

Smart anvendt fysik

Klaus Nielsen, www.fysikogmatematik.wordpress.com

Radiomuseet i Ringsted har en utrolig samling af smart anvendt fysik fra de sidste ca 150 år! Se www.radiomuseum.dk

Denne lille samling af tekster, forsøg, og opgaver er ment som inspiration til fysikere, hvis de besøger museet med deres elever/kursister.



Nyttig viden/ lidt teori

For en elektromagnetisk bølge gælder der: $\lambda \cdot f = c$, hvor λ er bølgelængden, f er frekvensen og $c = 3.0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ er lyshastigheden. Elektromagnetiske bølger er transversalbølger hvor udbredelsen af bølgen sker på tværs af længderetningen. Er bølgelængden ca 1m eller mere kaldes de radiobølger.

For lydbølger i luft gælder der at $\lambda \cdot f = v_{\text{lyd}}$, hvor λ er bølgelængden, f er frekvensen og $v_{\text{lyd}} \approx 344 \text{ m/s}$. Lydbølger i luft er såkaldte longitudinalbølger- længdebølger. En lyd forplanter sig væk fra lyd giveren ved at lydbølgerne sætter de luftmolekyler der er lige foran i bevægelse der igen sætter de næste molekyler i bevægelse etc. Det frekvensområde man normalt kan høre lyd i er fra ca 20 Hz til 20000 Hz. De høje toner forsvinder med alderen.

En elektron, der accelererer, f.eks. bremser op udsender elektromagnetiske bølger. Har en elektronen meget kinetisk energi før den bremser op, kan den udsende røntgenstråling- Det sker f.eks. ved gnisten i et tændrør, hvor der skal være høj spænding hen over polerne på tændrøret, før at elektronerne kan springe over på anoden og give en gnist. Har elektronen en lille kinetisk energi før den bremser op, kan den udsende radiobølger. Og omvendt vil en elektron også kunne optage energi fra radiobølger.

Ladninger f.eks. elektroner kan afbøjes i elektriske og magnetiske felter, udnyttes i fjernsyn mm.

Mekanisk lagring af data



Foto til venstre: Polyphon fra 1895. De tidligste spilledåser har en skive med huller i, i forskellig afstand fra centrum. Når skiven kører rundt vil et hul i en given afstand fra centrum give en bestemt tone.

Foto til højre: Phonograf fra 1903. En fonograf er forløberen for en grammofoon. I stedet for en rille (spiral) på en skive er der en rille (skruelinie) på en valse. Når valsen drejer rundt vil Pickuppen bevæge sig op ned, forskellig dybde giver forskellige toner. Pickuppen i en grammofoon bevæger sig sidevers i rillen.



Magnetisk lagring af data



Foto til venstre: Valdemar Poulsens telegrafon fra 1898. Forløberen for magnetiske harddiske. Det er velkendt at en magnet tiltrækker jern og at f.eks. knappenåle af stål let bliver magnetiserede. Dette princip har Valdemar Poulsen udnyttet på en stålvalse. Kommer en magnet tæt på et stykke jern, bliver jernet magnetiseret, det kan ske hurtigt og frem for alt meget lokalt. Bevæges valsen vil der kunne komme en række med nordpoler og sydpoler efter hinanden, der kan omsættes til forskellige toner.



Foto tv: Webster Chigago trådoptager forløberen for en båndoptager. Fungerer efter samme princip som Valdemar Poulsens telegrafon. Et langt stykke ståltråd viklet op på en spole magnetiseres i forskellig grad når det passerer tonehovedet.

Foto th: Harddisk fra Grønlands Radio Frk. Klokken med tre Pickupper en til timer, en til minutter og en til sekunder!



Forsøg th: Et stykke ståltråd kan meget let magnetiseres.

Se video: [20241207_094351.mp4](https://www.youtube.com/watch?v=20241207_094351.mp4)

Forsøg tv: Harddisk, her en ståltermokande-telegrafon, kan let blive magnetiseret.

Se video: [20241207_093819.mp4](https://www.youtube.com/watch?v=20241207_093819.mp4)



Lagring på CD

En CD er en plastikskive med koncentriske ringe, der ligger meget tæt. I ringene, er der huller i to forskellige dybder. En laser lyser ned i hullerne, og kan registrere de to muligheder, om det er et dybt eller et lavt hul. Datamængden er digitaliseret, så CD-afspilleren har en indbygget computer.

Opgave a: Hvor stor er en datamængde kan der ligge på CD, hvor mange LP'er svarer det til? Vink søg på internettet.

Opgave b: Hvor stor en datamængde kan der være på en LP? Vink: Se svaret fra opgave 1.



Foto af CD

Forsøg: Da rilleafstanden kun er 1,6 mikrometer, kan en CD virke som et optisk gitter. Vip en CD i sollys, og der kommer alle regnbuens farver.

Forsøg: Eftersis at rilleafstanden på en CD er 1,6 mikrometer.

Højtalere og mikrofoner



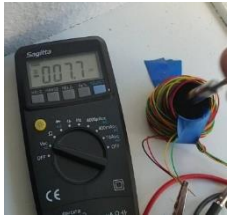
Foto tv . Bang og Olufsen højttaler fra 1929, er en elektrodynamisk højttaler. Sendes der vekselstrøm igennem en spole vil der dannes et varierende magnetfelt. Magnetfeltet kan f.eks. få noget magnetisk materiale til at bevæge sig. Omvendt vil lyd, der rammer noget magnetisk materiale kunne sætte dette i svingninger f.eks over en spole, der igen giver anledning til en lille strøm i spolen.

Opgave: Det er en dansker der har opfundet denne type højttalere, hvem var det?

Opgave: Søg på internettet for yderlige informationer om virkemåde for elektrodynamiske højttalere.

Foto th Kulkornsmikrofon fra DR. Vibrationer får kulstøvet til at trække sig sammen, det ændrer den elektriske modstand i kulstøvet, der igen ændrer den strøm der kan løbe igennem kulstøvet.





Forsøg: Se lille video hvor en magnet kan inducere en elektrisk strøm i en spole.

[20240731_084405.mp4](#)

Opgaver: Hvorfor var de gamle gramfoner udstyret med store tragte? Og hvilke begrænsninger har de forskellige toner udsendt gennem en tragt? Vink hvad er bølgelængderne af bastoner og diskanttoner?

Antenner

En antenne er kort og godt "bare" en lang lige ledning eller en ledning, der er spundet op til en spole se foto th af en hjemmebygget antenne fra 1940. Når elektroner bremses op i en antenne udsender de radiobølger. Kommer der radiobølger forbi en antenne, kan radiobølgerne få elektronerne til at bevæge sig (skabe en elektrisk strøm).

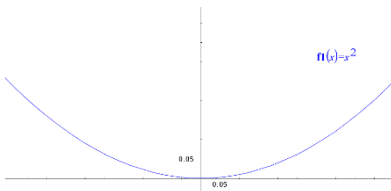
Forsøg klik på en fyrfadsligther - bedst uden mere gas i ligtheren, og der udsendes radiobølger!

En fyrfadsligther har en piezzo-krystal indbygget, når krystallen presses sammen skabes der en strøm. Elektronerne bevæger sig op og ned på den lille stang (antenne) op til der hvor gnisten dannes. Nogle af elektroner bremses op og udsender radiobølger.

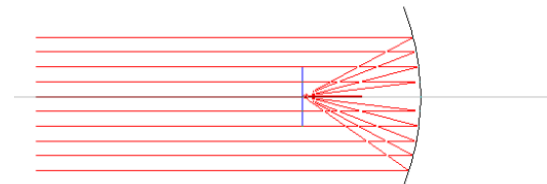


Forsøg: lav en antenne af to lange laboratorieledninger og et multimeter. Sæt multimeteret på V og vælg HZ/%. Anbringes antennen et sted hvor der ikke er tændt elektriske apparater, viser multimeteret 0 Hz.

Opgave: Tændes der for f.eks. for en elpære i nærheden af antennen, viser multimeteret 50 Hz. Hvorfor det?



En parabol er en parabelkurve der er roteret om en akse på foto tv kunne det være om y-aksen. Når radiobølger rammer en metaloverflade reflekteres de med samme udgangsvinkel som de kom ind med.

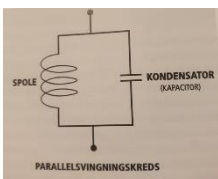


Parabler har et brændpunkt, dvs at kommer

der elektromagnetiskstråling parallelt ind med omdrejningsaksen vil den reflekterede stråling samles i et punkt se foto th. I brændpunktet vil der registreres et meget kraftigere signal end for en alm. antenne Dette udnyttes i parabolantennener, der skal pege præcist mod den ønskede kommunikationssatellit.

Radiosender, radiomodtager LC svingningskredse

En radiosender er i princippet "bare" opbygget med en antenne, hvor elektronerne kan svinge op og ned med en bestemt frekvens. Kalumborg langbølgesenders frekvens er ca 250.000 Hz, dvs 250.000 svingninger pr sekund.

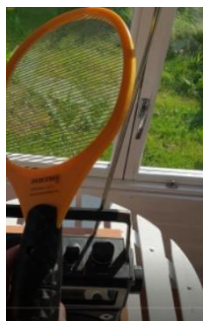
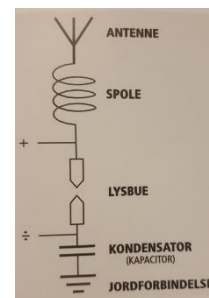


De simpleste radioer består af en såkaldt LC- svingningskreds, der bare er en kondensator/capacitor i serie eller parallelforbindelse med en spole. Se diagram tv.

En kondensator er i princippet to adskilte metalplader. Tilsluttes en kondensator en spændingskilde, vil der opsamles ladning på kondensatoren. I starten opsamles der meget ladning og strømstyrken hen til kondensatoren er stor. Jo større ladning der på kondensatoren jo mindre ladning kan der opsamles, og strømstyrken bliver mindre. Hver kondensator kan kun opsamle en vis mængde ladning, og strømstyrken bliver nul.

Sendes der strøm igennem en spole, vil der induceres et magnetfelt i spolen, der forsøger at modvirke denne strøm.

Sættes en kondensator og en spole sammen, kan der opstå en svingningskreds hvor strømstyrken i kredsen svinger op og ned. Kobles kredsen sammen med en ledning (antenne) vil elektronerne bevæge sig op og ned og udsende radiobølger. Se diagram over Valdemar Poulsens buesender th.



Et radiosignal skal selvfølgelig indeholde data, der kan omformes til musik/ tale/støj mm. Det kan opnås ved at variere styrken (amplituden) af radiobølgerne AM-sendere. Frekvensen F kan også varieres en lille bitte smule FM-sendere.

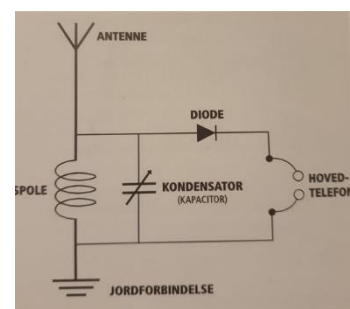
Forsøg: en fyrfadsligter og en elektrisk flue”smækker” udsender radiobølger se video

https://1drv.ms/v/s!Akwlbs_tziZNjxOhNE1qCa1jluhS

I en radiomodtager vil elektronerne svinge op og ned i antennen med samme frekvens som radiobølgerne.

Opgave: Hvorfor skal frekvensen af radiobølgerne omsættes til lydbølger med en meget lavere frekvens?

Diagram af krystalmodtager th.

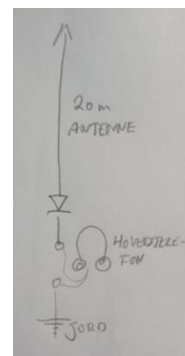


Se fil med en del forsøg med RCL kredse: [RCL svingningskredse 1](#)

Verdens simpleste radiomodtager



Egentligt er det kun nødvendigt at have en antenne, hovedtelefoner/højttaler og en diode for at lave en radiomodtager. Hvis signalet er stort nok. Den viste hovedtelefon ”knaser” bare den er i serie med en antenne, en diode og en jordforbindelse. En almindelig forlængerledning på ca 20 m kan udmærket bruges som antenne. Sæt krokodillenæb på det ene hanstik, og hæng ledningen op. Spændingen over hovedtelefonen, for den viste model, var 29 mV. Hvis en elektrisk flue”smækker” svinges tæt på antennen kan der høres en svag hyletone i hovedtelefonerne. Spændingen mens flue”smækkeren” svinges stiger ca 6 mV.



Mikrobølger, radar og Faradays bur

Mikrobølger er elektromagnetisk stråling i frekvensområdet fra 300MHz til 300GHz, det svarer til et bølgelængdeområde fra 0,3 m til 1 m.

Opgave en Bluetooths forbindelse ligger på 2,4 GHz, hvilken en bølgelængde svarer det til?

Radaren blev opfundet i 1930'erne. En radar-radiosender udsender et signal i mikrobølge området, når radiosignalet reflekteres, kan det komme tilbage til radaren. Den tidsforskydning, der er, på det udsendte og tilbagekomne signal der er, er et mål for afstanden til det objekt der reflekterede signalet.

Opgave hvad skal tidsforskydningen på det udsendte og modtage radiosignal være hvis afstanden f.eks. til en båd er 30 km?

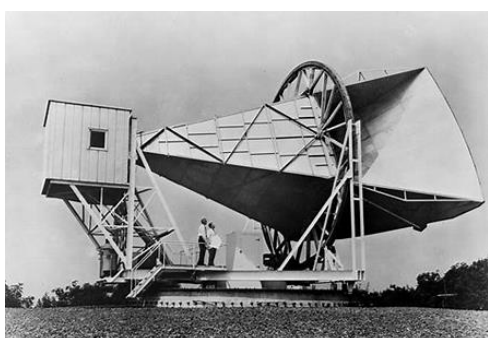
Ved en af de første radarstationer var der en duerede tæt på antennen. Desværre blev dueungerne stegt når radaren sendte. Det udnyttes i dag i mikrobølge ovne. Det er de dipolære vandmolekyler, der sættes i rotation når de rammes af mikrobølger inden for forholdsvis lille frekvens interval ved 2,45GHz. Et vandmolekyle ligner Mickey Mouse med ører. Når vandmolekylerne roterer støder de på hinanden, det giver varme.

Det vil selvfølgelig være dumt hvis mikrobølgeovnen bare sender mikrobølger ud i køkkenet. Derfor er der en metalboks udenom selv ovnrummet i mikroovnen. Et Faradays bur udelukker i princippet al elektromagnetisk stråling.



Faradays bur bruges til at undgå uønskede signaler i radioer. Enten ved at udelukke radiosignaler udefra, eller ved at undgå at radioen selv udsender radiosignaler.

Forsøg: En bluetooths højttaler sættes i gang fra en mobiltelefon. Pakkes mobiltelefonen helt ind i stanniol vil der ikke være forbindelse til bluetooths højttaleren.



På fotoet th er vist A Penzias og R Wilsons mikrobølge-modtager-antenne, som de vendte ud mod verdensrummet. Noget uventet fik de et elektromagnetisk signal med en bølgelængde på 7,4 cm.

Opgave. Hvilken en frekvens svarer til en radiobølgelængde på 7,4 cm?

A Penzias og R Wilsons opdagelse svarer til at verdensrummet er afkølet ned til 2,7 Kelvin siden Big Bang.

Et Faradays bur beskytter også mod elektriske felter.

Statisk elektricitet

Statisk elektricitet skal også helst undgås i radioer og tv-skærme.

Forsøg: Gnid et stykke skind mod et elektriskerrør i nærheden af en tændt radio. Der høres tydeligt støj i radioen.

Opgave: Hvorfor gør der det?

Forsøg/opgave: et lille stykke silkepapir klister i den ene ende op på en ældre tv-skærm. Hvis/når skærmen bliver "elektrisk" vil silkepapiret stå ud fra skærmen. Hvorfor det?



Radiator, triode, transistor



De elektriske strømme radiobølgerne laver i antennen, er meget svage. Så signalet skal forstærkes. Det kan gøres i en triode.

En triode kan sammenlignes med en vandhane. Når vandhanen er åben kan der komme vand ud. Trioden virker ved at den svage strøm, der kommer fra antennen, åbner/lukker for en større strøm, der igen kan få højttaleren til at virke.

Opgave: Søg på internettet om et elektrisk diagram over en triode og en forklaring om hvordan en triode virker elektrisk.

Opgave: Hvad er en transistor og hvordan virker den?

Dioder

En diode er en elektriskkomponent, der kun tillader strømmen at bevæge sig i en retning. En LED ligth emitted diode, er som det engelske navn siger også en diode. En LED-el-pære virker når strømmen er i den rigtige retning, og når spændingen kommer over en vis tærskelværdi.



Forsøg med LED diode. To LED-el-pærer fra en julestræskæde sættes i parallelforbindelse i hver deres "retning". Parallelforbindelsen forbindes til en strømkilde. Det ses at kun den ene LED-pærer lyser, og hvis der byttes om på strømretningen lyser den anden.

Forsøg 2 med LED diode. To LED-el-pærer fra en julestræskæde sættes i parallelforbindelse i hver deres "retning". Parallelforbindelsen forbindes til en kondensator. Det ses at kun den ene LED-pærer lyser når kondensatoren oplades, og at den anden pærer lyser når kondensatoren aflades.

"Gammel strøm"

Kondensatorer

Der er sikkert mange, der har fået et elektrisk stød, når de har pillet ved de elektriske dele i en radio, selv om den har været slukket. Det er der ikke noget der er underligt i! I svingningskredse indgår der kondensatorer. Når et elektrisk kredsløb med en kondensator tilsluttes en strømkilde, begynder der at ophobes ladninger på den ene del af kondensatoren, strømstyrken falder i kredsløbet for til sidst at stoppe. Slukkes der for strømkilden er der stadigvæk ladninger på kondensatoren. Sætter man en finger på uisolerede ledninger inden i radioen, kan kondensatoren aflades gennem fingeren- man får et elektrisk stød.



Fotoet viser en drejekondensator på $C=0\text{--}ca\ 5\text{ nF}$ - en forholdsvis svag kondensator. Drejekondensatorer bruges i radioer for at finindstille radioen på de enkelte kanaler.

Jo større kapacitansen C er jo mere ladning kan der opsamles på kondensatoren. Er kondensatoren koblet til vekselstrøm vil impedansen-vekselstrømsmodstanden $Z=U/I$ blive mindre når frekvensen af strømmen bliver større.

Når en kondensator C aflades gennem en elektrisk modstand R , afhænger afladningstiden af modstanden. Stor modstand giver relativ lang afladningstid.

Forsøg: En kondensator på f.eks $C=100$ mikro Farad oplades. Strømkilden afkobles. Kondensatoren aflades gennem en $R=10\text{ k Ohm}$ elektrisk modstand mens spændingen måles som funktion af tiden.

En kondensator kan meget simpelt laves af to stykker stanniol adskilt med et stykke silkepapir, eller af to metalplader lidt fra hinanden. Jo tættere metalstykkerne er på hinanden og jo større de er jo mere ladning kan der være på kondensatoren. På det ene metalstykke vil der være et overskud af elektroner og på den anden vil der være et underskud af elektroner. Det ene metalstykke bliver negativt ladet og det anden bliver positivt ladet. Elektroner frastøder hinanden med elektriske kræfter, der vil derfor være en grænse for hvor meget ladning, der kan være på et metalstykke. Den positive plade tiltrækker elektronerne på den negative plade. Kommer pladerne nærmere hinanden vil tiltrækningen blive større, og der kan være flere elektroner på den negative plade.

Spoler



En spole er i princippet bare en ledning der er snoet op f.eks på et paprør eller en stang af ferrit. Sendes der strøm igennem en spole opstår der et magnetfelt. Dette magnetfelt kan forstærkes med en stang af såkaldt blødt jern eller ferrit. Mens magnetfeltet vokser op, opstår der en modspænding - en selvinduktion i spolen, der forsøger at modvirke den pålagte strøm. Dette

udnyttes i svingningskredse, hvor spolen er koblet til forskellige komponenter.

I spoler opstår der et magnetfelt i centrum af spolen, der er proportionalt med strømstyrken gennem ledningerne.

I perfekte spoler uden indre modstand og selv-kondensatorvirkning, er impedansen- vekselstrømsmodstanden $Z=U/I$ proportional med strømstyrken.

Da spoler er ledninger, der er tvundet op, vil der altid også være en elektrisk modstand fra det metal ledningerne er lavet af. Der vil også være en selv-kondensator virkning, der afhænger af spolens frembragte magnetfelt, og dermed af strømstyrken.

I Honeycomb-spoler, se foto til højre, hvor spolen mere eller mindre er spundet op på kryds og tværs, vil magnetfeltet fra de enkelte vindinger mere eller mindre udslukke hinanden. Impedansens afhængighed af strømstyrken formindskes, og selv-kondensator virkningen vil være lille.



Selv-kondensatorvirkningen opstår når elektronerne bevæger sig i en ledning i et magnetfelt se Hall-effekt. En elektron der bevæger sig med hastigheden v i et magnetfelt B , vil være påvirket af en kraft vinkel ret på både hastighedsretningen og magnetfeltets retning. På et tidspunkt vil spolen være negativt ladet længst væk fra centrum af spolen og positiv nærmere centrum af spolen, det giver en kondensator virkning. Vendes strømmen er det omvendt.

Se fil : spolers selv-kondensatorvirkning og Halleffekt

Forsøg. Lav en spole, der er tvundet op på en stålbolt. Den kan slet ikke bruges i en radio, men den har en stor selv-kondensator virkning. Find impedansen- vekselstrømsmodstanden $Z=U/I$, for forskellige strømstyrker, når frekvensen holdes konstant.

Forsøg. Anskaf en Honeycombspole og lav det samme forsøg som ovenstående. Sammenlign de to forsøg.



Fjernsyn, billedrør

Hvis en elektron kommer ind imellem to plader med hver sin ladning vil elektronen afbøjes mod den positive ladning.

Anbringes der yderligere to plader vinkelret på de andre plader, kan en elektronstråle styres op og ned. Dette udnyttes i et billedrør.



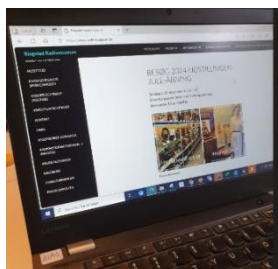
I et gammelt sort hvidt fjernsyn, er der en stråle af elektroner, der bevæger sig fra det øverste hjørne ned over skærmen linie for linie, ned til det nederste hjørne. Elektronstrålen tændes og slukkes på passende vis mens den bevæger sig hen over skærmen. I hvert lille område af skærmen (en pixel) er der et fluorescerende stof påført skærmen, der lyser når elektronstrålen er "tændt". På denne vis kan der dannes et billede på skærmen. Elektronstrålen kører henover skærmen 25 gange i sekundet, derved dannes der 25 billeder pr sekund.

Foto tv af Billedrør (farve) fra 1962. I et farvefjernsyn er der tre elektronstråler, der bevæger sig hen over skærmen, en til hver af farverne rød, grøn og blå.



Forsøg: Elektroner afbøjes også i et magnetfelt. Hold en magnet tæt på en gammel farveskærm og se hvad der sker. Se foto th.

Led-skærme




I mange tv-skærme/pc-skærme (2024) er der tre farver led-pærer i hver pixel, Rød, Grøn og Blå. Hver pixel tændes og slukkes af en computer. Det menneskelige øje opfatter en bestemt farve som en kombination af rød, grøn og blå i hver sin lysstyrke.

Opgave: Hvorfor er LED-pærer blevet så meget anvendte de sidste år?


Forsøg: Installer en app med RGB Color Picker på en mobiltelefon. Peg med mobilen på forskellige farver og aflæs farvesammensætning med RGB appen.

Vekselstrøm



Der er vekselstrøm i elnettet i Danmark 230V 50 Hz, hvilket betyder at spændingen vokser op og ned 50 gange i sekundet mellem ± 325 V. Står der 7V  på en oplader, betyder det at spændingen varierer mellem ca ± 10 V. En elpære tilsluttet elnettet vil blinke $2 \cdot 50 = 100$ gange i sekundet. En Led-pære vil blinke 50 gange i sekundet, da en Led-pære også er en diode. At lyset blinker er ikke noget man i praksis lægger mærke til.



Forsøg: To eller flere Led-pærer kobles sammen "modsat", så at en af dem lyser når strømmen går den ene vej og den anden lyser når strømmen går den anden vej. De anbringes for enden af en ledning i serie med en elektrisk modstand på ca 200 Ohm og tilsluttes 7V  . Ledningen svinges rundt, det ses tydeligt at lyset blinker. På billedet lyser den grønne og gule Led-pære samtidigt, og den røde Led-pære er forskudt en halv periode.



Nødradio og solcelle



Foto af nødradio og solcelle

En moderne nødradio, består af en (meget støjende) radio, et opladeligt batteri (kaldes nu om dage for en powerbank), en generator, en LED lygte og en meget lille solcelle. Se www.fysikogmatematik.wordpress.com undersiden fysik på tur postkort 17 og 18

Grammofoner



Den skive, som pladerne lægges på, drives af en lille elektromotor. På motoren sidder der et lille hjul med gummikant. Hjulet er i kontakt med omdrejningsaksen. Afspilles der mange plader bliver gummi på hjulet slidt, det får grammofonen til at køre rundt i en forkert omdrejningshastighed.

Det kan der smart rådes bod på! På siden af skiven, der roterer, laves der et antal prikker.

Siden af skiven belyses med lys, der blinker med en given frekvens f (stroboskoplys). Hvis afstanden mellem prikkerne lige netop svarer til den afstand hver prik bevæger sig under et blink, vil det se ud som om at prikkerne ikke bevæger sig. Samme effekt ses f.eks. også i gamles Westerns, hvor egerne i prærievognenes hjul, ser ud som om de kører baglæns. På grammofonen er der en drejeknap, hvor omdrejningshastigheden af skiven kan indstilles, hvis grammofonen ikke roterer i den rigtige hastighed. Når prikkerne ser ud til at stå stille, er hastigheden ok.

Eksempel: Der er 133 prikker rundt om skiven på den viste grammofon. Radius af skiven, fra omdrejningsaksen ud til der hvor prikkerne er 15,8 cm. Deles omkredsen af skiven med 133, bliver afstanden mellem hver prik $2 \cdot \pi \cdot \frac{0,158}{133} = 0,00746 \text{ m}$. Omdrejningshastigheden af grammofonen var sat til 45, dvs der er 45 omdrejninger på 60 sekunder. Skiven bevæger sig så 0,75 omgang pr sek. Hastigheden for en prik på siden af skiven bliver

så $0,75 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 0,158 \text{ m/s}$. Regn med at frekvensen af lyset er 50 Hz hvorfor? Dvs der er 100 blink på 1 sek. afstanden en prik bevæger sig på 0,01 sek er $0,75 \cdot 2 \cdot \pi \cdot \frac{0,158 \text{ m}}{\text{s}} \cdot 0,01 \text{ s} = 0,00745 \text{ m}$.

Opgave: Hvor mange prikker skal der være rundt om skiven, hvis grammofonen er indstillet på 33 omdr/min?

Lyslederkabel

Dataoverførsel kan ske på mange måder udover at ske med radiobølger, f.eks almindelige kobberledninger eller lyslederkabler. I kobberledninger er det en strøm af elektroner, der skal overføre datamængden. I lyslederkabler er det lys, der bevæger sig. Lyslederkabler er opbygget af en indre kerne og en ydre kappe af glas/plast med forskellig brydningsindeks. Forskellen i brydningsindeks bevirker at lyset totalreflekteres mellem de to lag glas/plast og bliver inden i den indre kerne.

Opgave: Hvad er totalreflektion? Hvad er brydningsindeks, og skal den indre kerne af lyslederen have et større brydningsindeks end den ydre kappe af lyslederen. Hjælp: søg totalreflektion, lysledere, brydningsindeks på internettet.



Kommunikations satellitter

Forsinket tale

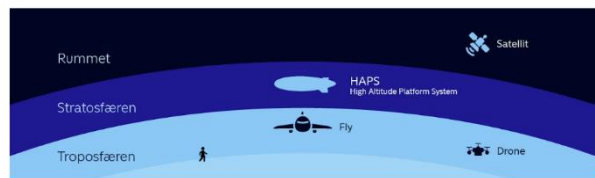


Kommunikations satellitter befinder sig 36000 km over jordoverfladen. Et tv-signal skal først ud til satellitten og tilbage igen før det når forbrugeren.

Opgave. Hvor lang tid tager det for radiobølgerne at bevæge sig $2 \cdot 36000 \text{ km}$?, og kan det være forklaringen på at der i kommunikationen med udenrigskorrespondenter nogen gange er pauser på ca 10 sek?

Opgave. Hvor lang tid tager det om at kommunikere med "manden på månen"?

En HAPS er en zeppelin, der er højere oppe end fly. Den kan bruges i stedet for engangs-vejrballoner. Dens propel drives af solceller "for oppe over altting stråler moder jord" uden skyer. Den kan blive stående over samme sted over jorden.



En HAPS har den fordel, at den modsat fly og droner kan komme højere op og blive hængende over det samme sted.

Opgave: Hvor højt er den oppe hvis det tager et radiosignal 0,000067 sek at komme fra jorden op til zeppelin?

Kommunikations satellitter skal befinde sig lige over det sted det skal sende til. Det kaldes den geostationære bane. Satellitten skal bevæge sig med samme omløbstid T om jorden, som jorden roterer på $T = 23$ timer og 56 min. =

86160 sek. Det er jordens tiltrækningskraft $F_g = \frac{G \cdot m_j \cdot m_s}{r^2}$ på satellitten som holder satellitten i en cirkelbevægelse om jorden. Den kraft der skal holde et legeme i en cirkelbevægelse kaldes centripetalkraften $F_c = m_s \cdot \frac{(2\pi)^2}{T^2} \cdot r$.

Efter lidt regning bliver det til $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{r^3}{G \cdot m_j}}$, hvor r er afstanden fra centrum af bevægelsen ud til satellitten, G er gravitationskonstanten $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{Nm^2}{kg^2}$, $m_j = 5,9976 \cdot 10^{24} kg$ er massen af jorden.

Opgave: Vis at omløbstiden for kommunikations satellitter faktisk er 86160 sek. Husk at tage højde for jordens radius.

Tonegenerator

Meget af det indre i en radio er spoler og kondensator i forskellige kredsløb. Resonansfrekvens i de enkelte kredsløb, kan betyde at lige netop en frekvens forstærkes, eller kan svækkes i en anden opstilling. Det udnyttes i de fleste radioer for at få en bedre lyd ud af højttalerne.

meget nyttigt værktøj, for at finde resonansfrekvenser i svingningskredse er en tonegenerator. En tonegenerator-udgang kan give en elektrisk strøm med en fast frekvens og spændingsforskel.

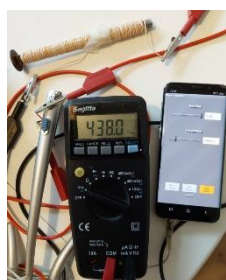
Forsøg: Forbind en spole til en tonegenerator i serie med et amperemeter, der kan måle strømstyrken I . Varier frekvensen f , mens spændingen U holdes konstant. Beregn impedansen ved $Z = U/I$. Vis at $Z = k \cdot f$.

Forsøg: Forbind en kondensator til en tonegenerator i serie med et amperemeter, der kan måle strømstyrken I . Varier frekvensen f , mens spændingen U holdes konstant. Beregn impedansen ved $Z = U/I$. Vis at $Z = k/f$.

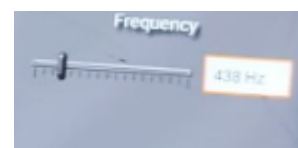
En mobiltelefon med en signalgenerator app, kan også virke som en tonegenerator! I øretelefon udgangen på mobiltelefonen er der indsat stikket fra en pc-mikrofon, hvor selve mikrofonen er taget væk. De to ledninger mikrofonen var tilsluttet viser sig at give udgangssignalet fra signalgenerator-Appen. **Forsøg:** Forbind en spole til en tonegenerator i serie med et amperemeter, der kan måle strømstyrken I . Varier frekvensen f , mens spændingen U holdes konstant. Beregn impedansen ved $Z = U/I$. Vis at $Z = k \cdot f$.

Forsøg: Forbind en spole til en tonegenerator i serie med et amperemeter, der kan måle strømstyrken I . Varier frekvensen f , mens spændingen U holdes konstant. Beregn impedansen ved $Z = U/I$. Vis at $Z = k \cdot f$.

Forsøg: Forbind en spole til en tonegenerator i serie med et amperemeter, der kan måle strømstyrken I . Varier frekvensen f , mens spændingen U holdes konstant. Beregn impedansen ved $Z = U/I$. Vis at $Z = k \cdot f$.



En mobiltelefon med en signalgenerator app, kan også fungere som en tonegenerator. Stikket fra en Pc-mikrofon indsættes i hunstikket til øretelefonen, efter at selve mikrofonen er klippet af. De to ledninger mikrofonen var forbundet med fungerer som udgangssignal fra signalgenerator-appen. Udgangssignalet ligger på op til 0,5 V og 0,1 A. Når frekvensen øges falder både spændingen og strømstyrken. Det kan der tages højde for ved at indstille lydstyrken af tonen!



Bemærk at multimeteret kun kan måle frekvenser når strømstyrken er tilpas stor. Den anvendte tonegenerator kan give frekvenser op til 20000Hz. Multimeterets frekvensmålinger kan følge med op til ca 6000Hz.