



Vejledende opgaver i kernestofområdet i fysik-A ”Elektriske og magnetiske felter”

Da læreplanen for fysik på A-niveau i stx blev revideret i 2010, blev kernestoffet udvidet med emnet ”Elektriske og magnetiske felter”.

Se <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=132647#B23>.

Læreplanen for fysik-A fra 2010 anvendes første gang ved prøverne i sommerterminen 2013.

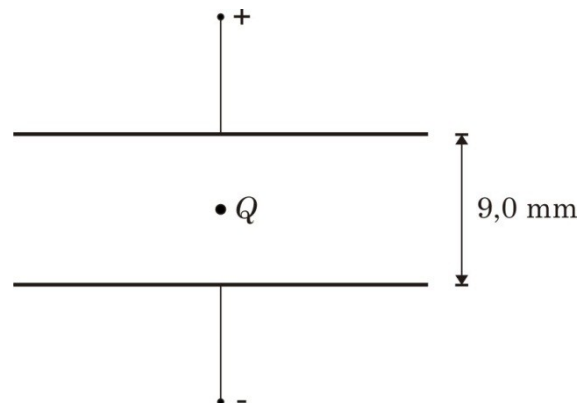
Som supplement til de vejledende opgaver, som blev offentliggjort i maj 2007, offentliggøres nu en række vejledende opgaver indenfor kernestofområdet elektriske og magnetiske felter. Man finder opgaverne her:

[http://www.uvm.dk/Uddannelser-og-dagtilbud/Gymnasiale-uddannelser/Studieretninger-og-fag/Studentereksamen-\(stx\)/Fag-paa-stx/Fysik-stx](http://www.uvm.dk/Uddannelser-og-dagtilbud/Gymnasiale-uddannelser/Studieretninger-og-fag/Studentereksamen-(stx)/Fag-paa-stx/Fysik-stx)

Martin Schmidt
Fagkonsulent i fysik, stx



Opgave 1 Elektrisk ladet partikel i homogent elektrisk felt



To plader anbringes vandret i tyngdefeltet. Der er vakuum mellem pladerne, og pladeafstanden er 9,0 mm. Spændingsfaldet mellem pladerne er 450 V.

- a) Bestem størrelsen af den elektriske feltstyrke mellem pladerne.

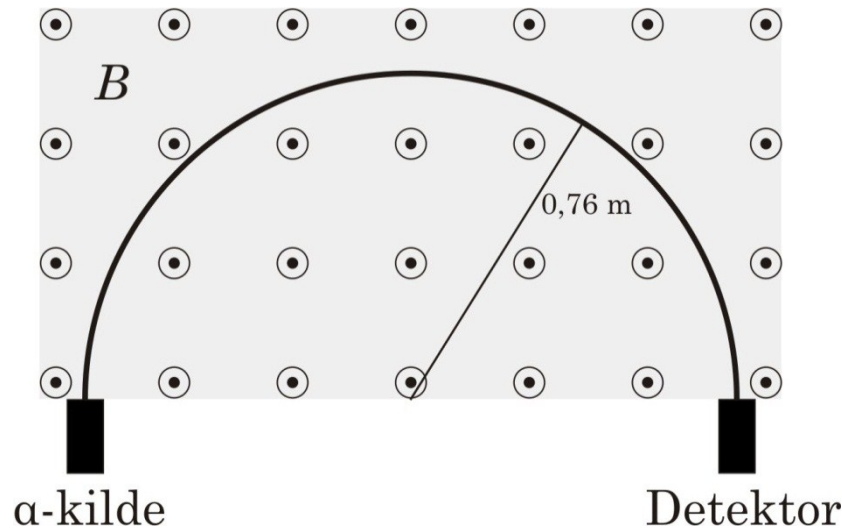
En meget lille kugle med massen $2,0 \cdot 10^{-6}$ kg og med ladningen Q holder sig svævende nøjagtig midt imellem pladerne.

- b) Vis, at kuglens ladning Q er $-0,39$ nC.

Spændingsfaldet ændres nu momentant til 400 V.

- c) Angiv hvilken plade kuglen accelereres mod, og bestem den fart, hvormed kuglen rammer pladen.

Opgave 2 Bestemmelse af α -partiklers kinetiske energi



Nuklidet ^{210}Po er radioaktivt og henfalder ved et α -henfald.

- a) Opskriv reaktionsskemaet for henfaldet af ^{210}Po og beregn Q -værdien ud fra masserne af de partikler, som deltager i processen.

For at måle α -partiklernes kinetiske energi afbøjes de i et homogent magnetfelt med størrelsen $0,44\text{ T}$. Partiklernes hastighed er vinkelret på magnetfeltet, og de bevæger sig i en cirkel med radius $0,76\text{ m}$.

- b) Beregn α -partiklernes kinetiske energi.

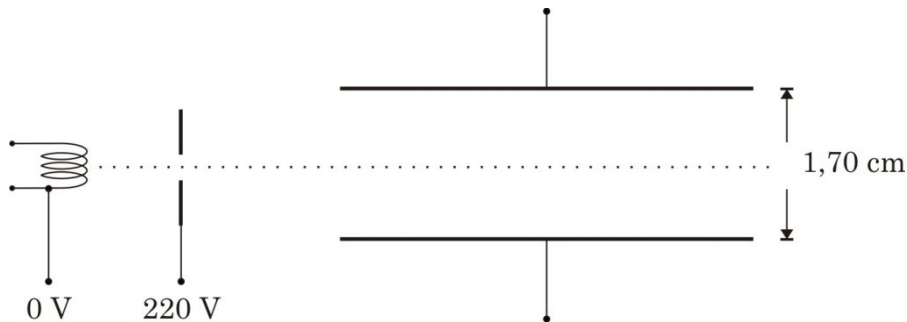
For at opnå en mere nøjagtig bestemmelse af α -partiklernes kinetiske energi, sender man enkeltladede ^{175}Lu -ioner gennem det samme magnetfelt. Når ^{175}Lu -ionerne accelereres fra hvile af spændingsfaldet $30,33\text{ kV}$, følger de samme cirkelbane, som α -partiklerne gjorde.

- c) Beregn en bedre værdi for α -partiklernes kinetiske energi.

Opgave 3 Hastighedsfilter

To parallelle metalplader anbringes i vakuum, så afstanden mellem dem er 1,70 cm, og spændingsfaldet mellem dem er 34 V.

- a) Vis, at størrelsen af det elektriske felt mellem pladerne er 2,0 kV/m.



På figuren ses til venstre en elektronkanon, som accelererer elektroner fra hvile ved at lade dem gennemløbe et spændingsfald på 220 V.

- b) Hvilken fart opnår elektronerne ved denne acceleration?

Accelerationsspændingen justeres, så elektronernes fart nu bliver $1,00 \cdot 10^7$ m/s, inden de sendes ind i mellemrummet mellem de to plader i en retning, som er parallel med pladerne (langs den stiplede linje på figuren).

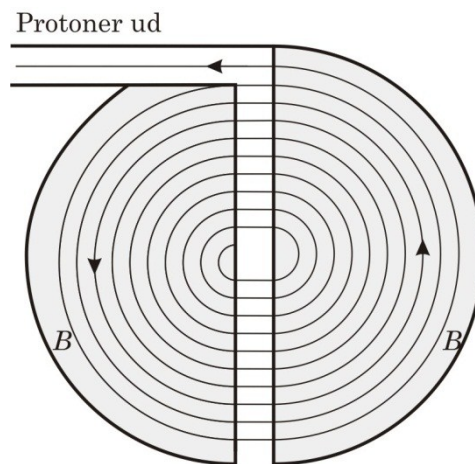
Opstillingen placeres i et magnetisk felt som både er vinkelret på det elektriske felt mellem pladerne, og elektronernes bevægelsesretning. Magnetfeltet er præcist så stort, at elektronerne bevæger sig langs en ret linje mellem pladerne.

- c) Bestem størrelsen af magnetfeltet i denne situation.

Opgave 4 Medicinske undersøgelser

I nogle medicinske undersøgelser bruger man det radioaktive nuklid $^{15}_8\text{O}$. Dannelsen af $^{15}_8\text{O}$ sker ved at beskyde $^{15}_7\text{N}$ med energirige protoner, som fås fra en såkaldt cyklotron.

- a) Opskriv reaktionsskemaet for protonindfangningen i $^{15}_7\text{N}$ og forklar, hvilken anden partikel der dannes ved reaktionen.



En cyklotron består af to halvcirkelformede metalbeholdere, som er adskilt af et lille gab. Protonerne starter i cyklotronens midte, hvorfra de sendes ind i en af metalbeholderne. Et homogent magnetfelt bevirker, at protonerne bevæger sig i halvcirkelbaner inde i metalbeholderen. Hver gang protonerne passerer gabet, accelereres de af et spændingsfald. Den øgede fart betyder, at hver ny halvcirkelbane får større radius. Efter gennemløb af et vist antal halvcirkelbaner bliver radius så stor, at protonerne forlader cyklotronen.

I en bestemt cyklotron er den kinetiske energi af hver proton 50 keV i den første halvcirkelbane. Hver gang protonerne passerer gabet, accelereres de af spændingsfaldet 95 kV.

- b) Beregn den kinetiske energi af en proton, som har bevæget sig 30 hele omgange efter den første halvcirkelbane.

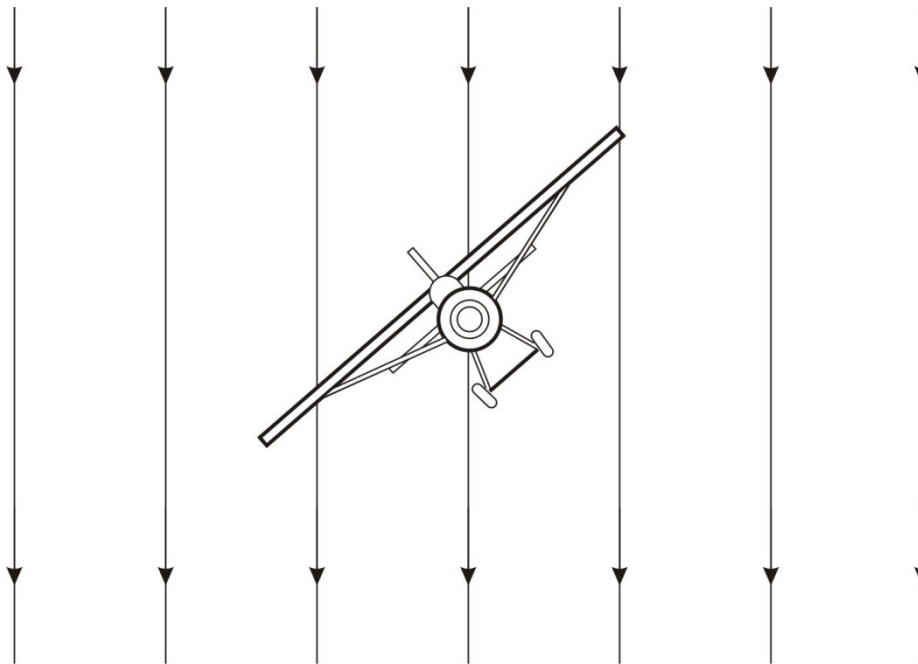
Når protonerne forlader cyklotronen, er deres fart $5,6 \cdot 10^7$ m/s. Radius i den sidste halvcirkel er 45,0 cm.

- c) Bestem størrelse og retning af magnetfeltet.

Opgave 5 Krængningsmåler

Under normale vejrforhold er der et konstant elektrisk felt mellem jordoverfladen og den øvre del af atmosfæren. Dette kan udnyttes til at bestemme krængningen af et fly ved at måle spændingsfaldet mellem flyets vingespids.

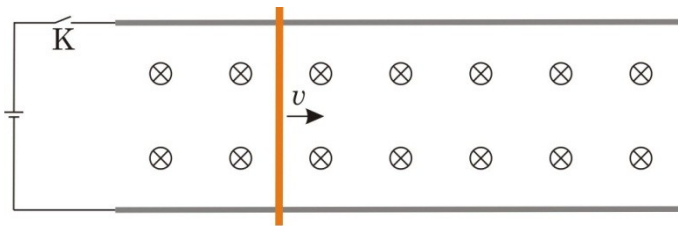
Et lille sportsfly flyver i konstant højde i et elektrisk felt med feltstyrken 150 V/m .



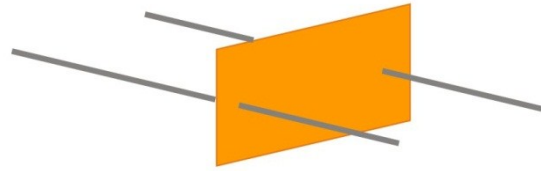
Spændingsfaldet mellem to elektroder, der er anbragt i hver sin vingespids, er $1,10 \text{ kV}$. Afstanden mellem elektroderne er $11,3 \text{ m}$.

- a) Bestem den vinkel, flyets vinger danner med vandret.

Opgave 6 Magnetisk minikanon



Skitse af opstillingen set fra oven



Skitse af opstillingen set fra siden

En primitiv kanon består af to vandrette, parallelle metalstænger, hvorpå der hænger en metalplade, der fungerer som projektil. Stængerne og pladen er som vist på figuren forbundet til en spændingskilde og en kontakt K.

Når kontakten er sluttet, er den samlede resistans i kredsløbet $0,62 \Omega$ og strømstyrken $9,3 \text{ A}$.

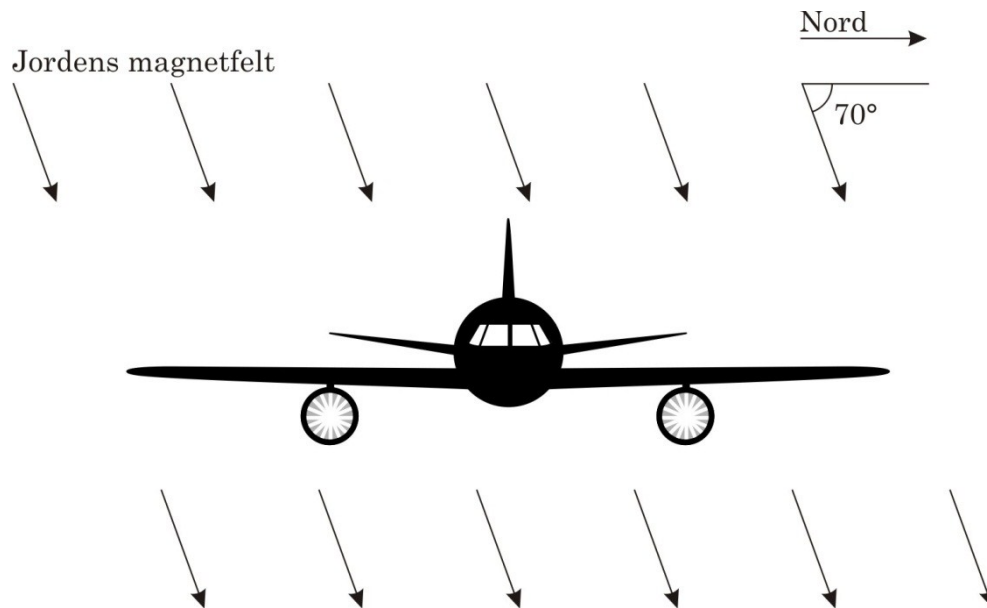
- a) Beregn spændingsfaldet over spændingskilden.

Mellem metalstængerne er der et homogent, lodret magnetfelt. Når kontakten er sluttet, accelereres pladen af kraften fra magnetfeltet. Pladen starter fra hvile og forlader stængerne med hastigheden $0,96 \text{ m/s}$ i vandret retning. Accelerationen foregår over en strækning på $6,0 \text{ cm}$.

Pladens masse er $4,2 \text{ g}$. Afstanden mellem stængerne er $4,6 \text{ cm}$.

- b) Beregn størrelsen af pladens acceleration samt størrelsen af magnetfeltet.

Opgave 7 Flyvning



Under en flyvning fra Nordamerika til Europa flyves der på et tidspunkt stik øst. Jordens magnetfelt danner på dette tidspunkt en vinkel på 70° med vandret og har størrelsen $1,7 \cdot 10^{-4}$ T.

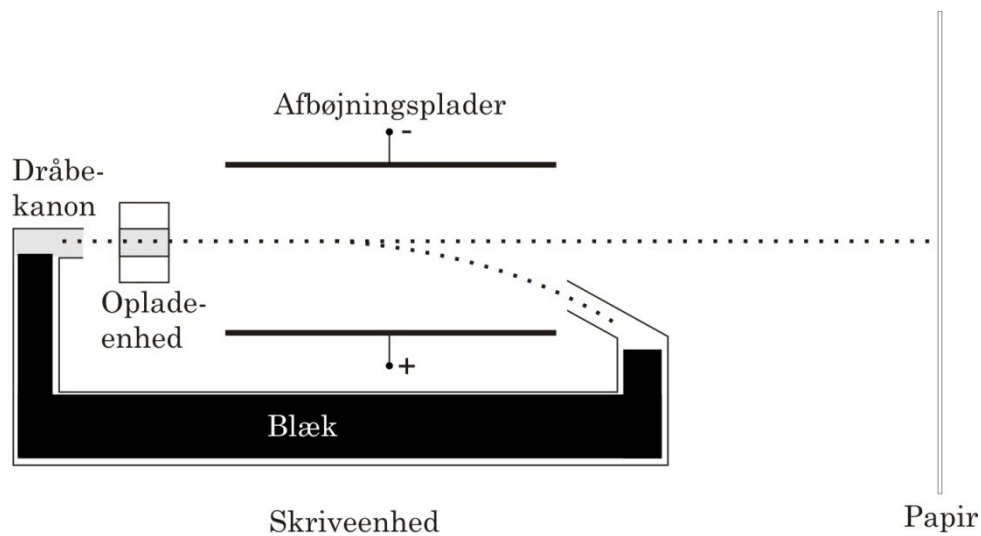
Flyvemaskinens fart er 270 m/s.

- a) Bestem størrelse og retning af kraften fra Jordens magnetfelt på en elektron i vingen.

Afstanden mellem de to vingespidses på flyvemaskinen er 60 m.

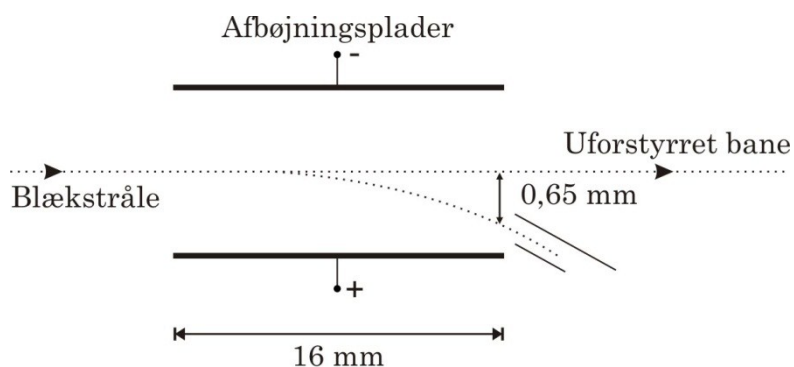
- b) Vurdér størrelsen af den inducerede spændingsforskel mellem vingespidseserne.

Opgave 8 Inkjet-printer



Dråbekanonen i en inkjet-printer udsender dråber af blæk. Hver dråbe har massen $1,30 \cdot 10^{-10}$ kg. Når blækdråberne kommer frem til afbøjningspladerne, er deres hastighed vandret. Blækdråbernes fart er 18 m/s. Størrelsen af det lodrette, homogene elektriske felt mellem afbøjningspladerne er 1,0 MV/m. Størrelsen af dråbernes ladning er $1,0 \cdot 10^{-13}$ C.

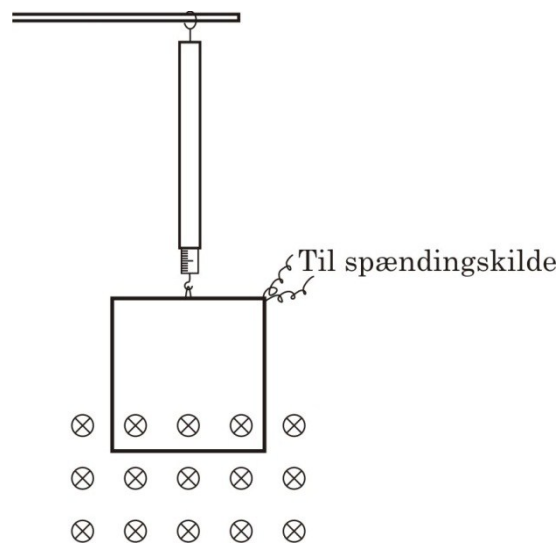
- a) Gør rede for, at det ved beregningen af dråbernes bevægelse er rimeligt at se bort fra såvel tyngdekraften som kraften fra Jordens magnetfelt, uanset hvilken vej dråbekanonen vender.



Når en dråbe ikke skal bruges, afbøjes den ned i blæktanken. Blæktankens åbning ligger for enden af afbøjningspladerne 0,65 mm under den bane, de uafbøjede dråber følger.

- b) Beregn, hvor mange elektroner opladeenheden skal tilføre en dråbe, for at den rammer blæktanken, når det elektriske felt har størrelsen 1,40 MV/m.

Opgave 9 Kvadratisk spole i magnetfelt



En flad spole er ophængt i en kraftmåler. Kraftmåleren viser 0,70 N.

- a) Bestem spolens masse.

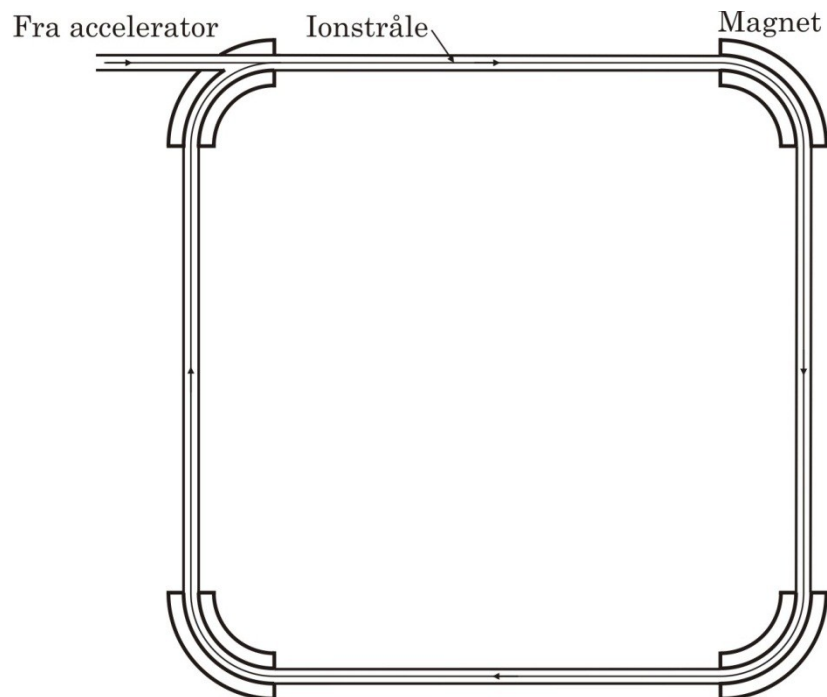
Spolen er kvadratisk med kantlængden 6,0 cm, og den har 150 vindinger. Den nederste del af spolen befinder sig i et homogent magnetfelt med retning vinkelret på spolens plan som vist på figuren.

I et forsøg varieres den elektriske strømstyrke gennem spolen. Strømmen gennem spolen har en sådan retning, at den nedadrettede kraft på spolen vokser, når strømstyrken øges. Sammenhængen mellem den elektriske strømstyrke I gennem spolen og kraftmålerens visning F fremgår af følgende tabel.

I / A	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
F / N	0,85	1,01	1,16	1,32	1,48	1,63

- b) Bestem størrelsen af det magnetiske felt, som spolen er ophængt i.

Opgave 10 Lagerring



En lagerring er en ringformet accelerator, der kan accelerere og lagre ladede partikler med høj hastighed i lang tid. Partiklerne afbøjes ved hjælp af magneter.

En accelerator accelererer en Li^+ -ion fra hvile gennem spændingsfaldet 100 kV.

- a) Bestem ionens fart efter accelerationen.

En anden Li^+ -ion skydes ind i lagerringen og opnår farten $5,5 \cdot 10^6$ m/s.

I lagerringens hjørner afbøjes denne ion i et homogent magnetfelt. Ionen bevæger sig herved i en kvartcirkel med radius 1,25 m.

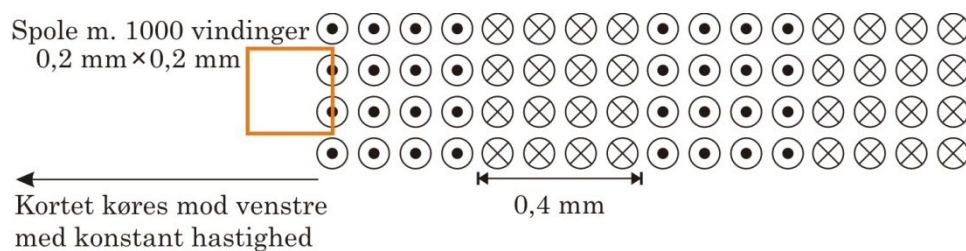
- b) Bestem størrelsen af magnetfeltet.

Opgave 11 Kreditkort



Foto: Jacob Ehrbahn

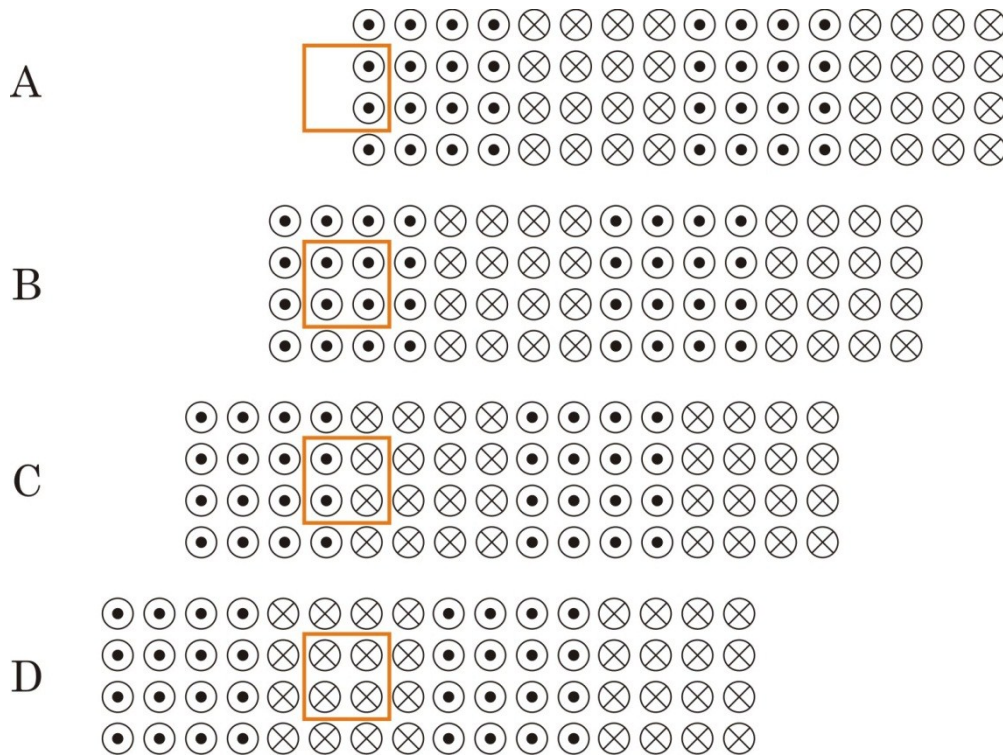
Nogle kreditkort indeholder kontooplysninger i form af områder med hvert sit homogent magnetfelt. Kontooplysningerne registreres ved at føre magnetstriben forbi en spole. Herved induceres spændingsforskelle som afkodes af et elektronisk kredsløb.



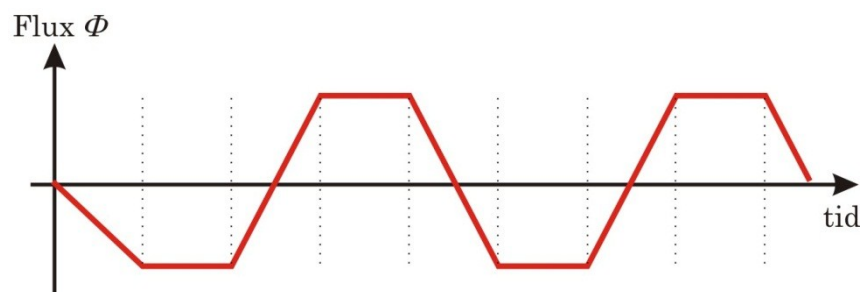
Spolen i kortlæseren har 1000 vindinger og er kvadratisk med kantlængde 0,20 mm. Magnetfeltet i områderne på kreditkortet har størrelsen 0,10 T. De enkelte områder i magnetstriben har længden 0,40 mm. Magnetstriben indeholder flere end de viste fire områder.

- a) Bestem den maksimale magnetiske flux gennem spolen.

Følgende figur viser placeringen af magnetstriben til forskellige tidspunkter, når kreditkortet bevæges mod venstre med konstant fart forbi spolen.



- b) Begrund, at den magnetiske flux Φ som funktion af tiden t kan beskrives ved følgende graf



Kortlæseren kan registrere kontooplysningerne, hvis det inducerede spændingsfald er mindst 1,0 mV.

- c) Tegn en graf, der viser det inducerede spændingsfald, der registreres af kortlæseren.
Bestem den mindste fart, som kreditkortet skal bevæges med, hvis kortlæseren skal kunne aflæse magnetstriben.

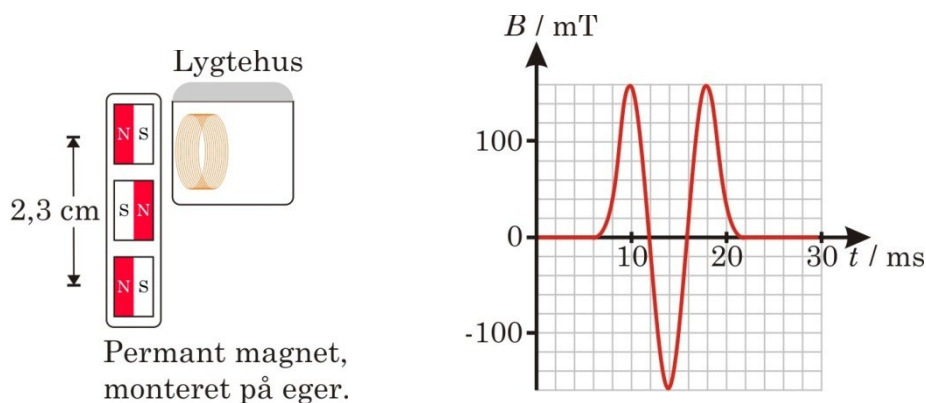
Opgave 12 Magnetlygte



Foto: Nils Kruse

En permanent magnet er sat fast på cyklens eger. Når cykelhjulet drejer, passerer magneten forbi en spole i lygten. Herved induceres et spændingsfald, der får nogle lysdioder til at lyse.

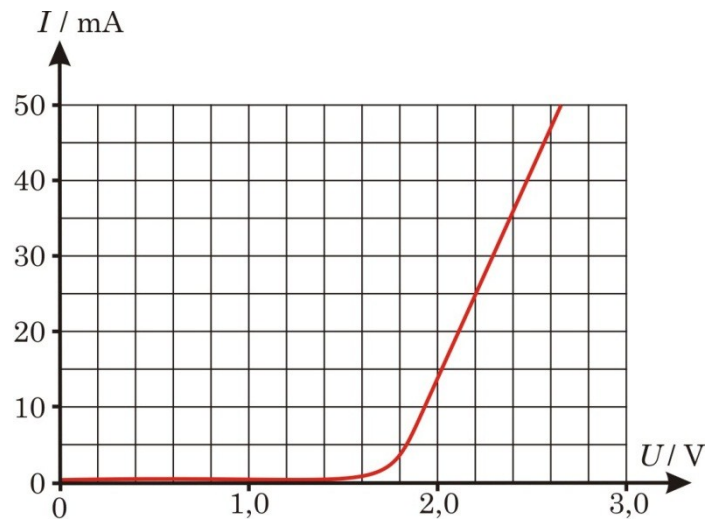
Den permanente magnet er opbygget af tre magneter som vist på figuren til venstre.



En cyklist cykler med magnetlygten. Grafen til højre, som medfølger i bilag til opgaven, viser størrelsen af magnetfeltet B målt på lygtens placering, når den permanente magnet passerer spolen.

- a) Bestem magnetens fart, når den passerer forbi spolen.

En spole i magnetlygten er forbundet til en rød lysdiode, hvis karakteristik er som vist. På et tidspunkt i bevægelsen induceres spændingsfaldet 2,2 V.



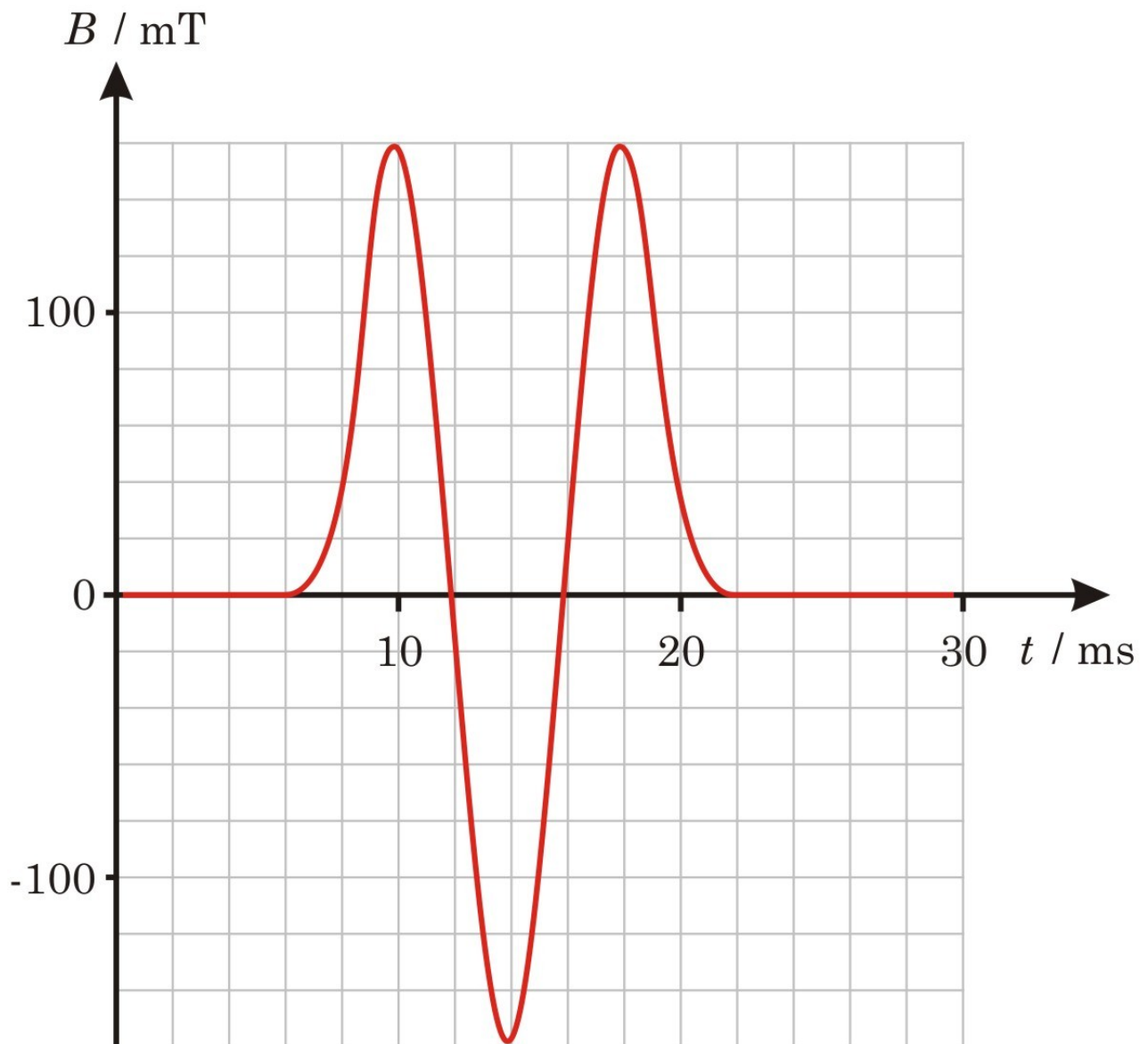
- b) Bestem den effekt, der afsættes i lysdioden, når det inducerede spændingsfald er 2,2 V.

Magnetlygten indeholder en spole med 700 vindinger og tværsnitsarealet $0,8 \text{ cm}^2$. Magnetfeltet fra den permanente magnet er vinkelret på spolen. Man kan regne med, at magnetfeltet er homogent på spolens plads, og grafen viser størrelsen af magnetfeltet.

- c) Bestem spændingsfaldet, der induceres i magnetlygtens spole til tidspunktet $t = 12 \text{ ms}$.



Bilag til opgave 12 Magnetlygte





Opgave 13 Hjulaksler



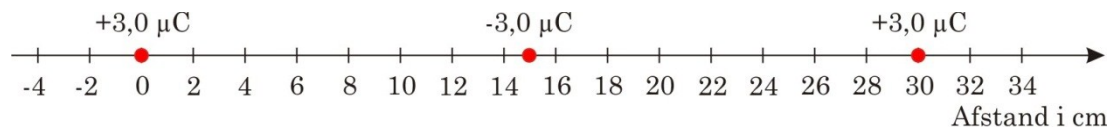
Foto: Finn Møller

Hjulakslen i et IC4 tog er 1,60 m lang. Et tog kører stik nord med farten 90 km/h. Den lodrette komponent af Jordens magnetfelt har størrelsen $64 \mu\text{T}$.

- Hvor stort et spændingsfald induceres der mellem enderne af hjulakslen?
- Bestem størrelse og retning af den kraft, som en elektron i akslen påvirkes af på grund af det inducerede elektriske felt.



Opgave 14 Ladninger på snor



Figuren viser tre ladninger, som befinder sig på en ret linje med en indbyrdes afstand 15,0 cm.

- a) Bestem størrelse og retning af den elektriske kraft, som påvirker den positive ladning til venstre.