 끝이 N극입니다. N극 앞에 놓인 나침반의 N극은 코일에서 멀어지는 오른쪽을 가리켜요(ㄴ X). 전류를 반대로 하면 극이 바뀌어 바늘도 반대(ㄷ).

07 전류 방향으로 코일의 극

정답 ④

오른손 네 손가락을 전류 방향(앞쪽 아래)으로 감으면 엄지가 오른쪽(㉔)을 향하므로 ㉔ 쪽이 N극입니다. 전류가 흐르는 코일은 양 끝에 극이 생기고, 전류 방향을 바꾸면 극도 바뀝니다.

08 전류와 전자석의 세기

정답 ②

A와 B(전지 수만 다름)에서 전류가 셀수록 클립이 더 붙었고(ㄱ), B와 C(전류의 방향만 다름)에서는 클립 수가 같았습니다(ㄴ). 전류의 방향을 바꾸면 세기는 그대로이고 극만 바뀌어요(ㄷ X).



09 전자석의 성질

정답 ⑤

전자석은 전류가 흐르는 동안에만 자석입니다 — 전류를 끊으면 자석의 성질이 사라져요(㉠ X). 그래서 켜고 끄고, 극을 바꾸고, 세기를 조절할 수 있는 것이 전자석의 장점입니다.

10 코일의 전류 방향과 극 짝짓기

정답 ①

앞쪽 도선의 전류가 아래면 오른쪽 끝이 N극, 위면 왼쪽 끝이 N극입니다. 이 약속에 맞는 것은 (다)뿐이에요. (가)·(나)는 극이 거꾸로이고, (라)·(마)처럼 양 끝이 같은 극일 수는 없습니다.

11 기중기에 전자석을 쓰는 까닭

정답 ②

전자석은 전류를 끊으면 자기력이 사라집니다. 그래서 들어 올렸다가 원하는 자리에서 놓을 수 있어요 — 영구 자석이라면 붙은 고철을 떼어 내기 어렵습니다.

12 전자석과 막대자석 사이의 힘

정답 ⑤

N극끼리 마주 보니 밀어냅니다(ㄱ). 전지 극을 바꾸면 A의 극이 뒤집혀 S극이 N극을 마주 보아 끌어당기고(ㄴ), 전류가 세지면 자기력도 커집니다(ㄷ). 전류를 끊으면 극이 사라집니다(ㄹ X).

13 직선 도선 둘레의 나침반 방향

정답 ④

엄지손가락을 전류의 방향(○, 보는 사람 쪽)으로 향하게 하고 도선을 감아쥐면, 위에서 볼 때 네 손가락은 시계 반대 방향으로 감깁니다. 나침반 N극은 이 원을 따라 늘어섬으로 동쪽 A에서는 북쪽, 북쪽 B에서는 서쪽을 가리켜요(④). ①⑤처럼 도선에서 멀어지거나 도선 쪽을 향하지 않고, ②는 감기는 방향을 거꾸로 본 것이며, ③처럼 모든 나침반이 같은 쪽을 가리키지도 않습니다.

14 원형 도선 중심의 자기장

정답 ④

전류가 셀수록 자기장이 셉니다(ㄱ). 오른손 네 손가락을 전류의 방향(앞쪽 도선에서 위로)으로 감아쥐면 엄지손가락이 왼쪽을 가리키므로, O에서 자기장은 원이 이루는 면을 수직으로 지나 왼쪽을 향해요(ㄴ). 전류의 방향을 바꾸면 감아쥐는 방향이 반대가 되어 O의 자기장 방향도 반대로 바뀝니다(ㄷ X).

15 코일의 극과 자석 사이의 힘 (서술형)

정답 오른손 네 손가락을 전류의 방향(앞쪽 도선에서 아래)으로 감으면 엄지가 오른쪽을 가리키므로 코일의 오른쪽 끝이 N극, 왼쪽 끝은 S극이다. 왼쪽 끝의 S극과 막대자석의 N극이 마주 보므로, 서로 다른 극 사이에 작용하는 끌어당기는 힘(인력)이 작용한다.

채점: 오른손 규칙(손가락=전류 방향, 엄지=N극)을 근거로 왼쪽 끝이 S극이라고 씀(3점) / 서로 끌어당기는 힘이 작용한다고 씀(2점) / 까닭: 서로 다른 극(S극과 N극)이 마주 보기 때문이라고 설명함(3점) · 불인정: 왼쪽 끝을 N극이라고 쓴 답 · 같은 극이 마주 보아 밀어낸다고 쓴 답 · 극만 쓰고 힘의 종류를 안 쓴 답(5점 감점)

16 밀어내는 두 코일의 극 (서술형)

정답 (가)의 앞쪽 도선에 전류가 위로 흐르므로 오른손 규칙에 따라 엄지는 왼쪽을 가리켜 A가 N극, B가 S극이다. 두 코일이 밀어내려면 마주 보는 극이 같아야 하므로 (나)의 왼쪽 끝은 B와 같은 S극이고, 오른쪽 끝이 N극이다. 오른쪽 끝이 N극이 되려면 (나)의 앞쪽 도선에는 전류가 아래로 흘러야 하므로 a이다.

채점: A는 N극, B는 S극이라고 씀(오른손 규칙 근거)(4점) / 밀어내려면 마주 보는 극이 같아야 하므로 (나)의 왼쪽 끝이 S극이라고 추론함(4점) / (나)의 전류 방향은 a(아래)라고 씀(2점) · 불인정: A를 S극으로 쓴 답 · 밀어내는 힘을 다른 극이 마주 본 것으로 설명한 답 · 전류 방향만 쓰고 까닭이 없는 답(4점 감점)



17 코일이 받는 힘을 쓰는 장치

정답 ②

전동기는 자석 사이에서 코일이 받는 힘으로 회전하는 장치입니다(ㄱ·ㄷ). 전자석 기중기는 코일 자체가 자석이 되는 것을, 나침반은 영구 자석을 이용해요.

18 자석 앞 코일의 움직임

정답 ①

앞쪽 도선의 전류가 아래로 흐르면 오른손 규칙으로 코일의 오른쪽 끝이 N극이 됩니다. 자석의 N극과 N극끼리 마주 보므로 서로 밀어냅니다(①). 코일은 전류가 흐르는 동안만 자석이고(④ X), 전류의 방향을 바꾸면 극이 바뀌어 힘의 방향도 반대가 됩니다(⑤ X).

19 그네 코일 실험 장치

정답 ②

코일이 받는 힘은 전류가 흐를 때만 생기므로 전류를 끊으면 힘이 사라져 코일은 제자리로 돌아옵니다(② X). 스위치를 닫으면 힘을 받아 움직이고(③ ○), 전류의 방향이나 자석의 극 하나만 바꾸면 힘의 방향이 반대가 되며(④·⑤ ○), 둘 다 바꾸면 원래 방향으로 돌아옵니다(① ○).

20 실험 기록 — 힘의 방향

정답 ②

실험 1에서 전류만 반대로 한 실험 2, 자석만 반대로 한 실험 3에서는 힘의 방향이 반대(끌러옴)가 됩니다(ㄱ·ㄴ). 실험 4는 둘 다 반대라 다시 밀려나지만, 전류 방향이 실험 1과 다르므로 코일 끝의 극은 반대입니다(ㄷ X) — 극도 반대, 마주 보는 자석 극도 반대라서 결과가 같은 것이죠.

21 코일이 받는 힘의 방향 바꾸기

정답 ④

힘의 방향은 전류의 방향이나 자석의 극 중 하나를 바꾸면 반대가 됩니다(ㄴ·ㄷ). 전압을 높이면 힘이 세질 뿐이고(ㄱ X), 둘 다 바꾸면 원래 방향이 됩니다(ㄹ X).

22 고정 자석과 코일 사이의 힘

정답 ③

앞쪽 전류가 아래 → 오른쪽 끝 N극, 왼쪽 끝 S극(② X). 왼쪽의 자석 N극과 마주 보므로 끌려갑니다(③ ○). 전류를 반대로 하면 극이 바뀌어 밀려나고(⑤ X), 전류가 세지면 힘도 커지며(① X), 전류가 흐르지 않으면 코일은 자석이 아니므로 끌려가지 않습니다(④ X).

23 스피커의 원리

정답 ②

스피커는 자석 옆의 코일에 변하는 전류를 흘려, 변하는 힘으로 진동판을 앞뒤로 떨게 해 소리를 냅니다. 회전시키는 장치는 전동기에요(ㄷ X).

24 전동기를 더 빠르게

정답 ④

코일이 받는 힘은 전류가 셀수록, 자석이 셀수록 커집니다. 극을 바꾸면 반대 방향으로 돌 뿐이고, 자석이 없으면 힘 자체가 생기지 않아요.

25 전동기의 작동 원리

정답 ⑤

전동기는 전류가 흐르는 동안 코일이 자석과 밀고 당기며 돕니다. 전류를 끊으면 힘이 사라져 멈추게 됩니다(⑤ X).



26 드론의 전동기

정답 ②

전동기는 자석과 코일이 함께 있어야 힘이 생깁니다(ㄱ ○, ㄴ X).
전류가 약해지면 힘이 작아져 느려집니다(ㄷ).

27 코일의 극·힘·나침반 종합

정답 ②

앞쪽 전류가 위이면 왼쪽 끝이 N극(ㄱ), 오른쪽 끝은 S극이므로 오른쪽
나침반의 N극은 코일 쪽(S극)을 향합니다(ㄴ). 전류를 끊으면 극이
사라집니다(ㄷ X).

28 손바닥 규칙으로 힘의 방향

정답 ①

오른손을 펴서 엄지손가락을 전류의 방향(○, 보는 사람 쪽), 네
손가락을 자기장의 방향(N극 → S극, 오른쪽)으로 향하게 하면
손바닥이 위쪽을 향합니다. 그래서 도선은 위쪽으로 힘을 받아요(①).
도선은 자석 쪽(③·④)으로 끌리는 것이 아니라 전류와 자기장에 모두
수직인 방향으로 힘을 받고, 자기장 속에서 전류가 흐르면 힘을
받으므로 ⑤도 틀립니다. ②는 손바닥이 향하는 쪽을 거꾸로 본
것이네요.

29 전동기 코일 두 변이 받는 힘

정답 ③

A는 엄지손가락(전류)을 보는 사람 쪽, 네 손가락(자기장)을 오른쪽
(N극 → S극)으로 두면 손바닥이 위쪽을 향하므로 위로 힘을 받습니다
(ㄱ). B는 전류가 반대라서 아래로 힘을 받아요(ㄴ). 두 변이 반대
방향의 힘을 받으니 코일이 돕니다. 전류의 방향과 자석의 극을 모두
바꾸면 힘의 방향은 그대로라서 회전하는 방향도 그대로예요(ㄷ X).

30 코일이 받는 힘의 방향 (서술형)

정답 앞쪽 도선의 전류가 아래로 흐르므로 오른손 규칙에 따라
코일의 오른쪽 끝이 N극, 왼쪽 끝이 S극이다. 왼쪽 끝의 S극이
자석의 N극과 마주 보므로 코일은 자석 쪽(왼쪽)으로 끌려가는
힘을 받는다. 힘의 방향을 반대로 하려면 전류의 방향을 반대로
하거나(코일의 극이 바뀜), 자석을 돌려 S극이 코일을 마주 보게
하면 된다.

채점: 코일의 왼쪽 끝이 S극(오른쪽 N극)임을 오른손 규칙으로 밝힘
(2점) / S극과 자석의 N극이 마주 보아 왼쪽(자석 쪽)으로 끌려간다고
서술함(3점) / 전류의 방향을 반대로 한다 + 자석의 극을 바꾼다, 두
가지를 모두 씀(3점) · 불인정: 밀려난다고 쓴 답 · 전압을 높인다·
코일을 더 감는다는 방향 바꾸는 방법으로 쓴 답(세기만 변함) · 방법을
한 가지만 쓴 답(2점 감점)

31 전동기를 빠르게 하는 방법 (서술형)

정답 코일에 흐르는 전류를 세게 하거나(전지를 직렬로 더 연결), 더
센 자석을 쓴다. 자기장 안에서 코일이 받는 자기력은 전류가
셀수록, 자석의 자기장이 셀수록 커지므로 힘이 커져 코일이 더
빠르게 회전한다.

채점: 전류를 세게 한다(전지 추가 등)를 씀(2점) / 더 센 자석을 쓴다
(자기장을 세게 한다)를 씀(2점) / 전류가 셀수록·자석이 셀수록 코일이
받는 자기력이 커져 빨리 돈다고 설명함(6점) · 불인정: 전지의 극을
바꾼다는 빠르게 하는 방법으로 쓴 답(방향만 바뀜) · 자석을 빼면
빨라진다고 쓴 답