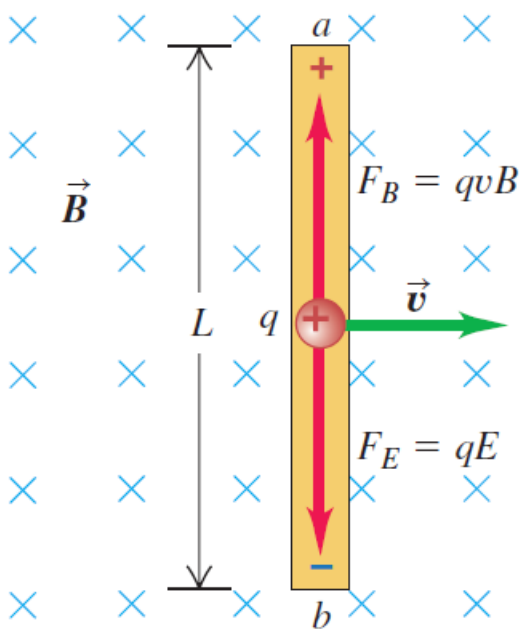


پیش از پرداختن به مسئله ۵، ابتدا به حرکت یک میله رسانا درون میدان مغناطیسی توجه کنید. هرگاه مطابق شکل زیر، میله ای رسانا به طول  $L$  درون میدان مغناطیسی یکنواختی که بر جهت حرکت میله عمود است با سرعت ثابتی حرکت کند، بر هر ذره باردار  $q$  نیروی مغناطیسی زیر وارد می شود

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B} \Rightarrow F = |q|vB$$



تجمع بارهای مثبت (یون های مثبت) در یک طرف میله و بارهای منفی (الکترون های آزاد) در طرف دیگر میله، سبب ایجاد میدان الکتریکی در میله می شود که در نهایت نیروی ناشی از آن با نیروی مغناطیسی وارد بر ذرات باردار متوازن می شود.

بزرگی اختلاف پتانسیل یا همان نیروی محرکه الکتریکی دوسر میله، برابر بزرگی میدان الکتریکی در طول میله است (دانش آموزان در فصل دوم با این رابطه آشنا شده اند). یعنی

$$\varepsilon = \Delta V = EL = \frac{F}{|q|}L = vBL$$

اگر جهت حرکت میله با جهت میدان مغناطیسی زاویه  $\theta$  بسازد، در این صورت عامل  $\sin\theta$  در نیروی مغناطیسی وارد می شود و سرانجام داریم

$$\varepsilon = vBL\sin\theta$$

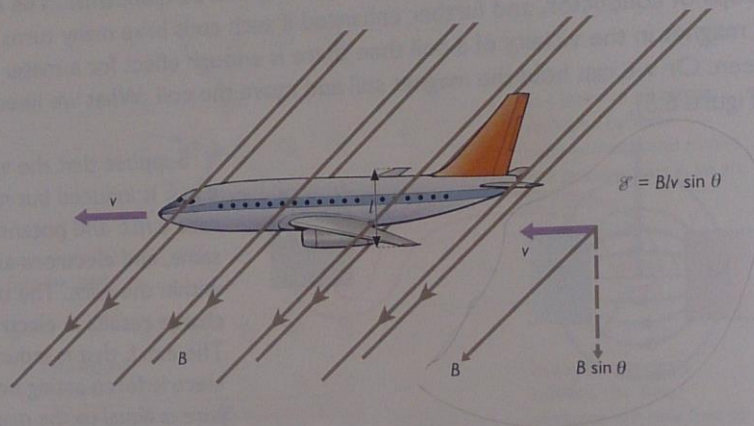
در خصوص حرکت هواپیما درون میدان مغناطیسی زمین، همین موضوع برقرار است. در واقع دوسر بال های هواپیما نیروی محرکه الکتریکی القا می شود که از رابطه بالا به دست می آید. حرکت هواپیما درون میدان مغناطیسی زمین، بر خلاف مثال حل شده کتاب، تشکیل یک مدار بسته نمی دهد و دوسر بال های آن نیروی محرکه الکتریکی القا می شود.

مسئله ۵ از کتاب Further Advanced Physics تألیف آقای David Brodie انتخاب شده است که جزئیات کامل آن در زیر آمده است.

### An example of induction due to movement in the Earth's magnetic field

An aeroplane wing is made of metal, and it moves through the Earth's magnetic field. An e.m.f. is induced between the wing tips (Figure 6.7). No current flows, because the wing is not part of a complete circuit. This is an example of a situation in which field and direction of motion of the conductor are not perpendicular. We must use perpendicular components.

**Figure 6.7**  
The velocity of an aircraft flying horizontally is perpendicular to the vertical component of flux density. The aircraft cuts through these vertical field lines. It does not cut through horizontal field lines, and no induction takes place as a result of the horizontal component of flux density.



If the flux density of the Earth's field is  $B$ , then the vertical component of this is  $B \sin \theta$ , where  $\theta$  is the angle between the horizontal and the field lines;  $\theta$  is sometimes called the **angle of dip** of the field. Angle of dip varies considerably around the world, to a maximum of  $\pi/2$  radians at the magnetic poles. If the aircraft's motion is horizontal then it is perpendicular to  $B \sin \theta$ . Then for an airliner of 30m wingspan travelling at  $200 \text{ ms}^{-1}$ , in a region in which the flux density of the Earth's field is  $50 \mu\text{T}$  and angle of dip is  $\pi/6$  radians, the e.m.f. that is induced between the wing tips is given by

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= Blv \sin \theta \\ &= 50 \times 10^{-6} \times 30 \times 200 \times \sin \frac{\pi}{6} \\ &= 0.15 \text{ V} \end{aligned}$$