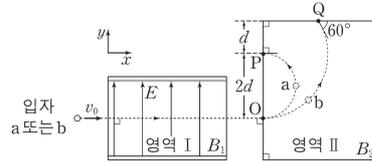


9. 그림과 같이 전하량이 $+q$ 로 같고 질량이 서로 다른 입자 a, b를 영역 I에 속력 v_0 으로 각각 입사시키면 점 O까지 등속도 운동을 한 후, 영역 II에 수직으로 입사하여 xy 평면에서 원궤도를 따라 운동한 후 각각 점 P, Q에 도달한다. I에는 세기가 E 이고 $+y$ 방향인 전기장과 세기가 B_1 인 자기장이 동시에 형성되어 있고, II에는 세기가 B_2 인 자기장이 형성되어 있다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

< 보기 >

ㄱ. $E = v_0 B_1$ 이다.
 ㄴ. 자기장의 방향은 I과 II에서 서로 같다.
 ㄷ. 질량은 b가 a의 2배이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[2017학년도 물리2 9번 문항]

9번 문항에서 영역 I에 대해 주어진 조건은 다음과 같습니다.

1. 전하량이 $+q$ 인 입자는 등속직선운동을 한다.
2. 전기장의 세기는 E 이고 방향은 $+y$ 방향이다.
3. 동시에 형성되어 있는 자기장의 세기는 B_1 이다.

따라서 $+y$ 방향의 전기력과 자기력이 서로 상쇄되어야 합니다.

이때 평가원의 의도는 자기장이 “ xy 평면에 대해 수직”으로 걸려있어서, 자기력이 $-y$ 방향으로 $qv_0 B_1$ 이라는 것입니다. 이 경우에는 $qE = qv_0 B_1 \rightarrow E = v_0 B$ 로 ㄱ보기가 맞는 보기가 됩니다.

하지만 위에서 알 수 있듯이, 이 문제에서는 “ xy 평면에 대해 수직”이라는 조건이 없기 때문에 큰 문제가 발생합니다. z 축에 대해 자기장이 θ 만큼 기울어진 방향으로 걸려있다고 가정해보겠습니다. ($-90^\circ < \theta < 90^\circ$)

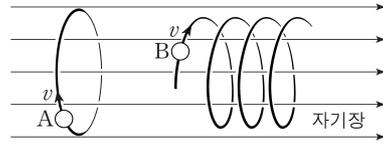
더 구체적으로 z 축은 우리가 일반적으로 사용하는 z 축을 의미하며, 자기장의 방향벡터는 xz 평면상에 존재합니다.

이 경우 물리2 교과과정에서 배우는 것과 같이, 오직 속도 방향에 대해 “수직”인 성분만이 영향을 미치므로 자기력의 세기는 $qv_0(B_1 \cos \theta)$ 가 되며, 방향은 $-y$ 방향이 되는 것을 알 수 있습니다. 따라서 입자가 등속직선운동을 하려면,

$$qE = qv_0 B_1 \cos \theta \rightarrow E = v_0 B_1 \cos \theta$$

오직 수직 성분만이 영향을 미친다는 내용은 평가원에서도 2014학년도 예비 시행 물리2 9번 (나선 운동 문항)에서 이미 다룬 적이 있는 내용입니다.

9. 그림은 전하량과 질량이 같은 입자 A와 B가 같은 속력 v 로 균일한 자기장 영역에서 각각 원운동과 나선 운동을 하는 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

<보기>

- ㄱ. A는 양(+)으로 대전되어 있다.
- ㄴ. B에 작용하는 자기력의 방향과 자기장의 방향은 서로 수직이다.
- ㄷ. 입자에 작용하는 자기력의 크기는 A가 B보다 크다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[2014학년도 예비시행 물리2 9번 문항]

(2) 이를 수식으로 보면 더욱 당연한 결과입니다.

$$\text{로렌츠힘 } F = q(\vec{v} \times \vec{B}) = q(v_0, 0, 0) \times (B_1 \sin\theta, 0, B_1 \cos\theta) = -qv_0 B_1 \cos\theta \hat{y}$$

따라서 입자가 등속직선운동을 하려면,

$$qE\hat{y} - qv_0 B_1 \cos\theta \hat{y} = 0 \rightarrow E = v_0 B_1 \cos\theta$$

그러므로 (1), (2)에서 볼 수 있듯이 ㄱ보기는 틀린 보기가 됩니다.