

연세대학교 논술시험

자연계열 · 물리

문제 · 예시답안

시험 구분
전형
문항 수
제시문
핵심 개념

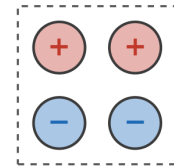
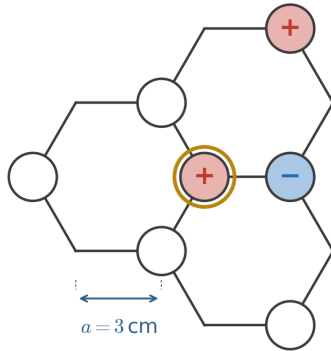
논술시험 (자연계열 · 물리)
2023학년도 수시모집
4문항 (각 10점)
[가] ~ [라] 4개
쿨롱 법칙과 정전기력의 벡터 합성, 포물선 운동과 명중 조건,
전자기 유도와 유도 전류의 부호, 저항의 직렬·병렬 합성

I. 문제

문제 1 정전기력 — 알짜힘이 최대·최소가 되는 전하 배치

10점

[가] [그림 1]과 같이 3개의 정육각형으로 구성된 틀이 있다. 이 틀의 일부 꼭짓점에 전하가 들어갈 수 있는 위치 7개가 동그라미로 표현되어 있다. 양(+)의 전하 두 개와 음(-)의 전하 한 개는 그림과 같이 미리 배치되어 있고, 나머지 4개의 동그라미에는 점선 사각형 안의 양(+)의 전하 2개와 음(-)의 전하 2개를 배치할 수 있다. 모든 전하는 동그라미 위치에서 고정되어 움직이지 않으며, 각 전하의 전하량의 크기는 Q 로 동일하다.



배치할 전하 (양 2개, 음 2개)

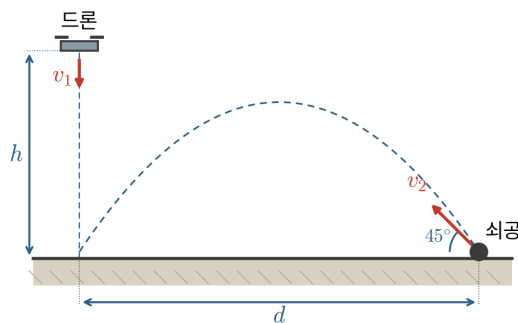
[그림 1] 정육각형 3개로 이루어진 틀과 미리 배치된 전하

제시문 [가]에서 정육각형의 한 변의 길이 a 는 3 cm이고, 각 전하의 전하량의 크기 Q 는 10^{-6} C일 때, 가운데 지점에 위치한 양(+)의 전하가 다른 전하들로부터 받는 알짜힘의 크기가 최대가 되도록 하는 전하 배치와 최소가 되도록 하는 전하 배치를 각각 그리고, 각 경우 알짜힘의 크기를 구하시오. 단, 전하의 크기는 무시할 정도로 작다고 가정하고, 쿨롱 상수 k 는 $9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ 으로 계산한다.

문제 2 포물선 운동 — 명중까지 걸린 시간과 발사 운동 에너지

10점

[나] [그림 2]와 같이 지면으로부터의 높이가 h 인 지점에서 드론이 연직 아래 방향으로 v_1 의 초기 속도로 낙하하기 시작하였다. 낙하하는 동안 드론은 연직 아래 방향으로 $0.8g$ 의 일정한 가속도로 운동한다. 드론이 낙하하기 시작하는 시점에 드론의 낙하지점으로부터 수평 방향으로 d 만큼 떨어진 지점에서 질량이 m 인 쇠공을 발사하였다. 쇠공의 초기 속도는 v_2 , 발사 방향이 지면과 이루는 각도는 45° 이다. 발사된 쇠공은 포물선 운동하여 발사 시점으로부터 시간 t 가 지났을 때 드론 낙하지점의 수직 선상에서 드론에 명중하였다.



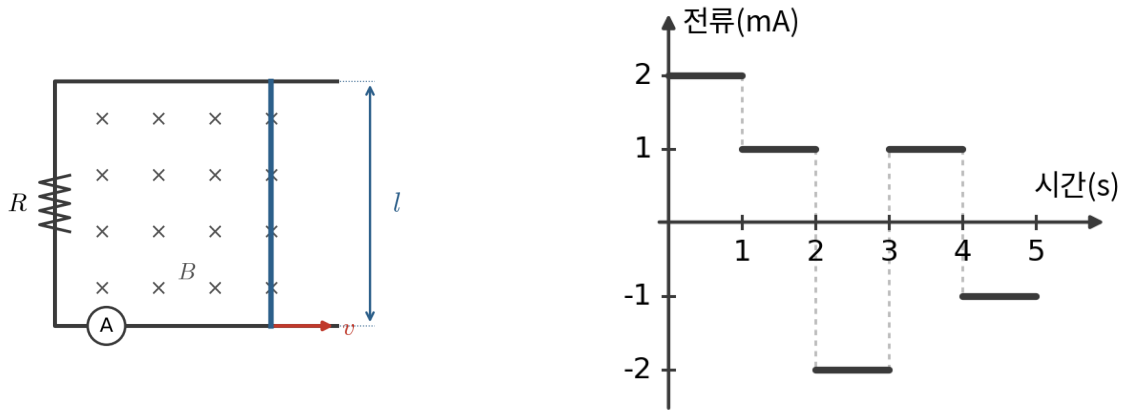
[그림 2] 연직 낙하하는 드론과 45° 로 발사되는 쇠공

제시문 [나]에서 드론의 초기 속도 v_1 이 10 m/s, 지면으로부터의 드론의 높이 h 가 1089 m, 드론과 쇠공 사이의 수평 거리 d 가 1100 m, 쇠공의 질량 m 이 0.9 kg일 때, 쇠공의 발사 시점으로부터 드론에 명중하는 데까지 걸린 시간 t 를 구하고, 발사 시점에서 쇠공의 운동 에너지를 계산하시오. 단, 쇠공과 드론의 크기 및 공기 저항은 무시하고, 중력가속도 g 는 10 m/s^2 으로 계산한다.

문제 3 전자기 유도 — 도체 막대의 위치와 이동 거리

10점

[다] [그림 3]과 같이 세로 폭이 l 인 ㄷ자 모양의 도선에 저항 R 과 전류계가 연결되어 있다. 그 안에는 종이 면에 수직으로 들어가는 방향으로 균일한 자기장 B 가 걸려 있다. 도선 위에 그림과 같이 도체 막대를 두고 가로 방향으로 속도 v 로 움직이며 시간에 따른 전류를 측정하여 [그림 3] 오른쪽 그래프와 같은 결과를 얻었다.



[그림 3] ㄷ자 도선 위를 움직이는 도체 막대

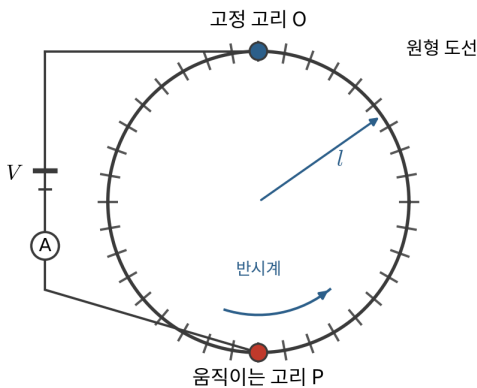
측정된 전류-시간 그래프

제시문 [다]에서 ㄷ자 도선의 폭 l 이 0.5 m, 저항 R 이 10 Ω , 자기장의 세기 B 가 0.4 T일 때, [그림 3]의 그래프를 바탕으로 5초가 되었을 때 도체 막대의 위치를 초기 위치 기준으로 구하고, 5초 동안의 이동 거리를 계산하시오. 단, 반시계 방향의 전류는 양(+)의 부호로 하고, R 을 제외한 도선과 막대의 저항은 무시한다.

문제 4 저항의 병렬 연결 — 연결 고리 P의 평균 속도

10점

[라] [그림 4]와 같이 동일한 저항 36개가 등간격으로 설치된 원형 도선이 있다. 원형 도선의 반지름은 l 이고, 각 저항의 크기는 R 이다. 직류 전원 장치와 전류계가 연결된 도선의 한쪽 연결 고리 O를 원형 도선에 고정하였다. 다른 한쪽 연결 고리 P는 원형 도선의 한 지점에서 출발하여 O에 도달하기 전까지 원형 도선을 따라 반시계 방향으로 등속 원운동 한다. 고정된 연결 고리 O와 움직이는 연결 고리 P는 이웃한 두 저항의 가운데 지점에 있다. 이 상황에서 도선에 일정한 전압 V 를 걸어 초기 전류값 I_0 를 기록하였다. P는 등속 원운동 시작 후 2초가 지났을 때 다른 이웃한 두 저항의 가운데 지점에 도달하고, 그 순간 전류값 I_2 를 기록하였다.



제시문 [라]에서 원형 도선의 반지름 l 이 $6/\pi$ m, 각 저항의 저항값 R 이 $1/6 \Omega$, 도선에 걸린 전압 V 가 5 V, 처음 측정한 전류값 I_0 가 6 A, 2초에 측정한 전류값 I_2 가 $10/3$ A일 때, 2초 동안 운동한 연결 고리 P의 평균 속력을 구하시오. 단, 주어진 36개의 저항 외에 모든 도선의 저항은 무시한다.

[그림 4] 저항 36개가 등간격으로 놓인 원형 도선과 고리 O-P

II. 예시답안

문제 1 정전기력 — 알짜힘이 최대·최소가 되는 전하 배치

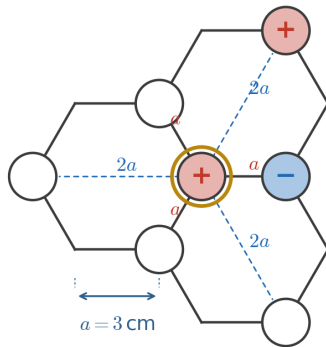
쿨롱 법칙 · 힘의 벡터 합성

최댓값 $F_{\max} = 25 \text{ N}$, 최솟값 $F_{\min} = 0$

① 두 종류의 거리. 가운데 양전하가 놓인 점 O는 정육각형 3개가 함께 만나는 꼭짓점이다. 따라서 O에서 뻗어 나가는 변이 3개 있고 그 끝의 꼭짓점은 O로부터 한 변의 길이 a 만큼 떨어져 있다. 한편 각 정육각형에서 O와 마주 보는 꼭짓점은 정육각형의 긴 대각선의 반대쪽 끝이므로 O로부터 $2a$ 떨어져 있다. O를 원점, 오른쪽을 0° , 반시계 방향을 양의 각으로 잡으면

- 거리 a 인 자리 3곳 — 0° (오른쪽), 120° (왼쪽 위), 240° (왼쪽 아래)
- 거리 $2a$ 인 자리 3곳 — 60° (오른쪽 위), 180° (왼쪽), 300° (오른쪽 아래)

이며, 미리 배치된 전하는 0° 자리의 음전하와 60° 자리의 양전하이다. 남은 4자리($120^\circ, 240^\circ, 180^\circ, 300^\circ$)에 양 2개·음 2개를 넣는다.



O에서 본 여섯 자리의 거리 — 근접 3자리는 a , 원거리 3자리는 $2a$

② 힘의 크기는 두 값뿐. 쿨롱 법칙 $F = kQ^2/r^2$ 에서

$$F_a = \frac{kQ^2}{a^2} = \frac{(9 \times 10^9)(10^{-6})^2}{(0.03)^2} = \frac{9 \times 10^{-3}}{9 \times 10^{-4}} = 10 \text{ N},$$

$$F_{2a} = \frac{kQ^2}{(2a)^2} = \frac{F_a}{4} = 2.5 \text{ N}.$$

즉 O가 받는 여섯 개의 힘은 크기가 10 N인 것 3개와 2.5 N인 것 3개뿐이고, 각 힘의 방향은 그 자리의 전하 부호에 따라 정확히 반대로 뒤집힐 뿐이다. 자리의 방향을 θ 라 하면

- 그 자리가 양전하 → 척력 → O가 받는 힘의 방향은 $\theta + 180^\circ$
- 그 자리가 음전하 → 인력 → O가 받는 힘의 방향은 θ

미리 배치된 두 전하가 주는 힘은 0° 자리의 음전하로부터 10 N (0° 방향), 60° 자리의 양전하로부터 2.5 N (240° 방향)으로 고정되어 있다.

③ 세 벡터의 합은 0 아니면 $2F$. 크기가 같은 세 힘 F 의 방향이 서로 120° 씩 벌어져 있으면 합은 정확히 0 이고, 세 방향이 $\theta, \theta \pm 60^\circ$ 처럼 모여 있으면

$$|\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3| = F(1 + 2 \cos 60^\circ) = 2F \quad (\text{방향은 가운데인 } \theta)$$

가 된다. 그런데 거리 a 인 세 힘의 방향은 각각 $\{0^\circ, 180^\circ\}, \{120^\circ, 300^\circ\}, \{240^\circ, 60^\circ\}$ 중 하나이므로, 어떻게 고르더라도 위의 두 경우 중 하나가 된다. 거리 $2a$ 인 세 힘도 마찬가지다. 따라서

$$\vec{F}_{\text{근접}} = \vec{0} \text{ 또는 크기 } 2F_a = 20 \text{ N}, \quad \vec{F}_{\text{원거리}} = \vec{0} \text{ 또는 크기 } 2F_{2a} = 5 \text{ N}$$

이고, 알짜힘은 이 두 벡터의 합이다. 그러므로 두 벡터가 모두 최대 크기이면서 방향이 같을 때 최대, 두 벡터가 모두 0 일 때 최소가 된다.

④ **최대 배치.** 0° 방향 힘이 고정되어 있으므로 근접 3힘이 한 방향으로 모이는 경우는 중심 방향이 $0^\circ, 60^\circ, 300^\circ$ 인 세 가지이고, 240° 방향 힘이 고정된 원거리 3힘은 중심 방향이 $180^\circ, 240^\circ, 300^\circ$ 인 세 가지이다. 두 중심 방향이 일치하는 것은 300° 뿐이며, 이때 필요한 부호는

- 근접: 120° 자리 = 양 (힘 300°), 240° 자리 = 음 (힘 240°)
- 원거리: 180° 자리 = 양 (힘 0°), 300° 자리 = 음 (힘 300°)

로 양 2개·음 2개라는 조건을 정확히 만족한다. 성분으로 확인하면

$$F_x = 10 \cos 0^\circ + 10 \cos 300^\circ + 10 \cos 240^\circ + 2.5(\cos 240^\circ + \cos 300^\circ + \cos 0^\circ) = 12.5 \text{ N},$$

$$F_y = 10 \sin 0^\circ + 10 \sin 300^\circ + 10 \sin 240^\circ + 2.5(\sin 240^\circ + \sin 300^\circ + \sin 0^\circ) = -12.5\sqrt{3} \text{ N}$$

이므로

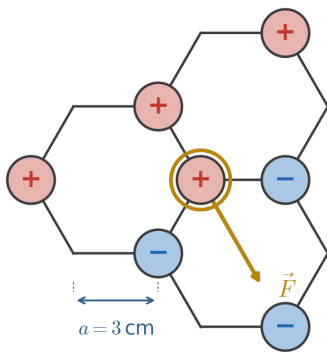
$$F_{\max} = \sqrt{(12.5)^2 + (12.5\sqrt{3})^2} = 12.5 \times 2 = 25 \text{ N}$$

방향은 x 축에서 시계 방향으로 60° (오른쪽 아래).

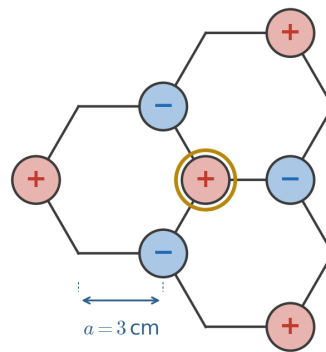
⑤ **최소 배치.** 근접 3힘이 서로 120° 씩 벌어지려면 방향이 $0^\circ, 120^\circ, 240^\circ$ 이어야 하므로 $120^\circ \cdot 240^\circ$ 두 자리는 모두 **음전하**(인력)여야 한다. 원거리 3힘도 서로 120° 씩 벌어지려면 방향이 $240^\circ, 0^\circ, 120^\circ$ 이어야 하므로 $180^\circ \cdot 300^\circ$ 두 자리는 모두 **양전하**(척력)여야 한다. 이 역시 양 2개·음 2개 조건을 만족하며

$$F_{\min} = |\vec{0} + \vec{0}| = 0 \text{ N}$$

⑥ **그 밖의 배치.** 남은 네 가지 배치에서는 두 합벡터의 방향이 어긋나 $\sqrt{20^2 + 5^2 + 2 \cdot 20 \cdot 5 \cos 120^\circ} = 5\sqrt{13} \approx 18.0 \text{ N}$ 이 되어, 항상 최댓값과 최솟값 사이에 놓인다. 알짜힘이 취할 수 있는 값은 $25 \text{ N}, 5\sqrt{13} \text{ N}, 0$ 세 가지뿐이다.

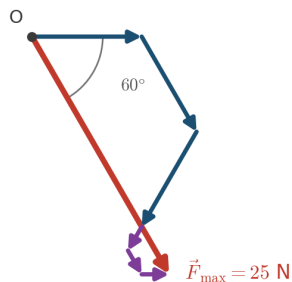


(가) 알짜힘이 최대인 배치 — $F_{\max} = 25 \text{ N}$

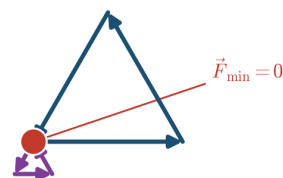


(나) 알짜힘이 최소인 배치 — $F_{\min} = 0$

최대 배치 — 힘의 다각형이 열려 있다 (합 = 25 N)



최소 배치 — 다각형이 닫힌다 (합 = 0)



— 근접 전하 3개 (거리 a · 각 10 N) — 원거리 전하 3개 (거리 $2a$ · 각 2.5 N) — 알짜힘

여섯 힘을 머리-꼬리로 이어 붙인 힘의 다각형. 최소 배치에서는 다각형이 닫혀 알짜힘이 0 이 된다.

문제 2 포물선 운동 — 명중까지 걸린 시간과 발사 운동 에너지

포물선 운동 · 등가속도 운동

$$t = 11 \text{ s}, E_k = 9000 \text{ J}$$

① **좌표와 운동 방정식.** 지면을 $y = 0$, 연직 위를 $+y$, 드론의 낙하 지점을 지나는 연직선을 기준선으로 잡는다. 드론은 처음 높이 $h = 1089 \text{ m}$ 에서 아래로 $v_1 = 10 \text{ m/s}$ 로 출발해 아래로 $0.8g = 8 \text{ m/s}^2$ 의 등가속도 운동을 하므로

$$y_{\text{드론}}(t) = 1089 - 10t - \frac{1}{2}(8)t^2 = 1089 - 10t - 4t^2.$$

쇠공은 지면에서 45° 로 속력 v_2 로 발사되므로 수평·연직 속도 성분이 $v_2 \cos 45^\circ$ 와 $v_2 \sin 45^\circ$ 로 서로 같다. 이 공통값을 u 라 두면

$$x_{\text{쇠공}}(t) = ut, \quad y_{\text{쇠공}}(t) = ut - \frac{1}{2}(10)t^2 = ut - 5t^2.$$

② **수평 조건으로 u 를 소거한다.** 쇠공은 드론 낙하 지점의 연직선 위에서 명중했으므로, 명중 시각 t 에서 수평 이동 거리가 d 와 같다.

$$ut = d = 1100 \Rightarrow y_{\text{쇠공}}(t) = 1100 - 5t^2.$$

45° 발사의 핵심은 여기에 있다. 연직 성분과 수평 성분이 같으므로 ut 를 그대로 1100으로 바꿔 쓸 수 있고, 미지수 두 개(t, v_2) 가운데 v_2 가 먼저 사라진다.

③ **명중 조건.** 같은 시각에 두 물체의 높이가 같아야 하므로

$$1100 - 5t^2 = 1089 - 10t - 4t^2 \Rightarrow t^2 - 10t - 11 = 0, \\ (t - 11)(t + 1) = 0 \Rightarrow t = 11 \text{ s} \quad (t > 0).$$

④ **발사 속력과 운동 에너지.** $ut = 1100$ 에 $t = 11$ 을 넣으면 $u = 100 \text{ m/s}$ 이고, $u = v_2 \cos 45^\circ = v_2/\sqrt{2}$ 이므로

$$v_2 = 100\sqrt{2} \approx 141.4 \text{ m/s}, \quad E_k = \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}(0.9)(100\sqrt{2})^2 = \frac{1}{2}(0.9)(2 \times 10^4).$$

$$t = 11 \text{ s}, \quad v_2 = 100\sqrt{2} \text{ m/s}, \quad E_k = 9000 \text{ J}$$

⑤ **물리적 의미.** 명중 지점의 높이는 $y = 1100 - 5(11)^2 = 495 \text{ m}$ 이고 드론 쪽으로 계산해도 $1089 - 110 - 484 = 495 \text{ m}$ 로 같다. 쇠공이 최고점에 이르는 시각은 $u/g = 10 \text{ s}$ 이므로 명중 순간 쇠공은 이미 내려오는 중이며, 이는 [그림 2]의 궤적과 일치한다.

드론의 가속도가 g 가 아니라 $0.8g$ 라는 점이 결정적이다. 만약 드론이 자유낙하($a = g$)했다면 두 물체의 t^2 항이 서로 지워져 명중 조건이 $1100 = 1089 - 10t$, 즉 $t = -1.1 \text{ s}$ 가 되어 **명중이 불가능**하다. 드론이 자유낙하보다 느리게 내려오기 때문에 뒤늦게 도착한 쇠공이 드론을 따라잡을 수 있는 것이다.

문제 3 전자기 유도 — 도체 막대의 위치와 이동 거리

패러데이 법칙 · 렌츠 법칙

5초일 때 막대는 초기 위치에서 $+v$ 방향(오른쪽)으로 0.05 m 지점, 5초 동안의 이동 거리 = 0.35 m

① **전류를 속도로 바꾸는 환산식.** 길이 l 인 도체 막대가 자기장 B 에 수직으로 속력 v 로 움직이면 유도 기전력은 $\varepsilon = Blv$ 이고, 회로의 저항은 R 뿐이므로

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{Blv}{R} \Rightarrow v = \frac{IR}{Bl} = \frac{I \times 10}{0.4 \times 0.5} = 50I.$$

전류가 $I = 1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}$ 이면 $v = 0.05 \text{ m/s}$ 이다. 즉 **그래프의 세로 눈금 1 mA가 곧 속력 0.05 m/s**에 대응한다.

② **부호의 뜻.** 자기장은 종이 면으로 들어가는 방향이다. 막대가 오른쪽으로 가면 회로가 감싸는 넓이가 커져 들어가는 자속이 증가하므로, 렌츠 법칙에 따라 유도 전류는 이를 방해하는 방향 — 종이 면에서 나오는 자기장을 만드는 방향, 곧 **반시계 방향**으로 흐른다. 문제에서 반시계 방향을 양(+)으로 잡았으므로

- $I > 0 \rightarrow$ 막대가 오른쪽(+)으로 이동
- $I < 0 \rightarrow$ 막대가 왼쪽(-)으로 이동

즉 전류의 부호가 그대로 속도의 부호이며, 전류의 크기가 속력에 비례한다.

③ **구간별 속도와 변위.** 그래프에서 전류는 1초마다 일정한 값을 유지하므로 각 구간에서 막대는 등속으로 움직이고, 변위는 (속도)×(1초)이다.

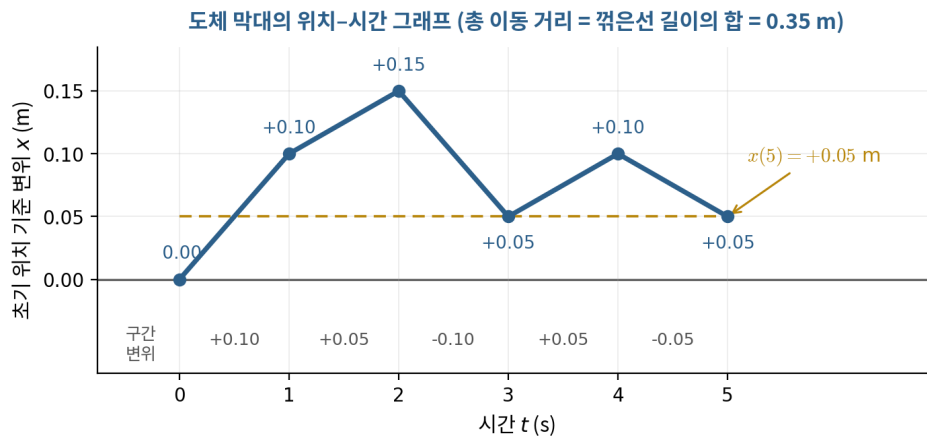
시간 구간 (s)	0 ~ 1	1 ~ 2	2 ~ 3	3 ~ 4	4 ~ 5
전류 I (mA)	+2	+1	-2	+1	-1
속도 $v = 50I$ (m/s)	+0.10	+0.05	-0.10	+0.05	-0.05
구간 변위 (m)	+0.10	+0.05	-0.10	+0.05	-0.05

④ **위치와 이동 거리.** 위치는 변위를 그대로 더하고(부호 포함), 이동 거리는 각 구간에서 실제로 지나간 길이를 더한다(절댓값의 합).

$$x(5) = 0.10 + 0.05 - 0.10 + 0.05 - 0.05 = +0.05 \text{ m},$$

$$s = |\{+0.10\}| + |\{+0.05\}| + |\{-0.10\}| + |\{+0.05\}| + |\{-0.05\}| = 0.35 \text{ m}.$$

$$x(5) = +0.05 \text{ m} \quad (\text{초기 위치에서 오른쪽으로 } 0.05 \text{ m}), \quad s = 0.35 \text{ m}$$



막대의 위치-시간 그래프. 변위는 부호를 살린 합, 이동 거리는 각 구간 길이의 합이다.

⑤ **물리적 의미.** 변위는 전류-시간 그래프의 (부호를 살린) 넓이에 50 을 곱한 값이고, 이동 거리는 $|I|$ 그래프의 넓이에 50 을 곱한 값이다. 막대는 $t = 2$ s에서 가장 멀리(+0.15 m) 갔다가 방향을 두 번 바꾸며 되돌아오므로, 이동 거리 0.35 m가 변위 0.05 m보다 훨씬 크다.

문제 4 저항의 병렬 연결 — 연결 고리 P의 평균 속력

저항의 직렬·병렬 합성 · 등속 원운동

평균 속력 = 2 m/s

① **회로의 구조.** 전원에서 나온 전류는 고리 O에서 원형 도선으로 들어가 두 갈래 호로 나뉘었다가 고리 P에서 다시 합쳐진다. 즉 두 호가 병렬로 연결된 회로이다. O와 P가 모두 이웃한 두 저항의 한가운데에 있으므로 어느 호에도 저항이 잘려 들어가지 않고, 한쪽 호에 n 개가 있으면 다른 쪽 호에는 $36 - n$ 개가 있다.

② **전류를 n 의 식으로.** 각 호는 저항의 직렬 연결이므로 nR 와 $(36 - n)R$ 이고, 이 둘의 병렬 합성은

$$R_p = \frac{nR \cdot (36 - n)R}{nR + (36 - n)R} = \frac{n(36 - n)}{36} R.$$

따라서 전류는

$$I = \frac{V}{R_p} = \frac{36V}{n(36 - n)R} = \frac{36 \times 5}{n(36 - n) \times 1/6} = \frac{1080}{n(36 - n)} \quad (\text{단위: A}).$$

③ **처음과 2초 뒤의 분할.** 기록된 두 전류값을 대입한다.

$$I_0 = 6 : n(36 - n) = \frac{1080}{6} = 180 \Rightarrow n^2 - 36n + 180 = 0 \Rightarrow n = 6 \text{ 또는 } 30,$$

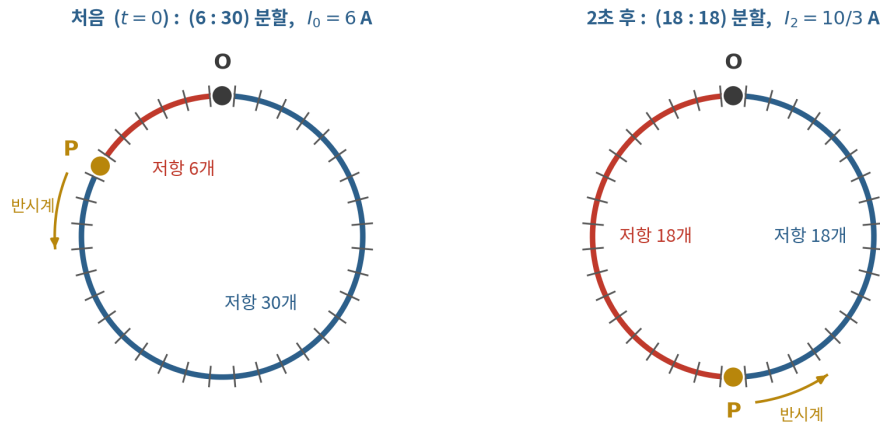
$$I_2 = \frac{10}{3} : n(36 - n) = 1080 \cdot \frac{3}{10} = 324 \Rightarrow (n - 18)^2 = 0 \Rightarrow n = 18.$$

2초 뒤의 해가 중근 $n = 18$ 이라는 것은 P가 O의 정반대편(지름의 끝)에 왔다는 뜻이다. 이때 $n(36 - n)$ 이 최대이므로 병렬 합성 저항 R_p 도 최대가 되고 전류는 최소가 된다. 실제로 $10/3 < 6$ 으로 전류가 줄었다.

④ **이동한 칸수의 결정.** O에서 반시계 방향으로 세었을 때 P까지의 저항 개수를 n 이라 하자. P가 반시계 방향으로 한 칸 갈 때마다 n 은 1씩 늘어나고, $n = 36$ 이 되는 순간 P는 O에 도달한다.

- $n = 6$ 에서 출발한 경우: 반시계로 12칸 가면 $n = 18$ 이 되고, O에는 아직 닿지 않는다. → **조건을 만족**
- $n = 30$ 에서 출발한 경우: 반시계로는 6칸만 가면 $n = 36$ 으로 O에 도달해 버리므로 $n = 18$ 에 이를 수 없다. → 제외

따라서 P는 2초 동안 반시계 방향으로 저항 12칸만큼 이동했다.



저항 분할이 (6 : 30) 에서 (18 : 18) 로 바뀐다 — P가 반시계 방향으로 12칸 이동

⑤ **이동 거리와 평균 속도.** 원둘레와 저항 한 칸의 호 길이는

$$2\pi l = 2\pi \cdot \frac{6}{\pi} = 12 \text{ m}, \quad \frac{2\pi l}{36} = \frac{12}{36} = \frac{1}{3} \text{ m}$$

이므로 12칸의 호 길이, 곧 이동 거리는

$$s = 12 \times \frac{1}{3} = 4 \text{ m} \quad (= \text{중심각 } 12 \times 10^\circ = 120^\circ, \text{ 즉 원둘레의 } 1/3).$$

2초 동안 이만큼 이동했으므로

$$\bar{v} = \frac{s}{\Delta t} = \frac{4}{2} = 2 \text{ m/s}$$

⑥ **물리적 의미.** P는 등속 원운동을 하므로 평균 속력과 순간 속력이 같다. 각속도는 $\omega = \bar{v}/l = 2/(6/\pi) = \pi/3 \text{ rad/s}$ 이고 주기는 $T = 2\pi/\omega = 6 \text{ s}$ 이므로, 2초는 정확히 주기의 $1/3$ 이며 이는 위에서 구한 중심각 120° 와 일치한다.