KAIST형 모의 면접·구술고사

물리학

PHYSICS

힘의 순서와 통과 시간 · 전기장에 의한 간격 압축

※ 면접위원(감독관)의 “시작” 신호가 있기 전에는 절대로 문제지를 펼치지 마십시오. ※

수험번호		**성 명**	
모집단위		**고사실**	
입실 시각	시 분	**감독관 확인**	(서명)

■ 시험 구성

문항	주제	준비·답변	배점
문제 1	같은 일을 받아도 달라지는 통과 시간	10분 · 8분	5점
문제 2	두 전자의 간격을 좁히는 전기장 영역	10분 · 8분	5점
계	출제 범위: 물리학 Ⅰ · 물리학 Ⅱ	준비 20분 · 답변 문항당 8분 내외	**10점**

■ 수험생 유의사항

1. 휴대전화·스마트워치 등 모든 전자기기는 전원을 끈 뒤 감독관에게 제출하십시오. 소지 사실이 확인되면 **부정행위**로 간주되어 해당 전형 지원이 무효 처리됩니다.
2. 문제지는 표지 포함 총 **3쪽**입니다. “시작” 신호 후 쪽수와 인쇄 상태를 먼저 확인하고, 이상이 있으면 즉시 손을 들어 알리십시오.
3. 준비 시간(20분) 동안 문제지 여백과 배부된 메모지에 풀이를 정리할 수 있습니다. 계산기·참고 서적·본인 필기구 이외의 물품은 사용할 수 없습니다.
4. 면접실에서는 문제지와 메모지를 지참하고, 면접위원의 질문 순서에 따라 **근거를 들어 구술**로 답하십시오. 최종 결과만 말하는 답변은 배점의 일부만 인정됩니다.
5. 면접위원은 답변 도중 추가 질문을 할 수 있으며, 이는 감점 요소가 아니라 평가 절차의 일부입니다.
6. 문제지·메모지는 면접 종료 후 **전량 회수**됩니다. 문항 내용을 기록·촬영·유출하는 행위는 부정행위로 처리됩니다.
7. 문항에 이상이 있다고 판단되더라도 임의로 조건을 바꾸지 말고, 본인이 세운 가정을 명확히 밝힌 뒤 답하십시오.
8. 면접 종료 신호 후에는 답변을 계속할 수 없습니다. 시간 배분에 유의하십시오.

문항 코드 KAIST형 · PHYSICS-17 **제작** 2026. 9. **봉인 상태 확인** 개봉 흔적이 있으면 배부 전 감독관에게 알리십시오.

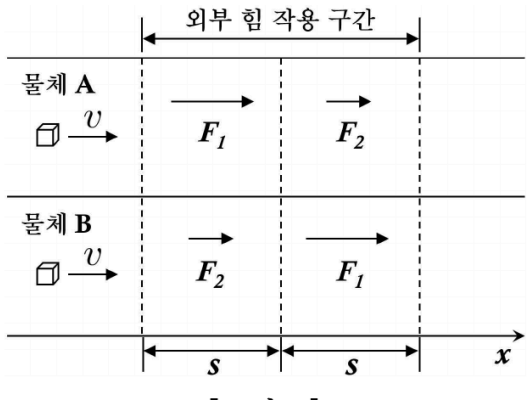
본 문항은 KAIST 면접 및 구술고사 공개 문항 형식에 맞추어 자체 제작한 **비공식 창작 모의문항**입니다. KAIST의 공식 또는 예상 문항이 아니며, 특정 대학의 실제 시험 문항을 옮긴 것이 아닙니다.

문제 1 같은 일을 받아도 달라지는 통과 시간

물리학 I · II | 일-운동 에너지 정리, 등가속도 운동, 속력과 소요 시간의 관계 | 준비 10분 · 답변 8분 | 5점

문항 및 제시문

[그림 1]과 같이 질량이 같은 물체 A, B가 같은 속력 v로 x축과 나란하게 운동하다가 외부 힘이 작용하는 구간에 동시에 들어간다. 이 구간은 길이가 각각 s인 두 칸으로 되어 있고, 각 칸에서는 $+x$ 방향의 일정한 힘이 작용한다. 두 힘의 크기는 $F_1 > F_2$이며, A는 앞 칸에서 F_1, 뒤 칸에서 F_2를 받고 B는 그 반대 순서로 받는다.



[그림 1] 두 칸으로 나뉜 힘 구간과 A, B가 받는 힘의 순서.

구간에 들어간 순간부터 빠져나올 때까지 걸린 시간을 각각 t_A, t_B라 한다. 물체의 크기와 마찰은 무시한다.

(1) 구간을 빠져나온 직후 A와 B의 속력을 비교하고, 그 근거를 밝히시오. **[1점]**

(2) 구간 안의 임의의 위치 $x (0 < x < 2s)$에서 A와 B의 속력의 제곱을 각각 구하고, 두 값의 차를 x의 식으로 나타내시오. 이로부터 t_A와 t_B의 대소 관계를 판정하시오. **[2점]**

(3) t_A와 t_B를 v, s, m, F_1, F_2로 각각 나타내시오. (질량은 m으로 둔다.) **[1점]**

(4) 구간을 N개의 칸으로 나누고 서로 다른 크기의 힘 $F_1, F_2, \ldots, F_N$을 각 칸에 하나씩 배치할 때, 통과 시간이 가장 짧아지는 배치를 제시하고 그 까닭을 밝히시오. **[1점]**

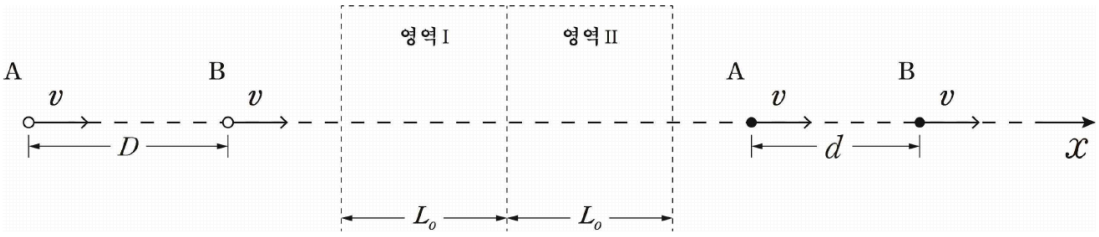
메모란 (풀이 정리용 · 채점 대상 아님)

문제 2 두 전자의 간격을 좁히는 전기장

물리학 II | 전기장 속 전하가 받는 힘, 등가속도 운동, 일-운동 에너지 정리, 시간과 간격의 관계 | 준비 10분 · 답변 8분 | 5점

문항 및 제시문

[그림 2]와 같이 질량 m, 전하량의 크기 e인 전자 A, B가 간격 D를 유지하며 속력 v로 $+x$ 방향으로 등속 운동한다(B가 앞). 두 전자는 x 방향 길이가 각각 L_o인 영역 I, II를 차례로 지난 뒤 간격 $d(d<D)$를 유지하며 다시 속력 v로 등속 운동한다. 각 영역에는 그 안에 전자가 있을 때에만 세기 E_o인 균일한 전기장이 $+x$ 또는 $-x$ 방향으로 걸리며, B가 II를 빠져나오기 전에는 A가 I에 들어가지 않는다.



[그림 2] 영역 I, II를 지나기 전과 뒤의 두 전자.

$E_o=\alpha\cdot mv^2/(eL_o)$로 두면 전자가 감속 구간에서 되돌아오지 않을 조건은 $\alpha<1/2$이다. 중력과 두 전자 사이의 전기력, 상대론적 효과는 무시한다. 필요하면 $\sqrt{2}=1.414$, $\sqrt{6}=2.449$를 쓰시오.

(1) 두 영역을 지난 뒤 속력이 처음과 같다는 조건에서 두 영역의 전기장 방향이 서로 반대여야 함을 보이시오. 또 $D>d$가 되려면 A와 B가 각각 어느 영역에서 가속·감속해야 하는지 판정하시오. **[2점]**

(2) A와 B가 각 영역을 지나는 데 걸리는 시간 $t_{A,\mathrm{I}}, t_{B,\mathrm{I}}$를 L_o, v, α로 나타내고 네 시간의 대소 관계를 밝히시오. **[1점]**

(3) $D-d$를 두 전자의 통과 시간의 차로 나타내고, $(D-d)/D$를 L_o, D, α의 식으로 구하시오. **[1점]**

(4) $\alpha=1/4$일 때 $(D-d)/D$의 최댓값을 소수점 둘째 자리까지 구하시오. **[1점]**

메모란 (풀이 정리용 · 채점 대상 아님)

면접위원용 자료

물리학 제 17 회 — 출제 의도 · 채점 기준 · 예시 답안

수험생에게 배부하지 마십시오. 이 부분은 문항정보(일반정보·출제 근거·문항 해설·채점 기준·예시 답안·추가 질문)를 담고 있으며, 면접 후 문항 검토와 피드백에 사용합니다.

[모의 면접 문항정보 — 물리학 제 17 회 · 문제 1]

1. 일반정보

유형	□ 논술고사 ■ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사
전형명	KAIST형 자체 제작 모의 면접
계열(과목) / 문항번호	물리학 / 문제 1
출제 범위 (과목명)	물리학 I , 물리학 II
핵심 개념 및 용어	일-운동 에너지 정리, v^2–x 그래프의 기울기 $2F/m$, 같은 거리에서 속력과 시간의 관계, 배치 순서와 최적화
예상 소요 시간	준비 10분 · 답변 8분

2. 출제 의도

· 1-(1) 전체 일이 같으면 최종 속력도 같다는 사실을 일-운동 에너지 정리로 즉시 끌어낼 수 있는지 평가한다.
· 1-(2) 시간을 직접 적분하지 않고 '모든 위치에서 더 빠르면 더 빨리 통과한다'는 비교 논법으로 결론에 이르는 사고를 평가한다. 이 문항의 핵심이다.
· 1-(3) 등가속도 운동의 시간 공식을 두 구간에 이어 붙여 닫힌 식을 세울 수 있는지 평가한다.
· 1-(4) 결과를 일반화하여 배치 순서의 최적화 문제로 확장할 수 있는지 평가한다.

3. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

문항	교육과정	학습내용 성취 기준
(1)(2)	물리학 I — 역학과 에너지	일과 운동 에너지의 관계를 이용하여 물체의 속력 변화를 설명할 수 있다.
(2)(3)	물리학 I — 역학과 에너지	등가속도 직선 운동의 식을 이용하여 속도와 시간을 구할 수 있다.
(4)	물리학 II — 역학적 상호작용	힘이 위치에 따라 달라지는 운동을 구간별로 분석할 수 있다.

나) 자료 출처

참고 자료	해당 내용
고등학교 물리학 I	역학과 에너지 — 일과 에너지, 등가속도 직선 운동
고등학교 물리학 II	역학적 상호작용 — 힘과 운동의 분석

4. 문항 해설

(1) 구간 전체에서 한 일은 두 경우 모두 $(F_1+F_2)s$로 같으므로 최종 운동 에너지가 같고 속력도 같다. (2) v^2–x 그래프는 기울기 $2F/m$인 꺾은선이다. 앞 칸에서 $v_A^2 - v_B^2 = 2(F_1-F_2)x/m > 0$, 뒤 칸에서 $2(F_1-F_2)(2s-x)/m > 0$이므로 끝점을 제외한 구간 전역에서 A가 더 빠르다. 같은 거리를 가는 동안 늘 더 빠르면 시간이 더 짧으므로 $t_A < t_B$이다. (3) 한 칸의 소요 시간은 $\left(\sqrt{v_0^2 + 2Fs/m} - v_0\right)m/F$ 꼴이다. 가속도 $a_1 = F_1/m$, $a_2 = F_2/m$, 중간 속력 $u_1 = \sqrt{v^2 + 2a_1 s}$, $w_1 = \sqrt{v^2 + 2a_2 s}$, 최종 속력 $u_2 = \sqrt{v^2 + 2(a_1+a_2)s}$로 두면 $t_A = (u_1 - v)/a_1 + (u_2 - u_1)/a_2$, $t_B = (w_1 - v)/a_2 + (u_2 - w_1)/a_1$이다. (4) 큰 힘을 앞에 두어 일찍 속력을 올릴수록 뒤 구간을 빠르게 지나므로, 힘을 **내림차순**으로 배치할 때 통과 시간이 가장 짧다.

5. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
(1)	전체 일이 $(F_1+F_2)s$로 같아 최종 속력이 같음을 밝힌 경우	1
(2)	두 칸에서 v^2의 식을 세우고 차가 $2(F_1-F_2)x/m$, $2(F_1-F_2)(2s-x)/m$임을 보인 경우 (1점) / 구간 전역에서 A가 빠르므로 $t_A<t_B$임을 논증한 경우 (1점)	2
(3)	t_A, t_B를 중간 속력과 가속도로 바르게 나타낸 경우	1
(4)	힘을 내림차순으로 배치해야 함을 제시하고 그 까닭을 설명한 경우	1

6. 예시 답안

(1) 빠져나온 직후의 속력

일-운동 에너지 정리에 따라 운동 에너지의 변화는 알짜힘이 한 일과 같다. 두 칸을 모두 지나는 동안 한 일은

$$W_A = F_1 s + F_2 s, \quad W_B = F_2 s + F_1 s$$

로 **순서에 관계없이 같다.** 처음 운동 에너지도 같으므로

답

$$\frac{1}{2}mv_f^2 = \frac{1}{2}mv^2 + (F_1+F_2)s$$

로 A와 B의 최종 속력은 정확히 같다.

(2) 구간 안에서의 속력 비교와 통과 시간

등가속도 운동에서 $v^2 = v_0^2 + 2ax$이므로 v^2은 이동 거리에 대해 기울기 $2F/m$인 일차함수다. 앞 칸($0 \le x \le s$)에서

$$v_A^2 = v^2 + \frac{2F_1 x}{m}, \quad v_B^2 = v^2 + \frac{2F_2 x}{m} \quad \Longrightarrow \quad v_A^2 - v_B^2 = \frac{2(F_1-F_2)}{m}x.$$

뒤 칸($s \le x \le 2s$)에서는

$$v_A^2 = v^2 + \frac{2F_1 s}{m} + \frac{2F_2(x-s)}{m}, \quad v_B^2 = v^2 + \frac{2F_2 s}{m} + \frac{2F_1(x-s)}{m}$$

$$v_A^2 - v_B^2 = \frac{2(F_1-F_2)}{m}(2s-x).$$

$F_1 > F_2$이므로 두 식 모두 $0 < x < 2s$에서 양수이고, $x=0$과 $x=2s$에서만 0이 된다.

답 즉 구간의 처음과 끝을 뺀 **모든 위치에서 A가 B보다 빠르다.** 같은 경로를 지나는데 어느 지점에서나 A의 순간 속력이 더 크므로, 같은 거리 $2s$를 지나는 데 걸리는 시간은 A가 더 짧다. 따라서 $t_A < t_B$이다.

(v^2–x 그래프로 보면 A는 처음에 가파르게 올랐다가 완만해지는 위로 볼록한 꺾은선, B는 반대로 아래로 볼록한 꺾은선이며, 두 선은 양 끝에서만 만난다.)

(3) 통과 시간의 닫힌 식

가속도를 $a_1 = F_1/m$, $a_2 = F_2/m$라 하고

$$u_1 = \sqrt{v^2 + 2a_1 s}, \quad w_1 = \sqrt{v^2 + 2a_2 s}, \quad u_2 = \sqrt{v^2 + 2(a_1+a_2)s}$$

로 두자. 등가속도 운동에서 소요 시간은 (속도 변화)/(가속도)이므로

$$t_A = \frac{u_1 - v}{a_1} + \frac{u_2 - u_1}{a_2}, \quad t_B = \frac{w_1 - v}{a_2} + \frac{u_2 - w_1}{a_1}.$$

두 식에서 최종 속력 u_2는 공통이고 중간 속력만 $u_1 > w_1$으로 다르다. 항을 가속도별로 묶으면

$$t_B - t_A = (u_1 + w_1 - v - u_2)\left(\frac{1}{a_2} - \frac{1}{a_1}\right).$$

$a_1 > a_2$이므로 뒤 괄호는 양수이고, 앞 괄호는 $f(X) = \sqrt{v^2 + X}$가 위로 볼록하여

$$[f(2a_1 s) - f(0)] + [f(2a_2 s) - f(0)] > f(2(a_1 + a_2)s) - f(0)$$

이 성립하므로 역시 양수다. 따라서 $t_B > t_A$로 (2)의 결론과 일치한다.

(4) N개의 칸으로 일반화

답 힘이 큰 것부터 작은 것 순서로(내림차순) 배치할 때 통과 시간이 가장 짧다.

근거는 (2)와 같다. 어떤 배치든 전체 일이 같으므로 최종 속력은 동일하고, 각 지점까지 **누적된 일**이 클수록 그 지점에서의 속력이 크다. 내림차순 배치는 모든 위치에서 누적 일을 최대로 만들므로(큰 힘을 먼저 쓰면 어느 지점까지의 일의 합도 다른 어떤 배치보다 작지 않다) 모든 위치에서 속력이 최대가 되고, 따라서 소요 시간이 최소가 된다.

이웃한 두 칸만 떼어 보면 (2)의 결과가 그대로 적용되어 '큰 힘이 앞'인 쪽이 언제나 더 빠르다. 어떤 배치에서든 내림차순이 아니라면 순서가 뒤바뀐 이웃 쌍이 반드시 존재하고, 그 둘을 바꾸면 시간이 줄어든다. 더 이상 줄일 수 없는 배치가 곧 내림차순이다.

> 반대로 힘이 모두 $-x$ 방향(감속)이라면 큰 힘을 **뒤에** 두어야 통과 시간이 짧아진다. 감속일 때는 앞쪽에서 속력을 지키는 편이 유리하기 때문이다(물체가 멈추지 않는 조건 아래).

7. 면접 추가 질문 및 검토 의견

· 추가 질문: "$v \to 0$인 극한에서 t_B/t_A는 F_1, F_2의 어떤 함수가 되는가?"
· 추가 질문: "운동량의 관점에서 보면 구간을 지나는 동안 받은 충격량 Ft는 A와 B 중 어느 쪽이 큰가?" (최종 속력이 같으므로 충격량도 같다 — 시간이 다른데 충격량이 같은 까닭을 묻는다)
· 검토 의견: (2)에서 $t = s/v$ 꼴로 평균 속력을 잘못 쓰는 경우가 가장 흔하다. 속력이 변하는 구간에서는 평균 속력이 산술 평균이 아님을 짚는다. (1)을 보고 "속력이 같으니 시간도 같다"고 성급히 답하는 오답도 많으므로, '끝 속력'과 '도중 속력'을 구분하게 한다.

[모의 면접 문항정보 — 물리학 제 17 회 · 문제 2]

1. 일반정보

유형	□ 논술고사 ■ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사
전형명	KAIST형 자체 제작 모의 면접
계열(과목) / 문항번호	물리학 / 문제 2
출제 범위 (과목명)	물리학 II
핵심 개념 및 용어	전기장 속 전하가 받는 힘 $F=qE$, 음전하의 가속 방향, 등가속도 운동의 시간, 일-운동 에너지 정리, 간격과 통과 시간의 관계
예상 소요 시간	준비 10분 · 답변 8분

2. 출제 의도

· 2-(1) 통과 전후 속력이 같다는 조건을 '두 영역에서 한 일의 합이 0'으로 번역하고, 전자가 음전하임을 반영하여 가속·감속의 순서를 정할 수 있는지 평가한다.
· 2-(2) 등가속도 운동의 시간 공식을 무차원 변수 α로 정리하고, 앞 문제의 결과를 재활용하여 네 시간의 대소를 정할 수 있는지 평가한다.
· 2-(3) 간격의 변화가 두 전자의 **통과 시간 차**로 환산된다는 핵심 관계를 세울 수 있는지 평가한다.
· 2-(4) 숨은 제약 조건($T \geq 0$)이 최댓값을 결정함을 알아채고 수치로 답할 수 있는지 평가한다.

3. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

문항	교육과정	학습내용 성취 기준
(1)	물리학 II — 전기와 자기	전기장 속에서 전하가 받는 힘의 크기와 방향을 구할 수 있다.
(1)(3)	물리학 I — 역학과 에너지	일-운동 에너지 정리를 이용하여 속력 변화를 설명할 수 있다.
(2)(4)	물리학 I — 역학과 에너지	등가속도 직선 운동의 식을 이용하여 시간과 변위를 구할 수 있다.

나) 자료 출처

참고 자료	해당 내용
고등학교 물리학 II	전기와 자기 — 전기장과 전하가 받는 힘
고등학교 물리학 I	역학과 에너지 — 등가속도 운동, 일과 에너지

4. 문항 해설

(1) 두 영역을 지난 뒤 속력이 처음과 같으려면 전체 한 일이 0이어야 하고, 두 영역의 길이와 세기가 같으므로 힘의 방향이 서로 반대여야 한다. 전자는 음전하이므로 전기장과 반대 방향의 힘을 받는다. 앞서가는 B가 먼저 느려졌다가 나중에 빨라지면 B는 영역에서 시간을 더 많이 쓰고, 뒤의 A는 먼저 빨라졌다가 나중에 느려져 시간을 덜 쓴다. 그러면 A가 B를 따라잡아 간격이 줄어들어 $d<D$가 된다. (2) $a=\alpha v^2/L_o$로 두면 가속 구간을 지나는 시간은 $(L_o/v)\left(\sqrt{1+2\alpha}-1\right)/\alpha$, 감속 구간은 $(L_o/v)\left(1-\sqrt{1-2\alpha}\right)/\alpha$이다. 두 영역의 조건이 대칭이므로 $t_{A,\mathrm{I}}=t_{A,\mathrm{II}}$, $t_{B,\mathrm{I}}=t_{B,\mathrm{II}}$이고, 문제 1의 결과에 따라 $t_{B,\mathrm{I}}>t_{A,\mathrm{I}}$이다. (3) 간격은 '뒤 전자가 같은 지점을 지날 때까지의 시간 지연'으로 결정되므로 $D=v\left(T+t_B^{\text{총}}\right)$, $d=v\left(T+t_A^{\text{총}}\right)$이고 $D-d=v\left(t_B^{\text{총}}-t_A^{\text{총}}\right)$이다. (4) $T\geq 0$에서 D가 작을수록 비가 커지고, $T=0$에서 최대가 되어 $\left(2-\sqrt{1-2\alpha}-\sqrt{1+2\alpha}\right)/\left(1-\sqrt{1-2\alpha}\right)$이며 $\alpha=1/4$에서 약 0.23이다.

5. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
(1)	전체 일이 0이어야 하므로 두 전기장의 방향이 반대임을 보인 경우 (1점) / B는 감속 후 가속, A는 가속 후 감속임을 판정한 경우 (1점)	2
(2)	$t_{B,\mathrm{I}} = (L_o/v)\left(1-\sqrt{1-2\alpha}\right)/\alpha$, $t_{A,\mathrm{I}} = (L_o/v)\left(\sqrt{1+2\alpha}-1\right)/\alpha$를 구하고 $t_{B,\mathrm{I}} = t_{B,\mathrm{II}} > t_{A,\mathrm{I}} = t_{A,\mathrm{II}}$를 밝힌 경우	1
(3)	$D - d = v\left(t_B^{\text{총}} - t_A^{\text{총}}\right)$을 세우고 $(D-d)/D$를 구한 경우	1
(4)	$T \geq 0$ 조건에서 최댓값 식을 세우고 0.23을 구한 경우	1

6. 예시 답안

(1) 전기장의 방향과 가속·감속의 순서

두 영역을 지난 뒤 속력이 처음과 같으므로 운동 에너지의 변화가 0이고, 일-운동 에너지 정리에서 두 영역에서 한 일의 합도 0이다. 두 영역은 길이 L_o와 세기 E_o가 같으므로 각 영역에서 한 일의 크기도 같다. 따라서

답 두 영역에서 전자가 받는 힘의 방향이 서로 반대여야 하고, 전자는 음전하이므로 **두 영역의 전기장 방향도 서로 반대**여야 한다.

다음으로 어느 쪽이 먼저 가속되어야 하는지를 본다. 앞서가는 전자 B가 먼저 **감속**되면 B는 영역을 지나는 데 시간을 더 많이 쓴다. 반대로 뒤따르는 A가 먼저 **가속**되면 A는 시간을 덜 쓴다. 그 결과 A가 B 쪽으로 다가가 간격이 줄어든다.

B: 영역 I에서 감속 → 영역 II에서 가속
A: 영역 I에서 가속 → 영역 II에서 감속

전자는 음전하이므로 '감속'은 전기장이 $+x$ 방향일 때, '가속'은 $-x$ 방향일 때 일어난다. 즉 영역 I의 전기장은 B가 지날 때 $+E_o$, A가 지날 때 $-E_o$로 바뀌고, 영역 II는 그 반대다. 만약 순서를 반대로 하면 간격이 늘어나 $d > D$가 되어 문제의 조건에 어긋난다.

(2) 각 영역의 통과 시간

가속도의 크기는 $a = eE_o/m = \alpha v^2/L_o$로 일정하다.

- **B의 영역 I(감속)**: 나오는 속력은 $v\sqrt{1-2\alpha}$이므로

$$t_{B,\mathrm{I}} = \frac{v - v\sqrt{1-2\alpha}}{a} = \frac{L_o}{v}\cdot\frac{1-\sqrt{1-2\alpha}}{\alpha}.$$

- **A의 영역 I(가속)**: 나오는 속력은 $v\sqrt{1+2\alpha}$이므로

$$t_{A,\mathrm{I}} = \frac{v\sqrt{1+2\alpha} - v}{a} = \frac{L_o}{v}\cdot\frac{\sqrt{1+2\alpha}-1}{\alpha}.$$

영역 II에서는 속력 변화가 정확히 되돌려지므로 각 전자의 두 영역 통과 시간이 서로 같다.

$$t_{B,\mathrm{I}} = t_{B,\mathrm{II}} > t_{A,\mathrm{I}} = t_{A,\mathrm{II}}.$$

부등호가 성립하는 까닭은 $1-\sqrt{1-2\alpha} > \sqrt{1+2\alpha}-1$, 즉 $\sqrt{1-2\alpha}+\sqrt{1+2\alpha} < 2$이기 때문이다(제곱근 함수가 위로 볼록하므로). 이는 문제 1에서 '큰 힘을 먼저 받는 쪽이 빠르다'고 한 결과와 같은 내용이다.

(3) 간격의 변화

B가 영역 II를 빠져나온 순간부터 A가 영역 I에 들어가기까지 걸린 시간을 $T(\geq 0)$라 하자. 영역 앞쪽에서 두 전자는 모두 속력 v로 등속 운동하므로, 처음 간격은 B가 영역에 머문 시간과 T를 합한 만큼의 거리다.

$$D = v\left(T + t_{B,\mathrm{I}} + t_{B,\mathrm{II}}\right), \quad d = v\left(T + t_{A,\mathrm{I}} + t_{A,\mathrm{II}}\right).$$

두 식을 빼면 T가 소거되어

$$D-d=v\left[\left(t_{B,\mathrm{I}}+t_{B,\mathrm{II}}\right)-\left(t_{A,\mathrm{I}}+t_{A,\mathrm{II}}\right)\right]=\frac{2L_o}{\alpha}\left(2-\sqrt{1-2\alpha}-\sqrt{1+2\alpha}\right).$$

따라서

답

$$\frac{D-d}{D}=\frac{2L_o}{\alpha D}\left(2-\sqrt{1-2\alpha}-\sqrt{1+2\alpha}\right).$$

간격의 감소량 자체는 D와 무관하고, 오직 두 전자의 **통과 시간 차**로만 정해진다.

(4) 압축률의 최댓값

$(D-d)/D$는 D가 작을수록 커지므로, D를 줄일 수 있는 한계를 찾아야 한다. 제약은 "B가 II를 빠져나오기 전에는 A가 I에 들어가지 않는다", 즉 $T\geq 0$이다.

$$T=\frac{D}{v}-\left(t_{B,\mathrm{I}}+t_{B,\mathrm{II}}\right)\geq 0\quad\Longrightarrow\quad D\geq\frac{2L_o}{\alpha}\left(1-\sqrt{1-2\alpha}\right).$$

등호($T=0$)일 때 D가 최소이고 그때 비가 최대가 된다. 이를 (3)에 넣으면 L_o, D, α가 모두 약분되어

$$\left(\frac{D-d}{D}\right)_{\max}=\frac{2-\sqrt{1-2\alpha}-\sqrt{1+2\alpha}}{1-\sqrt{1-2\alpha}}.$$

$\alpha=1/4$를 넣으면 $\sqrt{1-2\alpha}=\sqrt{1/2}=\sqrt{2}/2\approx 0.707$, $\sqrt{1+2\alpha}=\sqrt{3/2}=\sqrt{6}/2\approx 1.225$이므로

$$\frac{2-0.707-1.225}{1-0.707}=\frac{0.068}{0.293}\approx 0.233.$$

답

$$\left(\frac{D-d}{D}\right)_{\max}\approx 0.23.$$

즉 이 장치로는 간격을 많아야 약 23% 줄일 수 있다.

($\alpha\to 1/2$인 극한에서는 이 값이 $2-\sqrt{2}\approx 0.59$까지 커지지만, 그때는 B가 영역 I에서 거의 멈추게 되어 되돌아올 위험이 있다. 이 구조는 입자 빔을 다발로 모으는 '번칭'의 기본 원리와 같다.)

7. 면접 추가 질문 및 검토 의견

· 추가 질문: "간격을 0으로 만들 수 있는가? 할 수 없다면 그 까닭은 무엇인가?"
· 추가 질문: "두 영역의 길이를 다르게 하되 통과 전후 속력이 같게 하려면 전기장 세기를 어떻게 맞추어야 하는가?" ($E_1L_1=E_2L_2$)
· 검토 의견: (1)에서 전자가 음전하임을 놓쳐 전기장 방향을 반대로 답하는 실수가 가장 흔하다. $F=qE$에서 $q<0$임을 식에 직접 쓰게 한다. (4)에서 제약 조건을 쓰지 않고 식만 제시한 채 "D가 작을수록 크다"로 끝내는 답이 많으므로, D의 하한이 어디서 오는지 되묻는다.

PARTNER SERVICE

써봄 AI 논술 첨삭 서비스

말로 준비한 답, 글로 써 보면 빈틈이 보인다.

구술 답안을 글로 정리해 올리면, AI가 평가 기준에 따라 채점하고 상세한 피드백을 준다.

4개 영역 점수

논리구조 · 근거타당성 · 주장명확성 · 언어표현을 영역별 점수로 제공한다.

상세 피드백

강점, 개선점, 구체적 제안사항을 함께 짚어 준다.

간편한 업로드

PDF · DOCX · TXT 파일을 지원하고, 최대 10편까지 일괄 처리한다.

리포트 저장

첨삭 결과 리포트를 PDF로 내려받아 다시 볼 수 있다.

이 모의고사와 함께 쓰는 법

① 문항마다 내 답변을 한 편의 글로 정리한다. 결론 → 근거 → 검증 순서로 쓴다.

② writegrow.net 에 답안을 올려 영역별 점수와 피드백을 받는다.

③ 예시답안과 비교해 빠진 논리 단계를 채우고, 다시 써서 점수 변화를 확인한다.

회원가입 시 3회 무료 분석

Google Gemini 기반 AI가 논술문을 자동 분석한다.

writegrow.net