

7 Induktion



När ett cykelhjul med navdynamo snurrar så att en cykel-lampa ansluten till dynamon lyser sker det som vi kallar induktion i dynamon.

Bild från http://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_lighting.

Målsättningar

Efter att ha arbetat med det här området ska du

- ... kunna bestämma induktionsströmmens riktning (med Lenz lag eller högerhandsregeln),
- ... kunna beräkna det magnetiska flödet genom en yta,
- ... kunna beräkna inducerad elektromotorisk spänning (med induktionslagen eller $e = lvB$),
- ... kunna lösa problem som handlar om induktion, till exempel bestämma induktionsströmmens storlek,
- ... förstå principen bakom växelströmsgeneratorer,
- ... förstå vad växelström och effektivvärden är, och kunna lösa problem som handlar om enkla växelströmskretsar,
- ... översiktligt förstå hur en transformator fungerar och kunna lösa enklare problem som handlar om transformatorer.

Innehåll

[1] Det finns **två typer** av induktionsfenomen. Induktion kan uppstå när en ledare förflyttas i ett magnetfält (typ A-induktion) eller när magnetfältet i en ledarslinga (ledare som innesluter ett område) förändras (typ B-induktion). I båda fallen uppstår en ström. Vi säger att det *induceras* en ström.

Boken: s. 257–259 (7.1)

[2] Med hjälp av **Lenz lag** kan den inducerade strömmens riktning bestämmas. Lenz lag kan formuleras på olika sätt, till exempel

“Induktionsströmmen får en sådan riktning att orsaken till dess uppkomst motverkas.”

eller

“Naturen tycker inte om förändringar utan vill ha det som det var från början.”

Observera att det är *förändringar* som motverkas (till exempel förändringar av en ledares läge eller av flödestätheten i en spole).

Boken: s. 259–261 (7.1)

Övningsblad: **Lenz lag**

Bra uppgifter: **7-2(a)**, 7-2(b)(c), **7-3**, 7-4, **7-5**, 7-1, DiF-2, ReF-1.

[3] **Elektromotorisk spänning** (EMS) är en storhet som används för att karaktärisera spänningskällor, och som också används vid induktionsfenomen.¹ Den elektromotoriska spänningen för en spänningskälla definieras som

$$E = \frac{A}{Q},$$

där A är arbetet som uträttas på en laddning Q som förs genom spänningskällan. Polspänningen hos ett batteri är lika med batteriets EMS så länge strömmen från batteriet är noll. När strömmen inte är noll är polspänningen något lägre än EMS:en.²

Boken: Finns lite om detta på s. 262.

[4] Ett specialfall av typ A-induktion är “**stavgenerator**”. Om en metallstav flyttas i ett magnetfält kommer ledningselektroner att knuffas mot stavens ena ände. Vi får en laddningsseparation, och så länge staven flyttas i magnetfältet fungerar den som en spänningskälla med elektromotorisk spänning $e = lv_{\perp} B_{\perp}$, där l är ledarens längd, v_{\perp} hastighetens komponent vinkelrätt mot ledaren och B_{\perp} är flödestäthetens komponent vinkelrätt mot ledaren (magnetfältet antas vara homogent).

Om stavens ändrar ansluts till en lampa, eller någon annat komponent, så att en sluten krets fås, kan en induktionsström flyta.

Boken: s. 262–264 (7.2)

Daniel Barker 7.2-1, 7.2-2

Bra uppgifter: **7-6**, **7-7**, **7-8**, **7-9**, 7-10, 7-11, 7-12, **7-13(a)**, 7-13(b)(c), **7-14**, 7-15, 7-16, DiF-8, ReF-5.

¹ Vi hade kunnat införa begreppet redan i fysik 1-kursen när vi höll på med batterier, men det gjorde vi inte. Men nu är det dags.

² Detta beror på att ett batteri alltid har en viss inre resistans, R_i . Polspänningen blir $U = \mathcal{E} - R_i I$, där \mathcal{E} är batteriets EMS och I strömmen.

[5] Om vi har en plan yta (kan till exempel vara den yta som en ledarslinga innesluter) i ett magnetfält kan vi prata om ett **magnetiskt flöde** genom ytan. Notera att det magnetiska flödet genom en yta beror av flödestätheten, ytans area och hur ytan är orienterad i förhållande till magnetfältet.

Boken: s. 265–266 (7.3) Daniel Barker 7.3-1

[6] Med hjälp av **induktionslagen** (ibland *Faradays induktionslag*) kan den inducerade EMS:ens storlek, ϵ , bestämmas, både vid typ A-induktion och vid typ B-induktion.

Om vi sedan vill bestämma induktionsströmmens storlek kan vi tänka oss att spolen eller ledarslingan där induktion sker fungerar som en spänningskälla som ger spänningen ϵ , och sedan räkna på kretsen på liknande sätt som i Fy 1-kursen.

Boken: s. 266–270 (7.3) Daniel Barker 7.3-2, 7.3-3

Teoriblad: Induktion – bakom kulisserna

Bra uppgifter: 7-17, 7-18, 7-19, 7-20, 7-21, 7-22, 7-23, 7-24, 7-25, 7-26, 7-27, 7-28, 7-29, 7-30, 7-31, 7-32, 7-33, ReF-3, ReF-7.

[7] **Vinkelhastighet** är ett mått på hur snabbt något roterar eller rör sig i cirkelrörelse. Notera likheterna mellan $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ och $\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$, där φ en vinkel som beskriver hur mycket föremålet roterat (eller var en partikel befinner sig vid cirkelrörelse). Om tiden för ett varv är T ges vinkelhastigheten av $\omega = \frac{2\pi}{T}$. Eftersom frekvensen per definition ges av $f = \frac{1}{T}$, kan vinkelhastigheten också skrivas $\omega = 2\pi f$.

Boken: s. 271–272 (7.4)

Bra uppgifter: 7-34, 7-35, 7-36.

[8] En enkel variant av en **växelströmsgenerator** består av en ledarslinga som roterar med konstant vinkelhastighet i ett magnetfält. Man kan visa att i en sådan varierar EMS:en sinusformigt med tiden.

Om en växelströmsgenerator ansluts till en lampa, eller någon annan komponent, så att en sluten krets fås, kommer ledningselektronhavet i lampa och ledningar att "gunga" fram och tillbaka. Vi säger att det går en **växelström** i kretsen.

Boken: s. 271–274 (7.4) Daniel Barker 7.4-1, 7.4-2

Bra uppgifter: 7-45.

[9] Om vi ansluter ett motstånd till en växelspänningskälla (till exempel en generator enligt ovan) får vi enklast möjliga **växelströmskrets**. Vill man beskriva

en växelström eller växelspanning kan man göra det med strömmens eller spänningens **effektivvärde**, som är något annat än toppvärdet. När storleken på en växelspanning anges är det ofta effektivvärdet som avses.

Boken: s. 274–276 (7.4)

Daniel Barker 7.4-3

Bra uppgifter: 7-37, 7-38, 7-39, 7-40, 7-41, 7-44.

[10] Med en **transformator** kan vi transformera upp eller ner en växelspanning eller växelström. Detta används till exempel då energi ska överföras via elektriska ledningar över långa avstånd från kraftverk till användare.

Boken: s. 276–279 (7.4)

Daniel Barker 7.4-4

Bra uppgifter: 7-42, 7-43, 7-46, 7-47.

För att uppnå riktigt god fysikförståelse kan det vara bra att också arbeta igenom följande (gärna tillsammans med kamrater):

Diskutera fysik (DiF) 3, 4, 5, 9, 12.

Resonera fysik (ReF) 2, 4, 6.

Testa dig i fysik (TDIF) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11.

Uppskatta fysik (UpF) 1, 3.

Kommentarer

Vi brukar inte hinna med avsnitt 7.5 och därmed inte heller uppgifterna 7-48, ..., 7-60, DiF 6, 7, 13, ReF 8, TDIF 7, 8 eller UpF-2.

DiF-1, 10 och 11 tycker jag vi kan hoppa över.