

도선에 작용하는 자기력 : $-\frac{B^2 L^2}{R}v$

운동법칙 $\sum F=ma$ 에 대입하면 $-\frac{B^2 L^2}{R}v = m \frac{dv}{dt} \rightarrow -\frac{B^2 L^2}{mR}dt = \frac{1}{v}dv$

적분형태로 변환하면 $\int_{v_0}^v \frac{1}{v'} dv' = -\frac{B^2 L^2}{mR} \int_0^t dt' \rightarrow \ln\left(\frac{v}{v_0}\right) = -\frac{B^2 L^2}{mR}t$ 에서

시간에 대한 속도 함수 $v(t) = v_0 e^{-\frac{B^2 L^2}{mR}t} \equiv v_0 e^{-t/\tau}$ (단, $\tau \equiv \frac{mR}{B^2 L^2}$ 일종의 시상수 개념입니다.)

이 식을 보면 $v(t)=0$ 이 되는 순간은 시간이 충분히 많이 흘렀을 때..즉 $t \rightarrow \infty$ 일 때입니다.

이제 변위에 대한 표현을 구해보도록 하죠.

속도의 정의에 의해 $v(t) = \frac{dx}{dt} = v_0 e^{-t/\tau}$ 를 적분형태로 변환시킵니다.

$\int_{x_0}^x dx' = v_0 \int_0^t e^{-t'/\tau} dt' \rightarrow x - x_0 = v_0 (-\tau) [e^{-t'/\tau}]_0^t = v_0 \tau (1 - e^{-t/\tau})$ 임을 알 수 있네요.

위에서 찾은 $t \rightarrow \infty$ 를 대입하면 $x - x_0 = v_0 \tau$ 임을 알 수 있습니다. 정리하면 $x - x_0 = v_0 \left(\frac{mR}{B^2 L^2} \right)$ 이네요.

그러나... $t \rightarrow \infty$ 로 추론하는 것은 수학적 표현일뿐...실제로는 무한한 시간만큼 기다릴 수는 없기에 이 값은 실험적으로 도출하기는 어렵습니다.

문제를 위한 문제라고 해두셔도 좋습니다.^^