

”

Laboratoriekursus



stx Fysik C

Stormgade 47
6700 Esbjerg

INDHOLDSFORTEGNELSE

I Lab 1 C	3
1 D: Halveringstid for Barium R	5
2 D Spektrallinjer	7
3 D: Solys 1	8
4 G: Lod og bestemmelse af gravitationskonstanten R	9
5 G: Lydens hastighed i luft R	10
6 G: Strengbølger R	11
7 G: Halveringstykkelser for gamma-kilde R	14
II Hjemmeforsøg	15
8 Kalibrering af køkkenvægt	16
9 Varmekapacitet og massefylde for metal	17
10 Faseovergang (kvantitativt)	19
11 Nyttelvirkning af tre typer af opvarmning	23
12 Falder tunge sten hurtigere end lette	24
13 Endimensionel elastikmodel af universets udvidelse	25
14 a4-arks model for optisk gitter	26
III Lab 2	27
15 Dopplereffekt ved lyd	28
16 Laserlys og optisk gitter	29
17 Brydningsindeks og totalrefleksion	31
18 Afstandskvadratloven	32
19 Identifikation af strålingstype	33
20 Semi-kvantitativ analyse af lyskilder med spektrofotometer og nyttelvirkning af disse lyskilder	34

Del I

Lab 1 C

Udgangspunktet for en kort rapport er at vi ser på sekundær databehandling forud for kurset.

En kort rapport er netop en side!

D: HALVERINGSTID FOR BARIUM R

EKSPERIMENTETS FORMÅL

Hypotese: "Strålingen fra isotopen Ba-137 aftager eksponentielt som funktion af tiden."*

I matematiske termer:

$$A(t) = A_0 \cdot \exp(-k \cdot t)$$

- Hvor $A(t)$ angiver aktiviteten til tiden t .
- A_0 er aktiviteten til tiden $t = 0$.
- k er henfaldskonstanten.

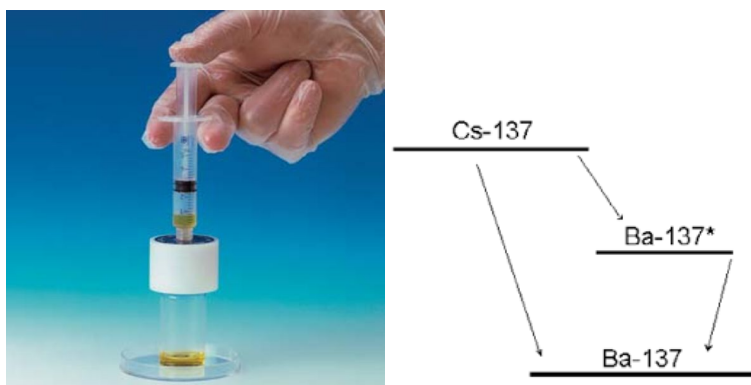
POINTE

- Formålet med forsøget er at verificere (eller falsificere) denne hypotese samt at bestemme halveringstiden. Der sammenlignes med tabelværdi.
- En oplagt fejl er at overse baggrundsstrålingen.
- Vi skal være sikre på vores prøve er ren og den kun indeholder

Det radioaktive præparat i generatoren hedder Cæsium (Cs). Vi er ikke interesserede i den primære henfald men netop i *det sidste led i kæden*:



hvor * angiver en *exiteret tilstand*, hvor kernen har er i et ustabilt/radioaktivt højt energiniveau.



Figur 1.1 – En udvaskning med en udtræksvæske bevirker, at datterkernerne, dvs. Ba* -kernerne skylles ud af minigeneratoren, mens den primære Cs-kilde forbliver inde i den skærmede generator. Efter en hviletid genoprettes en konstant mængde Ba-137* i generatoren og kan igen tappes igen.


BAGGRUNDSSTRÅLINGEN

Baggrundsstrålingen bør foretages i samme opstilling og ikke blot i en tilfældig retning (overvej hvorfor).

HOVEDMÅLINGEN

Umiddelbart efter udtræk placeres prøvematerialet lige ud for GM-røret. Der er tusindvis af indstillinger på udstyret, så en mobiloptagelse af forløbet er den sikre metode.

DATABASEHANDLING

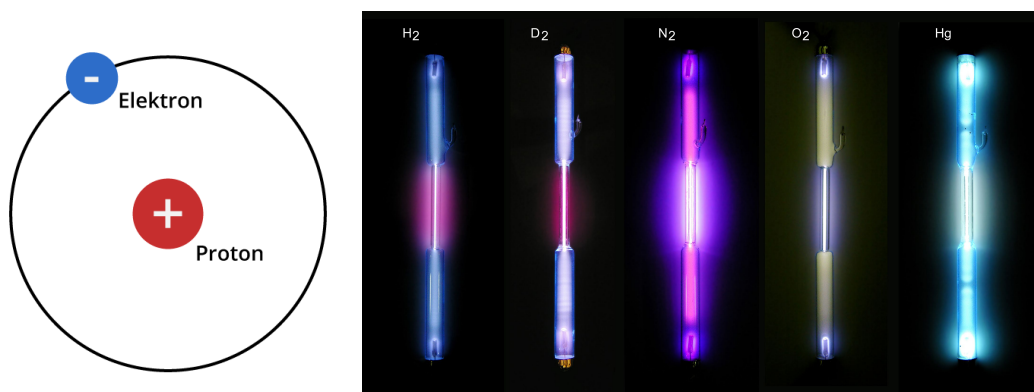
- Der laves regression på korrigeret data
- Halveringstid og henfaldskonstant sammenlignes med tabelværdier
- Her er data fra tidligere 

Det gøres måske nemmest ved at lade de indledende ting i excel, åbne wordmat og lave regressionsn i wordmat/excel.

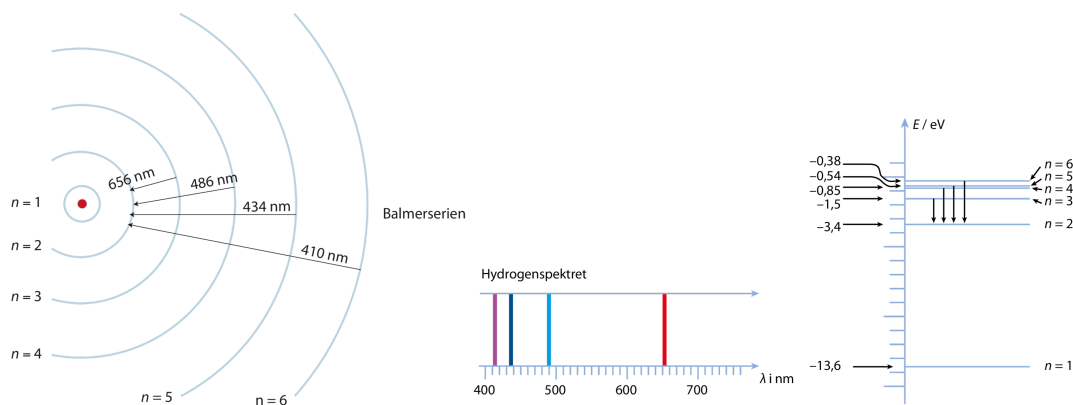
VIDEOKLIP

- [Jim McLean - A niveau matematik hvor der argumenteres med differentialligninger.](#)
- [Jim McLean - typer af radioaktiv henfald.](#)
- [Videovejledning til forsøget.](#)
- [International gennemførelse af forsøget.](#)
- [kerne kortet](#)

D SPEKTRALLINJER



Figur 2.1 – Alle atom har en positiv kerne og elektronerne kan kun befinde sig i bestemte energiniveauer. De farver vi ser fra de lodretstående rør er flere farver på samme tid. Det øjet opfatter som en farve, er flere samtidige farver. Det som vi oplever som hvidt er netop alle farver!



Figur 2.2 – En nærmere analyse af elektronbanerne for hydrogen og de tilhørende energiniveauer. Alle energiniveauer er netop negative, fordi elektronen er netop bundet til elektronkernen og der her er frigivet energi.



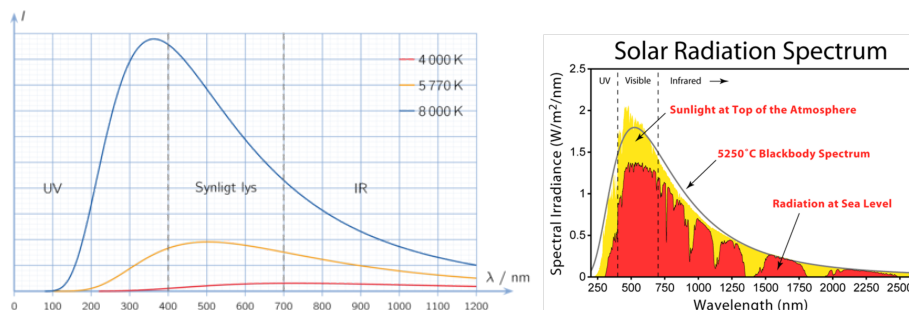
Figur 2.3 – For overhovedet at få empiri om disse samtidige bølgelængder, skal der anvendes udstyr. Startende fra venstre har vi et klassisk ur-magerinspireret analog spektrometer. Det er som at skulle spille på violin, de efterfølgende er moderne næsten optimeret til slutbrugere. De anvender alle gitterligningen.

POINTE

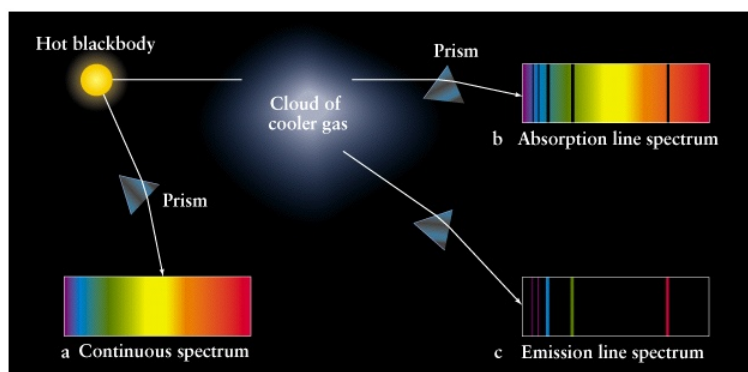
Med et gitter og en mobiltelefon kan du lave dit eget spektrometer. Se [her](#)

D: SOLYS 1

Solen er blot et sort legeme der følger strålingsloven. Der sker meget inden dette lys rammer jordoverfladen.



Figur 3.1 – Varme legemer udsender mere lys med kortere bølglængde. Der sker mange ting inden dette lys rammer jordens overflade

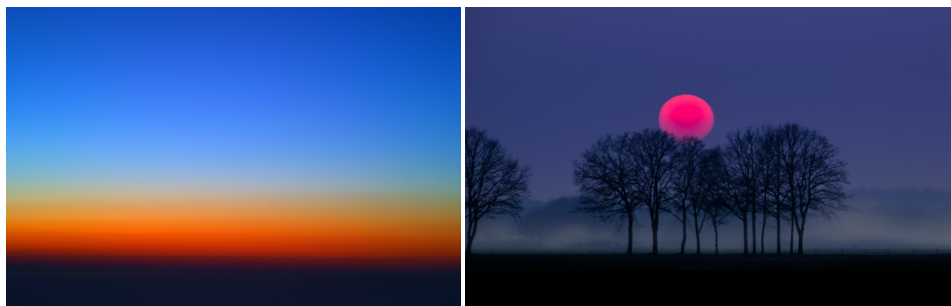


Figur 3.2 – Ikonisk gengivelse af absorption og emission af lyset fra et sort legeme. Situationerne a, b og c er observationer af samme lyskilde.

RAYLEIGH SPREDNING

I jordens atmosfære vekselvirker sollyset med alle molekyler - altså uden at der sker vekselvirkning med elektronerne. Det ske, kort sagt, fordi bølglængden og molekylerne er *cirka lige store*. Spredningen afhængig af partikelstørrelsen r og λ med nedenstående faktor. Bemærk at bølglængden står i nævneren, hvorfor blåt lys spredes meget kraftigere end rødt.

$$\frac{2 \cdot \pi \cdot r}{\lambda}$$

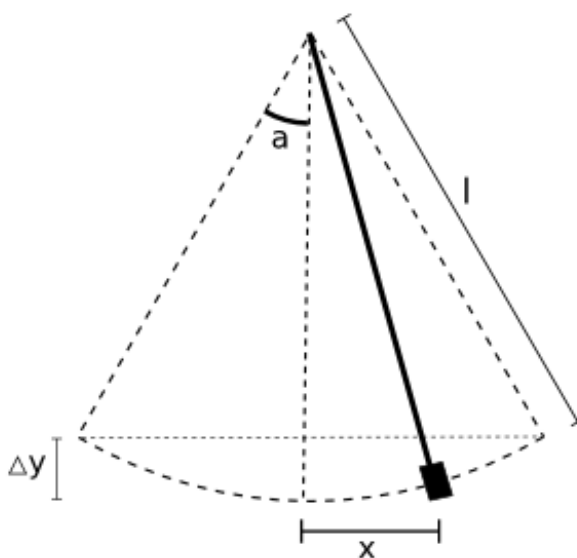


Figur 3.3 – Atmosfæren filtrerer sollyset, og hvis månen belyses med rødt lys, fremstår den rød.

G: LOD OG BESTEMMELSE AF GRAVITATIONSKONSTANTEN R

INTRO

Det kan relativt let vises at svingningstiden er uafhængig af amplituden. Dette er ikke i fokus i dette forsøg.



Figur 4.1 – Et lod bør ophænges i en vugge - netop for at fastholde lodet i samme svingningsplan. Lodlængden måles til massemidtunktet, og højdeforskellen angives som Δy .

BESTEMMELSE AF GRAVITATIONSKONSTANTEN - IKKE CAPSTONE

- Vælg minimum 6 forskellige lodlængder i intervallet fra 20 til 150 cm
- Mål tiden for 10 svingninger.

Her er det centralt der laves den rigtige regression. Dvs

$$T = \frac{2 \cdot \pi}{\sqrt{g}} \cdot \sqrt{l}$$

I praksis får du en regression der er nogenlunde

$$E_{mek} = E_{kin} + E_{pot} = k$$

G: LYDENS HASTIGHED I LUFT R

Med udgangspunkt i [FysikCbogen 3.3 lyd](#), vil vi bestemme lydhastigheden i luft og stål.

LYDENS HASTIGHED I LUFT

Vi vil gerne eftervise følgende formel for lydhastigheden i luft. Se evt: [Kort video med opstilling](#).

$$v = 331 \cdot \sqrt{\frac{K}{273}} \quad \left[\frac{m}{s} \right], \quad \text{hvor } K \text{ måles i kelvin.}$$



Figur 5.1 – Forsøget gennemføres med forskellige mikrofon afstande og tilhørende tidssmålinger.

DATABEHANDLING

- Fra luftforsøget laves der regression med tid (på førsteaksen) og længde (mellem mikrofonerne på andenaksen)

G: STRENGBØLGER R

For stående bølge ønsker vi at verificere bølgeligningen

$$v = \lambda \cdot f$$

Vi ser også på hvad der sker når vi

- strammer snoren.
- Vælger en tykkere/tyndere snor.

Men det kender nogen måske allerede fra et almindeligt strengeinstrument. Se evt videoklip [Kort gennemgang af opstilling](#)

POINTE

En guitarstreg trækkes væk fra hvilepositionen og vibrerer *sådan som den er stemt*, vores opstilling får et ganske bestemt input og *spiller* kun når der tonegeneratoren giver den rigtige frekvens til opstillingen. I det følgende gives en tre-trins forklaring på dette fænomen.

1: ET IMPULS FRA VIBRATOREN

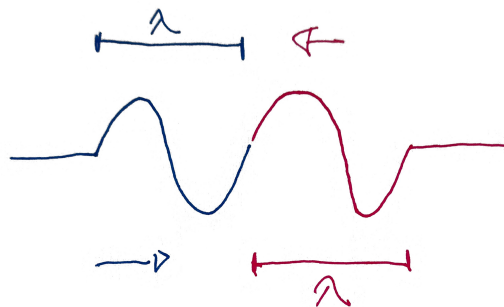


Figur 6.1 – Ikonisk skitse af et impuls fra vibratoren og efterfølgende refleksion:

Du kan med fordel se dette videoklip [Svingende fjeder](#).

2: INTERFERENS

Udsvinget fra vibratoren er få millimeter. Mens den maksimale amplitude på strenge er flere centimeter. Dette skyldes at den stående bølge er summen er mange konstruktive input fra vibratoren.

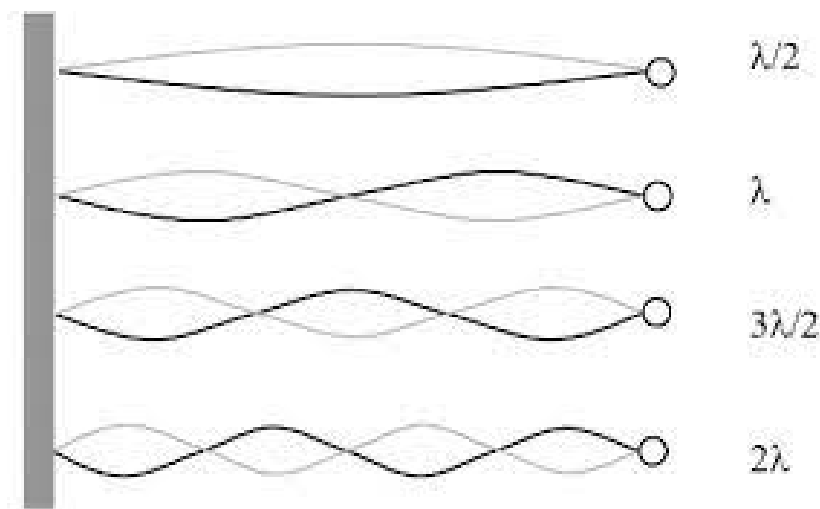


Figur 6.2 – Den destruktive interferens forekommer eksempelvis når to identiske bølger udslukker hinanden. Du kan med fordel kikke på figur 6.1.

3: RÆSSONNANS

Opstillingen er i ræssonans når der udelukkende er konstruktiv interferens.

I forsøget vil vi se på en frekvens ad gangen.



Figur 6.3 – Snorbølger ved ræssonans - den sorte er bølgen på et tidspunkt, den grå er en halv periode senere. I forsøget vil vi have en frekvens ad gangen.

Samtidig kan vi ændre bølgehastigheden ved at skifte snor eller tilspænding (ændre massen af loddet). Dette er forsøg 2 og 3 der laves i kombination

ET GRUNDIGT VIDEOKLIP

Meget gennemarbejdet videoklip om udførelse af forsøget

GRUNDOPSTILLING

Vibratoren skal tilsluttes frekvensgeneratoren. Snorens ender skal sættes fast i vibratoren og tilspændes med loddet med masse M (alternativt kan den tilspændes med et newtonmeter) Ved ræssonans vil opstillingen have et helt antal halve bølgelængder,

$$L = \frac{1+n}{2} \lambda_n \iff \lambda_n = \frac{2L}{1+n}, \quad n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

hvor L er længden af den svingende streng og λ_n er bølgelængden for den n 'te oversvingning, mens $n = 0$ er grundsvingningen.

$$v = \lambda_n \cdot f_n, \quad n = 0, 1, 2, 3, \dots,$$

Her vil bølgehastigheden (med en given snor og fastholdt tilspænding) være den samme for alle frekvenser, hvorfor vi med ovenstående kan bestemme bølgehastigheden for alle værdier af n . Dette er forsøg 1.

FORSØGSPLAN

FORSØG 1: BØLGELIGNINGEN GÆLDER FOR DE FØRSTE OVERTONER

For et fasthold L , en bestemt snor og en fastholdt tilspænding.

- Find den laveste egenfrekvens, f_0
- Find de efterfølgende overtoner, f_1, f_2, f_3, \dots

Alt er gået godt når du får: Samme bølgehastighed for alle disse.

POINTE

- Dette forsøg gentages for forskellige snore og forskellige tilspændingsmasser (hvilket sker igennem de næste forsøg)
- Hermed har du en række bestemmelser af bølgehastigheden for denne opstilling.

FORSØG 2: STØRRE TILSPÆNDING GIVER HØJERE EGENFREKVENNS

For et fastholdt L , en bestemt snor, varieres tilspændingsmasse. Brug opstillingen fra forsøg 1, og forøg massen og sammenligner de to situationer.

DATABASEHANDLING

Foretag udregninger der efterviser at bølgeligningen er gældende.

G: HALVERINGSTYKKELSE FOR GAMMA-KILDE R

INTRODUKTION

Ligesom for stoffer med en vilkårlig halveringstid, hvor intensiteten bestemmes er en faldende eksponential-funktionen (med tiden t som variabel), kan det for stoffer med en lang halveingstid, vises at intensiteten er en aftagende eksponentialfunktion (med skærmningstykkelsen x som variabel)

$$I(x) = I_0 \cdot \exp(c \cdot x)$$

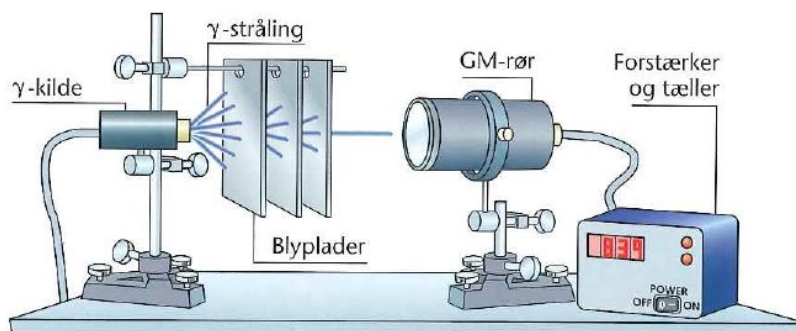
hvor konstanten c er knyttet til materialevalgt og x er materialetykkelsen. Se i øvrigt [Klip fra frividen](#), og denne om [kerne kortet](#).

BAGGRUNDSSTRÅLINGEN

Med opstillingen i figur A tæller vi på baggrundstrålingen i 3 minutter. Heraf kan vi udregne y_{baggrund} som antal tællinger pr 10 sekunder. y_{baggrund} er altså de tællinger, som vi altid måler, uanset om vi har en kilde foran tælleren eller ej.

HOVEDMÅLINGEN

Der sættes skiver af et bestemt metal (f.eks. bly) på stativet mellem kilden i GM-røret. For hver skive måles der i 10 sekunder. Derfor indstilles tælleren til at tælle kontinuert i 10 sekunders intervaller.



Figur 7.1 – Det er ikke tydeligt i denne gengivelse med afstanden mellem kilde og gm-rør skal fastholdes gennem forsøget og i øvrigt være så kort som muligt. Hvorfor?

DATABASEHANDLING

Vi korrigerer tælle tallene for baggrundstrålingen ved hjælp af formelen:

$$y_{\text{korrigeret}} = y_{\text{målt}} - y_{\text{baggrund}}$$

- Herefter anvendes wordmat-Excel til eksponential regression. Her er et superende datasæt fra tidligere:



- Til sidst skal I sammenligne med den værdi som kan slås op i en datatabel, og som er bestemt i professionelle laboratorier.

Del II

Hjemmeforsøg

KALIBRERING AF KØKKENVÆGT

En køkkenvægt måler faktisk ikke masse - en gammel vægt indeholder ofte en fjeder (der spændes), en moderne køkkenvægt har elektriske kredse så der måles faktisk en spænding.

FIGUR

Ved at opmåle en bestemt masse vand kan vi kalibrere din køkkenvægt og derved vurdere præcisionen.

FIGUR

FEJLKILDE OG USIKKERHED

Det er vanskeligt at lave hver afmåling korrekt. Nogle opmålinger vil være for store, andre for små. Det er netop karakteristisk for en måleusikkerhed.

Hvis skalaen, på måleglasset, er forkert er det en gentagen fejl som giver samme fejl ved alle opmålinger. Dette er karakteristisk for en fejlkilde.

I princippet er der altid en fejlkilde, for ethvert måleglas er uperfekt. Eksempelvis er et 50 ml glas mere præcist end et 250 - men det er samtidig mindre. En pointe her er således:

95 ml skal opmåles i et 100 ml glas, 200 i et 250 ml og 21 i et 25 ml glas.

Der er faste måleglas til fx. 100 ml, som samtidig har præcisionen fra et 10 ml. De ser ud som nedenfor:

BESKRIVELSE

Undersøg maksimalbelastningen for din egen køkkenvægt. Lad os, idet følgende, sige den er 4 kg.

1. Nulstil vægten
2. Stil en 4 liters skål på vægten
3. Noter vægten af skålen
4. Afmål 250 ml vand og aflæs og noter vægten
5. Gentag foregående punkt mindst 12 gange.

DATABEHANDLING

Lav lineær regression på data. X-aksne er ml vand, Y-akse er vægt.

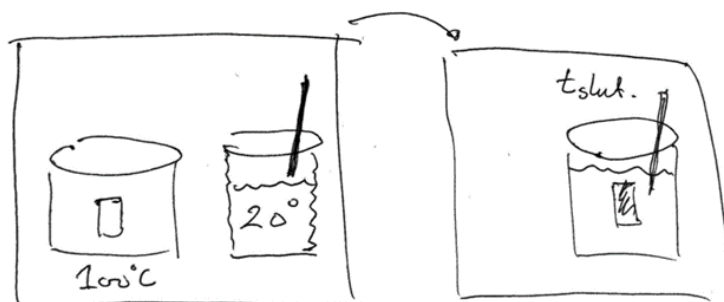
SLUTGRAF OG KONKLUSION

- Giv en fortolkning af konstanterne i regressionen.
- Hvorfor er massen af skålen ikke nødvendigvis præcis det samme som konstantleddet i regressionen?
- Noter hvor du kan se usikkerheder og fejlkilder.

VARMEKAPACITET OG MASSEFYLDE FOR METAL

I Fysik C bogen ved [Eksperiment 2.6.6](#) ses forsøget hvor udgangspunktet er kogende vand. Her er følgende problemer:

- Det kogende vand sikre ikke at loddet er 100 grader celsius - det er faktisk lidt koldere når det nedsænkes i vandbadet.
- Der er varmetab fordi opstillingen bliver varmere end stuetemperatur (hvis udgangstemperaturen er stuetemperatur)



Figur 9.1 – Ud fra energibevarelse vil energien til temperaturændingen i vandet svare netop til energien i temperaturændingen i loddet. Her tænkes på energi og varmemængde som samme begreb. I flere bøger omtales denne energi som varmemængde med Q - netop for at understrege at det er varmeenergi.

TO FORSØG

Derfor laver vi også forsøget tre gange hvor metalloddet har følgende starttemperatur:

1. Isbad som ideelt er netop 0 grader Celsius.
2. Kogende vand som ideelt er 100 grader Celsius.

FREMGANGSMÅDE

Loddet nedsænkes i kogende vand Og placeres efterfølgende i et vandbad omkring stuetemperatur og vi observerer fællestemperaturen t_{slut} .

ENERGIBEVARELSE

Herefter kan der med udgangspunkt energibevarelsen opstilles følgende:

$$-m_{lod} \cdot c_{lod} \cdot \Delta t_{lod} = m_{vand} \cdot c_{vand} \cdot \Delta t_{vand}$$

I tilfældet hvor lodet er nedsænket i kogende vand, som indikeret på figur9.1, bliver ovenstående til

$$-m_{lod} \cdot c_{lod} \cdot (t_{slut} - 100) = m_{vand} \cdot c_{vand} \cdot (t_{slut} - 20)$$

Hvor udtrykket med måling af vandmængde, lodvægt og temperatur er **en ligning med en ubekendt**. Dette kan sammenlignes med tabelværdier for varmekapacitet for kendte metaller. Fx s46 i fysik112.

POINTE OM FEJLKILER

Disse vil (formodentlig) være:

- Lodtemperaturen er idealiseret.
- Isoleringen i opstillingen er ikke perfekt.
- Vandrester på loddet (loddet er ikke tørt).

Det er således vigtigt at du har gennemført forsøget så du kan vurdere disse i eksamenssammenhæng.

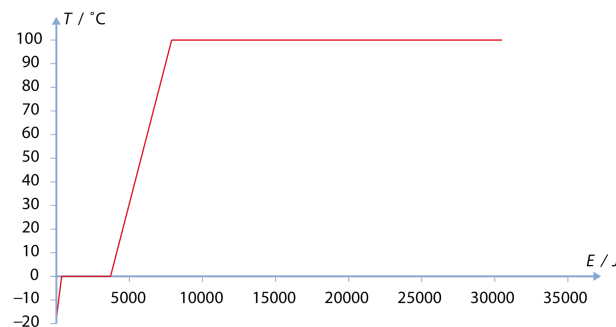
FASEOVERGANG (KVANTITATIVT)

Bemærk at der op OneNote er info om wattmeter

INTRO

Varme er ikke et stof. Omkring 1700 opfattedes det brandbare, ved et materiale, at være knyttet til Phlogiston, og omkring 1800 blev varme opfattet som stoffet: Caloric. Dette eksisterer stadig i sproget: Kalorie.

Det er altså en (halv-) moderne opfattelse at varme er et forhold mellem molkyler og her er nedenstående skitse for H_2O central.



Figur 10.1 – Temperaturen for ca 100 gram H_2O udtaget af en almindelig fryser hvor der tilføres en konstant effekt. Bemærk at opvarming og overgangen fra is til vand, er sammenlignelig med opvarmningen af vandet fra smeltepunkt til kogepunkt.

POINTER OM REFERENCEPUNKTERNE NUL OG 100 GRADERS CELSIUS

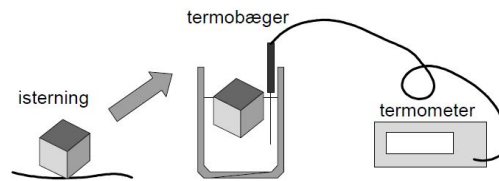
I forhold til grafen ovenfor er det centralt at indse følgende

- Et isbad vil med tiden blive nul grader. Hvis noget vand (i isbadet) er varmere end nul, vil det afkøles af isen. Hvis noget af isen er under nul grader vil vandet omkring det afkøles og evt fryse. Hvis isen, i et vandbad, starter på -10 grader, vil is-delen først være is ved nul grader, og efterfølgende vil denne is smelte til vand ved nul grader.
- Når en elkede koger, er varmelegement i kedlen over 100 grader, men vandet er kun 100 grader. Derfor vil et metalod nedsænket i vandet, ideelt set, have samme temperatur.

POINTER OM ET LUKKET SYSTEM

Et lukket system vil ende i termisk ligevægt. Det betyder at systemet vil have en sluttemperatur men samme energi. På den baggrund kan vi knytte faseovergang til temperaturændringer.

OVERGANG FRA IS TIL VAND - AFKØLING AF DRINKS



Figur 10.2 – Arbejdsskitse til udførelse af smeltevarmeforsøg

1. Et vandbad forberedes en vand/is blanding ved 0°C - dette kan med fordel stilles i køleskabet i en times tid.
2. Et vandbæger med vandmassen m_{vand} og stattemperaturen t_{start} forberedes. Hav et termometer i dette isvand som dokumentation.
3. En ismasse på ca $1/3$ af vandmassen lægges kortvarigt på køkkenrulle og placeres uden berøring i vandet. Køkkenrullen bruges som "ske".
4. Ved afvejning og termometer bestemmes m_{slut} og t_{slut}

Ud fra ovenstående skal du have følgende data:

m_{is} Denne findes som $m_{\text{is}} = m_{\text{slut}} - m_{\text{start}}$

Δt Denne findes om $\Delta t = t_{\text{slut}} - t_{\text{start}}$

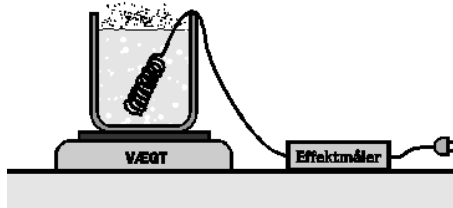
ENERGILIGNING

På denne baggrund får vi nedenstående hvor VS er opvarming af isen og HS er afkøling af startvandet.

$$m_{\text{is}} \cdot L + m_{\text{is}} \cdot c_v \cdot (t_{\text{slut}} - 0) = m_{\text{vand}} \cdot c_v \cdot \Delta t$$

FORDAMPNING AF VAND

Her vil du typisk bruge en elkedel.



Figur 10.3 – Med dette setup er der flere datapunkter, hvorfor den samlede usikkerhed minimeres. Det er naturligvis en ikonisk fejl at dyppekogeren hænger på kanten.

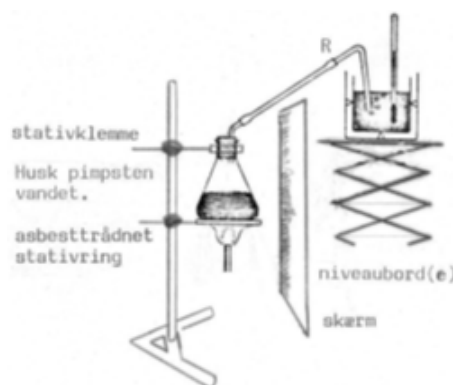
ENERGILIGNING

På denne baggrund får vi nedenstående (

$$-\Delta m \cdot L = P \cdot \Delta t$$

Netop fordi alt foregår ved kogepunktet er der ingen temperaturændringer.

DAMP FORTÆTTES TIL VAND - DENNE LAVES SOM LABORATORIEØVELSE



Figur 10.4 – Vand opvarmes til kogepunktet og den varme damp fortættes i vandbadet. Bemærk at der skærmes mellem gasflamme og vandbad.

ENERGILIGNING

Nedenfor er sjustet lidt med notationen, så der skal lige arbejds lidt for at indsætte korrekt. Bemærk at opstillingen bliver tungere igennem forsøget

$$\Delta m \cdot L + \Delta m \cdot c_v \cdot \Delta t = m_{vand} \cdot c_v \Delta t$$

OPLAGTE OPGAVER OG TEORI

Fra Orbit B

- [Oplagt eksempel i systime.](#)
- [Opgave i systime .](#)
- Teorien er beskrevet i [systime 2.7.](#)

Hvis du kun har adgang til C-niveaubogen er der her direkte link til den.

- [Oplagt eksempel i systime](#)
- [Regressinoseksempel fra systime](#)

Fysik C

- [Hele afsnit 2.7 i FysikCbogen](#)
- [Øvelse 2.7.3 i FysikCbogen](#)

Fysik AB

I ØVRIGT

- Begrebet underafkøling [youtube.](#)

NYTTEVIRKNING AF TRE TYPER AF OPVARMNING

Bemærk at der op OneNote er info om wattmeter

Dette forsøg er åbent og vi skal blot sammeligne nyttevirkningen for to af nedenstående opvarmningsmuligheder

- Elkedel
- Microovn
- Gryde på klassisk blus
- Kaffemaskine

TAB

Fokuser på energitabet i din opstilling, og medtag en skise i rapporten.



Figur 11.1 – Kun en andel af den tilføje elektriske energi genfindes som tilvækst i termisk i vandet. Der er netop et tab.



Figur 11.2 – En elmåler indsættes direkte i 230 volt udtaget og angiver enten effekten eller det samlede energiforbrug. Den termiske energi bestemmes ud fra energiligningen $E = m \cdot c \cdot \Delta t$

FALDER TUNGE STEN HURTIGERE END LETTE

Lad en videooptagelse af to objekter der demonstrerer hypotesen.

I rapporten giver du en beskrivelse og en konklusion.

ENDIMENSIONEL ELASTIKMODEL AF UNIVERSETS UDVIDELSE

[Elastikmodel - Ekperiment 6.1.2](#)

A4-ARKS MODEL FOR OPTISK GITTER

Lav først [Øvelse 3.5.2 - gitter med 500 linjer](#)

Fortsæt herefter med øvelse [Eksperiment 3.5.3 Måling af bølgelængde](#)

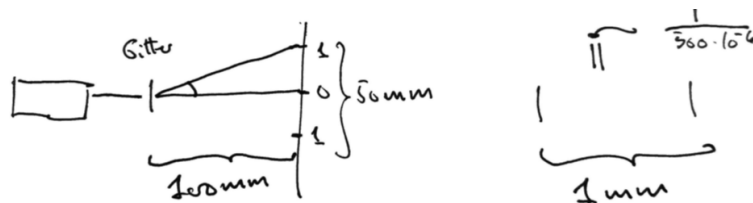
Rapporten består af en gengivelse af opstillingen og beregning til bestemmelse af bølgelængden af laseren.

Antag her at gitterkonstanten er 500 linjer pr mm. (hvilket den også er..)

Til bestemmelse af bølgelængden af den udleverede laser, benytter du gitterligningen:

$$n \cdot \lambda = d \cdot \sin(\nu_n),$$

Med udgangspunkt i et konkret situation, kan det lette databehandlingen at arbejde med et formeludtryk som indeholder det vi kan måle med en lineal, som skitseret nedenfor:



Figur 14.1 – Afstandene i trekanten kan indsættes direkte i udtrykket for bølgelængden, hvor $\sin(\nu)$ bestemmes ud fra retvinklet definition. Til højre er skitseret 1 mm og 500 linjer på gitteret og et udtryk for afstanden mellem to linjer i gitteret.

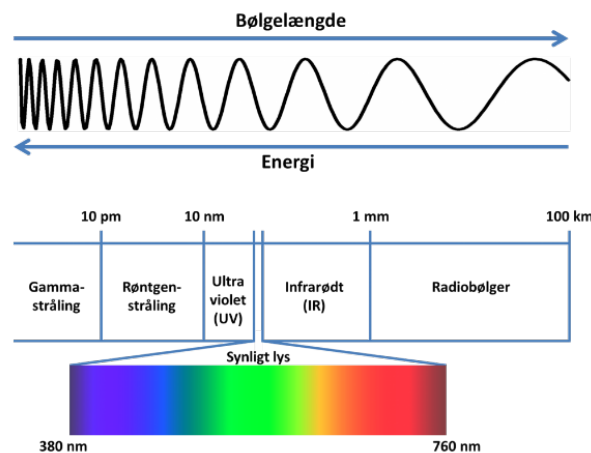
Her skal omregnes mellem gitterlinjer pr mm til gitterkonstanten d (afstanden mellem to linjer) og vinklen i en retvinklet trekant:

$$d = \frac{1}{500 \cdot 10^{-6}} \quad \sin(\nu) = \frac{\text{kat}}{\text{hyp}} = \frac{25}{\sqrt{100^2 + 25^2}}$$

Sammensat som på figur 16, giver det nedenstående udtryk for bølgelængden. Pointen med dette udtryk er: **Du måler ikke vinklen men netop det du kan observere med en lineal.**

$$\lambda = \frac{\sin(\nu_n)}{n \cdot 500 \cdot 10^{-6}} = \frac{25}{\sqrt{100^2 + 25^2} \cdot 1 \cdot 500 \cdot 10^{-6}} = 485,07 \text{ nm}$$

Altså en blå laser! Hvis du får noget helt andet, er der et eller andet galt i din opstilling eller dine beregninger.



Figur 14.2 – Du skal altid kontrollere at laserens synlige farve stemmer overens med spektrum.

Beregn bølgelængden af laseren for forskellige ordner og medtag dem direkte på a4arket. Dette er selve rapporten for dette forsøg.

Del III

Lab 2

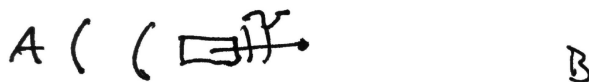
DOPPLEREFFEKT VED LYD

Dopplereffekten kan undersøges med lineær bevægelse af en kilde med hastigheden v og kilde-frekvensen f_0 .



Figur 15.1 – Elektronikken har en frekvens på $f_0 = 620\text{ Hz}$, hvilket giver et dopplerskift på ca 20 Hz ved en hastighed på $v = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Nedenfor er forsøgsopstillingen skitseret, hvor kilden bevæger sig væk fra A mod punktet B.



Figur 15.2 – Kilden er symboliseret med en kasse og umiddelbart foran ses er gengivet ikonerne for to sammenpressede bølgetoppe. Bag kassen ses de samme bølger med større afstand. Der er således to forskellige bølgelængder, hvilket vi vil observere som to forskellige frekvenser i punkterne A og B.

Der er såldes baggrund for at observere disse tre frekvenser:

$$\begin{aligned} f_0 &= 620 \\ f_A &= \frac{v_{\text{lyd}} - v}{v_{\text{lyd}}} \cdot f_0 \\ f_B &= \frac{v_{\text{lyd}} + v}{v_{\text{lyd}}} \cdot f_0 \end{aligned}$$

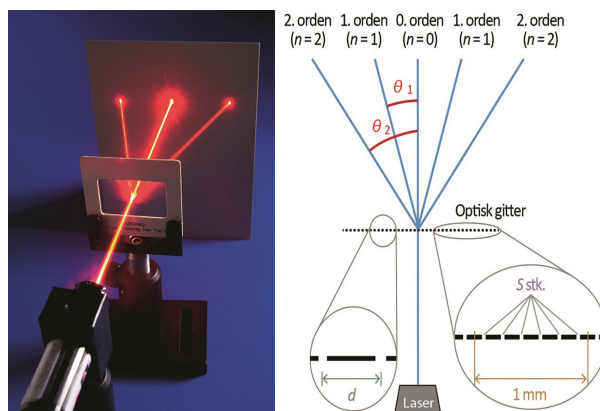
hvor vi i udgangspunktet mener $v_{\text{lyd}} = 343 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

FORSØGSPLAN

Med appen phyphox måler vi

- Hvile frekvens f_0 med underpunktet Audioscope
- Bestemmelse af hastigheden v med underpunktet doppler effect
- Besmelse af frekvenserne f_A og f_B med audioscope og efterfølgende beregning af hastigheden v .

LASERLYS OG OPTISK GITTER



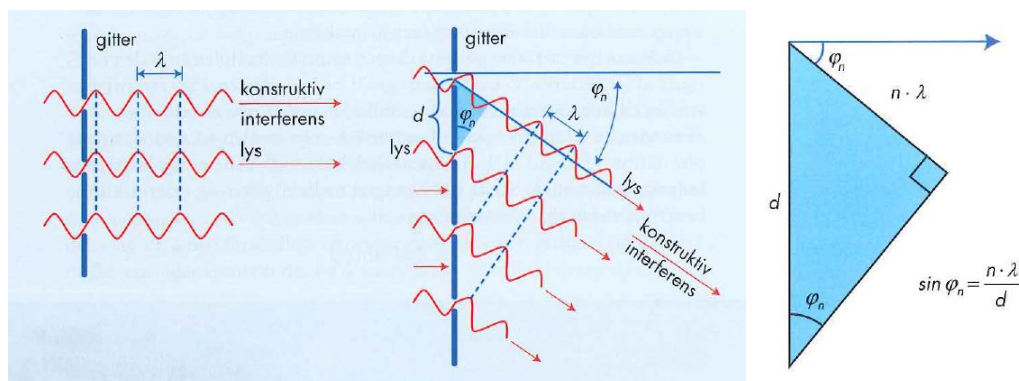
Figur 16.1 – Zoom på fra makro til nano-niveau på gitter. Bemærk at vinklen her kaldes θ_n , du kan kalde den hvad du finder nemmest!

EKSPERIMENTETS FORMÅL

Vi vil eftervise

- Lys har bølgeegenskaber (brydes i gitter)
- Denne bølgeegenskab følger gitterligningen $n \cdot \lambda = \sin(\varphi_n) \cdot d$
- For at styrke forsøget vil vi nedsænke gitteret i vand - her er bølgelængden en anden, hvorfor vinklen vil ændres.

Den teoretiske baggrund for dette er interferens. Konstruktiv og destruktiv interferens, og eksperimentet lykkes fordi kilden er monokromatisk. På figur 16.2 er retningerne med konstruktiv interferens angivet.



Figur 16.2 – Venstre: konstruktiv interferens til nulte og n-te orden og tilhørende vinkel φ_n . I **alle andre** retninger er der netop et **sammenrend af alle mulige bidrag**, hvilket resulterer i destruktiv interferens (intet lys). Højre: Her zoomes ind på nano-niveau på den retvinklede trekant der er ligedannet med den vi observerer i laboratoriet.

Trigonometri og ligedannethed mellem mikro- og makro trekanterne giver os nu, at

$$\sin(\varphi_n) = \frac{n \cdot \lambda}{d}.$$

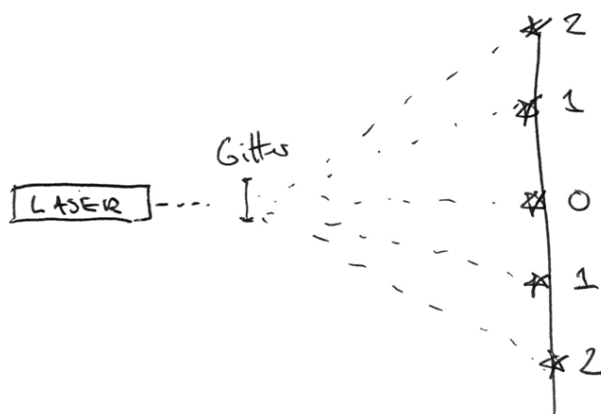
Denne ligning omskrives til gitterligningen:

$$n \cdot \lambda = d \cdot \sin(\varphi_n).$$

Alle vores målinger er fra det makroskopiske niveau, mens den fysiske forklaring er bundet til mikro-niveau. Antallet af bølglængden (på nano-skala), måles som antal ordner i centimeterskala. Der kan med stor fordel måles afstande og ikke vinkler!

PRIMÆRDATA

Bemærk at du ikke måler vinklen men: Afstanden fra gitter til observationsplan og afstanden mellem ordnerne! En skitse med benævnelser er nok det optimale.



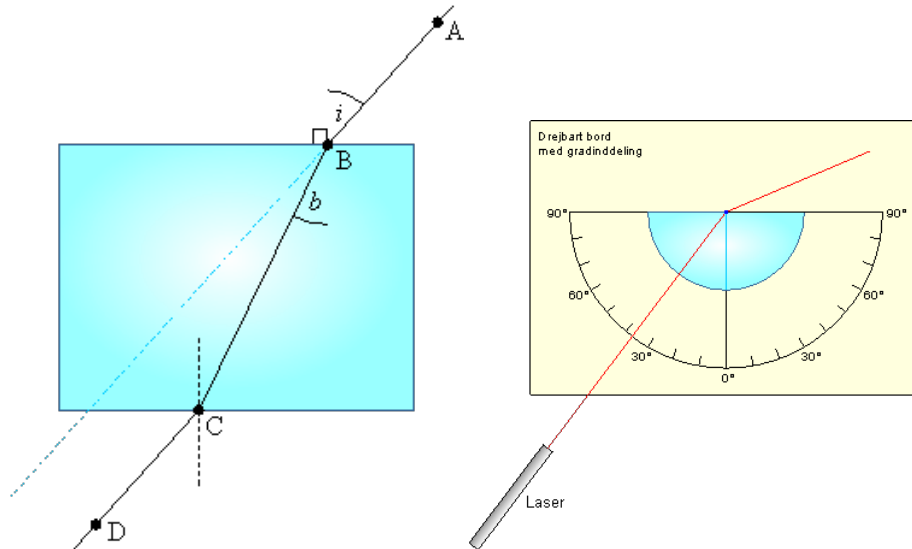
Figur 16.3 – Alt måles til **fil højre** for gitteret - vinklen er ikke centralt! Det er sinus til vinklen der indgår i beregningen.

DATABASEHANDLING

Der er tilknyttet en wordfil med wordmat 

BRYDNINGINDEKS OG TOTALREFLEKSION

Dette forsøg følger beskrivelsen i [FysikCbogen](#).

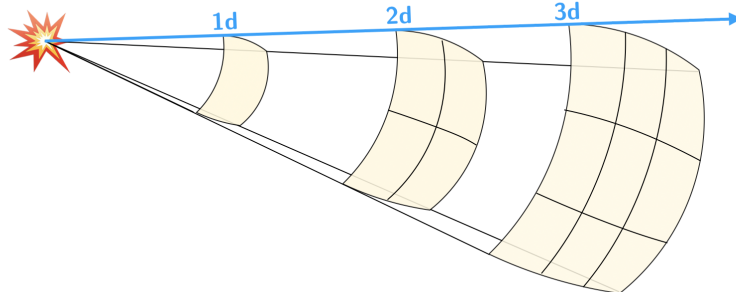


Figur 17.1 – To centrale situationer med brydning. Bemærk at der på halvcirklen skal rammes fra periferien præcis mod centrum for at fastholde ret strålegang.

VIDEO

- [Forsøg med halvcirkel.](#)
- [Jim McLean om brydning.](#)
- [Jim McLean om totalrefleksion.](#)
- [Kor præsentation af forsøget](#)

AFSTANDSKVADRATLOVEN



Figur 18.1 – Med fastholdt intensitet, vil intensiteten gennem et areal bliver mindre og mindre, jo længere der er til kilden. Som antydnet ovenfor er der samme effekt i det tre cirkeludsnit. Derfor falder intensiteten/effekten med kvadratet på afstanden. Altså $1^2 = 1$, $2^2 = 4$, $3^2 = 9$, ...

Der er mindst to oplagte laboratoriestillinger der er passende til eftervisning af afstands kvadratloven.

1. Radioaktiv stråling og geigertæller
2. Lyskilde og lysmåler

PUNKTKILDE OG CENSORSTØRRELSE

I en idealiseret tilstand er kilden en punktkilde og censoren er uendeligt lille. Det betyder at bølgen er en kuglebølge i tre dimensioner og at censoren modtager signalet på en vilkårlig kugleflade - se figur 18.1.

- En meget lille censor, vil have et tilsvarende svagt signal, der vælges en af passende størrelse. Lad os kalde den maksimale dimension S .
- Kilden har en fysisk størrelse, K - hvorfor bølgen tæt på afviger fra en kuglebølge

Det betyder vi forventer afvigelser for korte afstande, Δx , mellem kilde og censor. Særligt hvis K og S er af sammenlignelig størrelse med Δx .

RADIOAKTIV KILDE

Alfastråling dæmpes i få centimeters luft. Gamma dæmpes mindst og bør anvendes til dette forsøg .

Husk også baggrundsstrålingen!

LYSKILDE

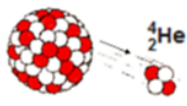
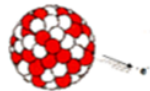
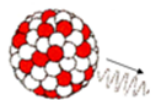
En lyskilde skal opstilles så det netop er lyskilden der analyseres.

VIDEO

- [Frividen](#)
- [RNajbjerg Fysik](#)
- [Gert Friss Nielsen - gammastråling og udførelse](#)
- [Illustration med lys i stil med figure](#)

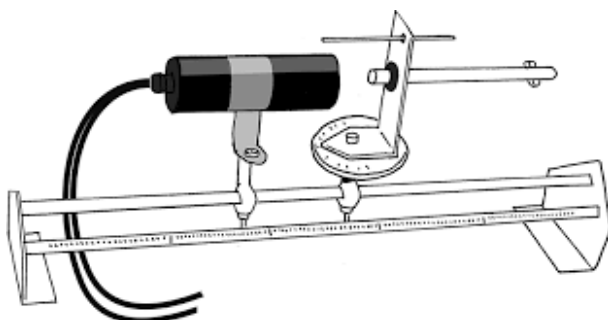
IDENTIFIKATION AF STRÅLINGSTYPE

Vi diskuterer hvordan vi kan identificere stråling fra en ukendt kilde.

Tre slags ioniserende stråling			
Navn	Alfa	Beta	Gamma
Symbol	α	β	γ
Hastighed	Langsom (1/20 af lyshastighed)	Hurtig (Tæt på lyshastighed)	Meget hurtig (Lysets hastighed)
Ioniserende effekt	Stærk	Svag	Meget svag
Ladning	+2	-1	0
Masse	Tung (4 unit)	Let (1/1836 unit)	Ingen masse
Farlighed	Livsfarlig i kroppen Meget lille gennem- trængelighed	Farlig udenfor kroppen - Lille gennem- trængelighed	Farlig udenfor kroppen - Stor gennem- trængelighed
Rækkevidde	1-4 cm i luft 0,05 mm i væv	5-10 cm i luft 7-10 mm i væv	Til den stoppes af noget!
Ioniseringsevne	Stærk	Svag	Meget svag
Defineres som	Partikelstråling	Partikelstråling	Elektromagnetisk stråling
Består af	En Heliumkerne - dvs. 2 protoner og 2 neutroner ${}^4_2\text{He}$	En elektron - idet en neutron omdannes til en proton og en elektron ${}_0^1n \rightarrow {}_1^1p + {}_{-1}^0e$	Ren energi - i form af gammafotoner kort bølgelængde - stor frekvens γ
Eksempel	${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\text{Th} + {}^4_2\text{He}$	${}^{214}_{82}\text{Pb} \rightarrow {}^{214}_{83}\text{Bi} + {}^0_{-1}e$	${}^{137}_{56}\text{Ba}^* \rightarrow {}^{137}_{56}\text{Ba} + \gamma$
Stoppes af	Nemt - fx et stykke papir	Nogenlunde nemt - fx en bog	Svært - fx en tyk blyplade
Model af henfaldet:			

Figur 19.1 – Oversigt med et resume af de fire strålingstyper - bemærk at røngent-stråling ikke er medtaget.

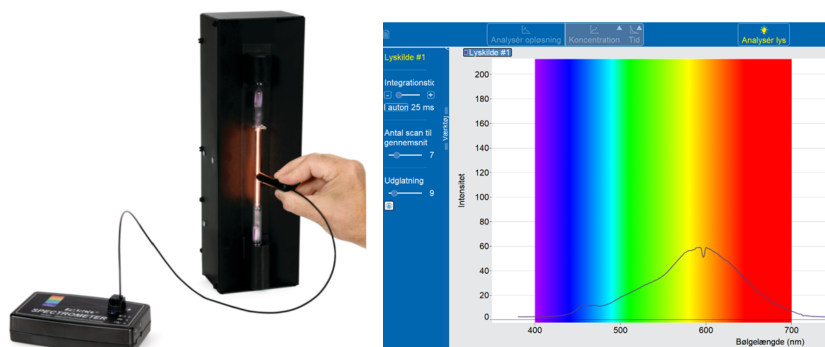
Vi ser filmklippet fra serien [Chernobyl](#) og diskuterer vores muligheder i laboratoriet.



Figur 19.2 – Hvordan kan denne opstilling modificeres så vi kan bestemme kildetypen?

SEMI-KVANTITATIV ANALYSE AF LYSKILDER MED SPEKTOFOTOMETER OG NYTTEVIRKNING AF DISSE LYSKILDER

Vi arbejder med spektrofotometer fra pasco. Vi har dedikerede computere, men du kan også selv hente programmet: [Download](#),



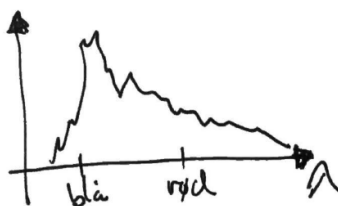
Figur 20.1 – Enheden forbindes til computer med bluetooth. Det er særligt vigtigt at følge forbindelsesproceduren givet nedenfor. Bemærk at lyskurven på grafikken ikke er fra en spektrallampe

FORBINDELSESPROCEDURE

1. Tænd det trådløse spektrofotometer og afvent at bluetoothsymbolet lyser blå
2. Opstart computerprogrammet (regnbuelogo)
3. Vælg bluetooth i dialogboksen
4. Hvis alt er succesfuldt vil du få brugerfladen som til højre på figur ??
5. vælg punktet (mit øverst på siden) analyser lys
6. Tast record-ikonet neders til højre
7. Juster de tre parametre (i den lodrette venstre-menu) til at stå cirka i midten.

SOLYS

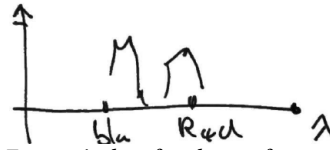
Ret proben mod sollyset og vurder om det faktisk ligner en planck-kurve



Figur 20.2 – En sjusket ikonisk gengivelse af det sollys vi modtager ved jordens overflade.

VARMELAMPE

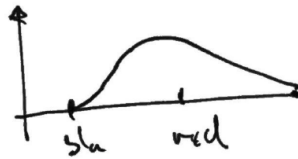
En varmelampe skal varme og i mindre grad lyse (synligt). Derfor ser den nogenlunde ud som skitseret nedenfor



Figur 20.3 – En gengivelse af spektrum fra en varmelampe.

GAMMELDAGS GLØDELAMPE

En gammeldags glødelampe (som blev udfaset i 2012) lyser "flot og naturligt" men har en lav nyttevirking.



Figur 20.4 – En varm-farvet gammel glødelampe.

GAMMEL SPAREPÆRE

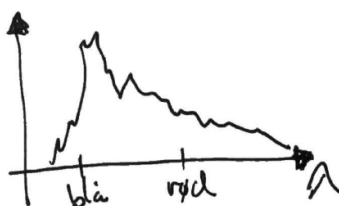
De gamle sparepærer har et **hårdt** eller *koldt* lys. Lyset har et hakket spektrum med spikes og huller som skitseret nedenfor.



Figur 20.5 – En gammel sparepære.

SPEKTRALLAMPER

Disse kilder er knyttet til atom-modellen. Hvorfor der er bestemte isolerede bølgelængder der oveni hinanden er den *farveblanding* øjet opfatter.



Figur 20.6 – En ikonisk gengivelse spektrum fra en sprektallampe med et rent stof.