

1 Magnetfall gjennom spole

Aktuelle læreplanmål:

Fysikk 1

Å beskrive naturen med matematikk

- lage en eller flere matematiske modeller for sammenhenger mellom fysiske størrelser som er funnet eksperimentelt

Fysikk 2

Klassisk fysikk

- beskrive magnetiske felt rundt permanentmagneter og elektriske strømmer, og beregne magnetisk flukstetthet rundt en rett leder og kraft på en leder i magnetisk felt
- gjøre rede for begrepet magnetisk fluks og bruke Faradays induksjonslov

Å beskrive naturen med matematikk

- analysere ulike matematiske modeller for en fysisk situasjon, med og uten digitale verktøy, og vurdere hvilken modell som beskriver situasjonen best

Den unge forskeren

- gjennomføre relevante forsøk innen de forskjellige hovedområdene, med og uten digitale verktøy

Utstyr

Datalogger

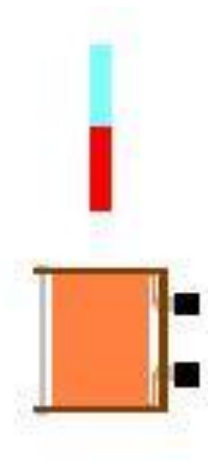
Spenningsensor

Stavmagnet

Strømspole, 600 vindinger.

Hensikt

- benytte muligheten for rask logging til å se hvordan den induerte spenningen i en spole varierer når en magnet faller gjennom den, og sammenholde resultatet med Faradays induksjonslov
- undersøke sammenhengen mellom maksimal induert spenning og magnetens fart



Teori

Når magneten faller igjennom spolen, vil den magnetiske fluksen gjennom spolen forandre seg raskt. Denne endringen vil indusere en spenning i spolen ifølge Faradays induksjonslov:

$$E = -\frac{d\Phi}{dt} \quad \text{der } E \text{ er den induerte spenningen og } \Phi \text{ er den totale fluksen gjennom spolen.}$$

Framgangsmåte

Monter spolen i et stativ ca. 20 cm over bordet/gulvet og legg noe mykt under som magneten kan falle på (gjentatte fall på hardt underlag kan svekke magneten).

Kople spolen til loggeren. Velg målefrekvens = 2000 Hz og evt. følsomhet = Lav(1x)

Start loggingen, og la magneten falle gjennom spolen og ned på det myke underlaget. For å være sikker på at magneten treffer åpningen i spolen, kan den slippes gjennom et rør eller bare et sammenrullet A4-ark. Stopp loggingen igjen.

Slipp magneten fra flere ulike høyder og se hvordan kurven endrer seg.

Oppgaver

1. Kan du forklare hvorfor kurven har den formen som den har? Hvorfor er den andre toppen/bunnen høyere og smalere enn den første?
2. Zoom inn på én graftopp eller -bunn av gangen, og bruk statistikk-funksjonen i dataprogrammet til å finne arealet av hver topp. Forandrer arealet seg når magneten slippes fra ulike høyder? Hvorfor/hvorfor ikke? Hvilken fysisk betydning har dette arealet?
3. Statistikk-funksjonen kan også gi maks- og min-verdiene til grafene (disse kan selvsagt også finnes ved å studere kurven). Undersøk sammenhengen mellom magnetens fart og ekstremalverdien til den første toppen/bunnen (du skal gjøre målinger, plote resultatene i et skjema og foreslå en matematisk sammenheng). Tips: Når du skal beregne magnetens fart ut fra høyden den slippes fra, bruk *høyden til nedre ende av magneten over spolens midtpunkt*.

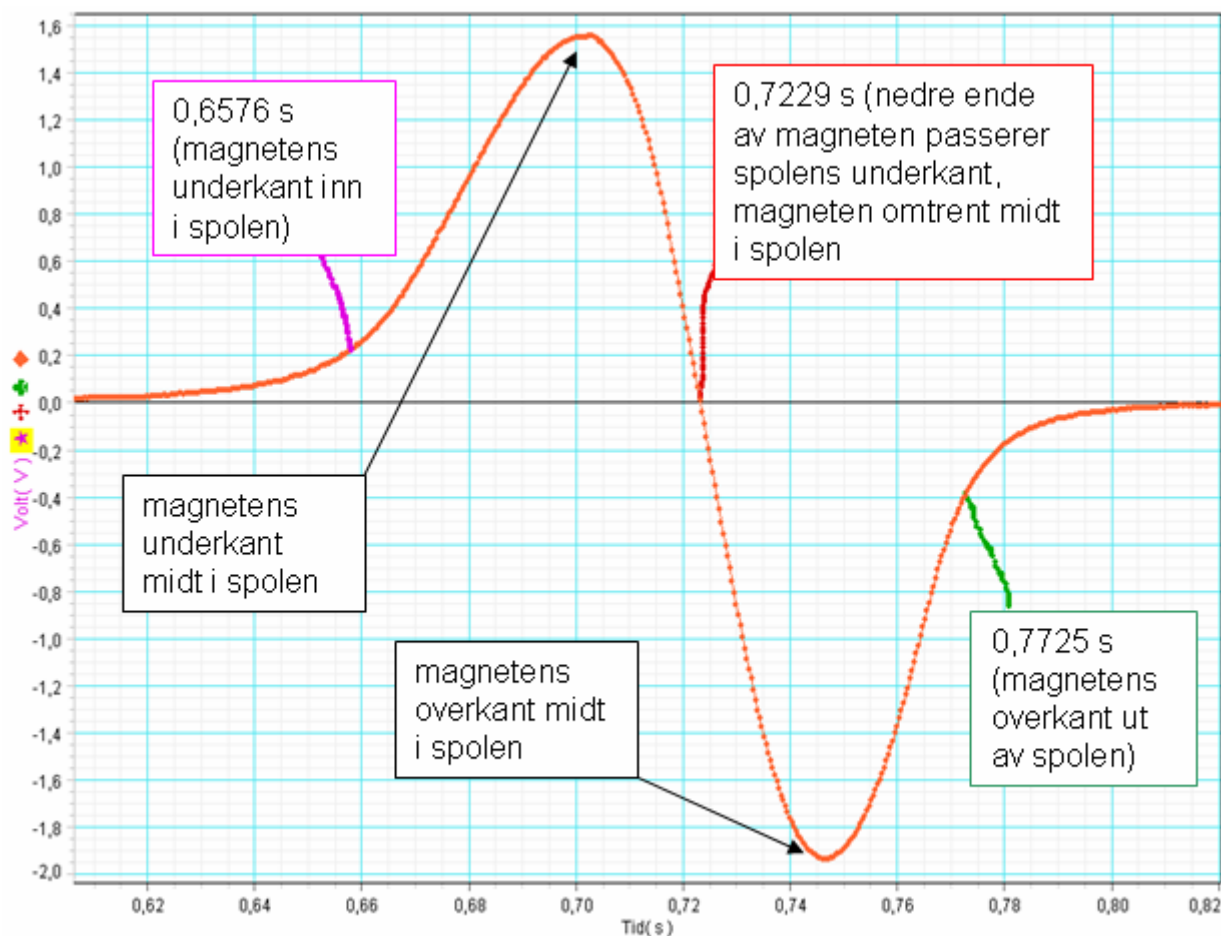
Kommentarer og tips til læreren

For bedre å forstå forløpet av spenningskurvene vi får ved å la en magnet falle gjennom en spole, har vi utført noen utfyllende undersøkelser. Vi har montert to lysporter hhv rett over og rett under spolen. Den øverste lysporten registrerer tidspunktet da lysstrålen blir blokkert av den fallende magneten, altså når magnetens nederste ende er i høyde med toppen av spolen. Den nederste lysporten registrerer når magnetens nederste ende kommer ut av spolen.

Ved å sammenholde disse tidspunktene med tidsforløpet av den induerte spenningen i spolen, ser vi at:

- Spenningen begynner for alvor å stige omtrent når den nederste enden av magneten går inn i spolen (da går ”alle” flukslinjene fra magnetens kortende inn i spolen).
- Spenningen stiger fram til den nederste enden av magneten er midt i spolen (her har vi en topp). Så begynner den å synke igjen – nå er det ikke flere nye flukslinjer som kommer inn i spolen.
- Spenningen er null – den skifter fortegn – når magneten er midt i spolen. Inntil da har fluksendringen gjennom spolen vært positiv; i siste del av forløpet er den negativ, og den induerte spenningen får motsatt fortegn.
- Spenningskurven har sin andre ekstremalverdi når den øverste enden av magneten er midt i spolen.
- Etter dette er fluksendringen langsommere, og spenningen synker og nærmer seg null igjen når magnetens overkant passerer ut av spolen.

Vi kan illustrere forløpet på en figur:



▼Tilstand, Inngang 1 Kjør #2		✖Status, inngang 2 Kjør #2	
Tid (s)	Volt (V)	Tid (s)	Volt (V)
0,6576	0,0	0,7229	0,0
0,7236	5,0	0,7725	5,0

Vi ser at tidspunktet da øvre del av magneten passerer spolens overkant, 0,7236 s, er omtrent lik tiden da nedre del av magneten passerer spolens underkant, 0,7229 s. Dette er fordi magneten er omtrent like lang som spolen.

Siden den induerte spenningen er proporsjonal med endringen i fluks, vil vi forvente at den også er proporsjonal med magnetens fart (fluksen gjennom spolen endrer seg raskere når magneten faller raskere).

I vårt forsøk bestemmes magnetens fart ut fra høyden den slippes fra, $v = \sqrt{2gh}$. Vi kan gjenta forsøket for ulike høyder og plote en graf av maksimalspenning som funksjon av magnetens fart. Vi mener at den relevante høyden å bruke i beregningen av farten, er *høyden til nedre del av magneten over spolens midtpunkt*, siden den maksimale spenningen inntreffer når nedre del av magneten er midt i spolen. Beregner vi farten basert på denne høyden, får vi en lineær kurve gjennom origo, se nedenfor.

