

Eksamensopgaver i fysik 1998-2002

Fysikforlaget

Eksamensopgaver i fysik 1998-2002

Fysikforlaget

Eksamensopgaver i fysik 1998-2002

Tilrettelæggelse: Steen Hoffmann og Carsten Claussen

Tryk: Budolfi Tryk, Aalborg

1. udgave 2002

ISBN 87-7792-025

Distribution: Fysikforlaget, Slotsgade 23, 2200 København N
Tlf. 35 39 00 64 Fax: 35 39 48 14

Fotografisk optryk af værket til brug ved salg er ikke tilladt.
Kopiering til eget brug kan i øvrigt frit finde sted.

Forord

Denne opgavesamling indeholder de opgavesæt, der stillet til skriftlig studentereksamen i fysik i årene 1998-2002. Samlingen udgør derfor et aktuelt supplement til opgavesamlingen *Eksamensopgaver i fysik 1991-93* (Fysikforlaget 1993) og opfølgeren *Eksamensopgaver i fysik 1994-1997* (Fysikforlaget 1997).

Opgavesamlingen omfatter ud over de ordinære sæt til sommereksamen (maj og august) også de særlige opgaver, der siden 2000 har været stillet eksaminanderne på de forsøgshold, hvor der i undervisningen er lagt særlig vægt på IT-kompetencerne. Forsøgssættene har hver gang bestået af en kombination af opgaver fra de ordinære sæt og særlige opgaver. Her bringes af hensyn til omfanget efter hvert ordinært sæt kun de særlige opgaver fra det tilsvarende forsøgssæt. Opgavenummeret viser, hvilke opgaver i de ordinære sæt, de erstatter. Bilagene til de forskellige opgavesæt er medtaget i ét eksemplar, mens de som hovedregel vedlægges eksamensopgaverne i to eksemplarer.

Eksamensopgaverne er siden 2000 lavet ud fra den forudsætning, at eksaminanderne ved besvarelsen råder over *Databog fysik kemi*, 6. udgave eller senere. I Databogen findes såvel tabeller over naturkonstanter værdier som fysiske data for fx materialer og partikler. Siden sommeren 2001 har det desuden været tilladt eksaminanden selv at medbringe alle sædvanlige hjælpemidler, herunder lærebøger, gennemregnede opgaver og rapporter.

Omslaget er et billede fra NASA, der viser komet Halley.

Steen Hoffmann og Carsten Claussen

1. Måling af magnetfelt

En flad, cirkulær spole ligger på et bord. En Hall-sonde registrerer størrelsen B af den lodrette del af det samlede magnetfelt i midten af spolen. Tabellen viser, hvordan B afhænger af strømstyrken I i spolen.

I / mA	50	100	150	200	250
$B / \mu\text{T}$	110	162	232	298	349

- a) Afbild måleresultaterne i et koordinatsystem.
Bestem en værdi for den lodrette del af Jordens magnetfelt.

Spolens radius er 10,5 cm.

- b) Bestem antallet af vindinger i spolen.

2. Elektrisk lokomotiv

Spændingsfaldet over motoren i et elektrisk lokomotiv må højst være 15,0 kV. Motorens resistans er $40,9 \Omega$.

- a) Bestem motorens elektriske effekt, når spændingsfaldet over motoren er 15,0 kV.



Figuren viser i forenklet form opbygningen af det elektriske system på en togstrækning. Luftledningens resistans er $0,20 \Omega$ pr. km.

Man kan se bort fra skinnernes resistans.

- b) Hvor stor er strømstyrken gennem motoren, når lokomotivet befinder sig 12,0 km fra spændingskilden?
Hvor stor er motorens elektriske effekt da?

✕ 3. En bjergbestiger samles op



Billedet viser en bjergbestiger, som er ved at blive samlet op fra et bjerg. Det vandrette reb er fastgjort til bjerget, mens det skrå reb er fastgjort til en helikopter.

Bjergbestigerens masse er 75 kg.

- a) Tegn på bilaget pile, der viser størrelse og retning af de kræfter, som virker på bjergbestigeren, mens han hænger stille.

4. Statisk elektricitet

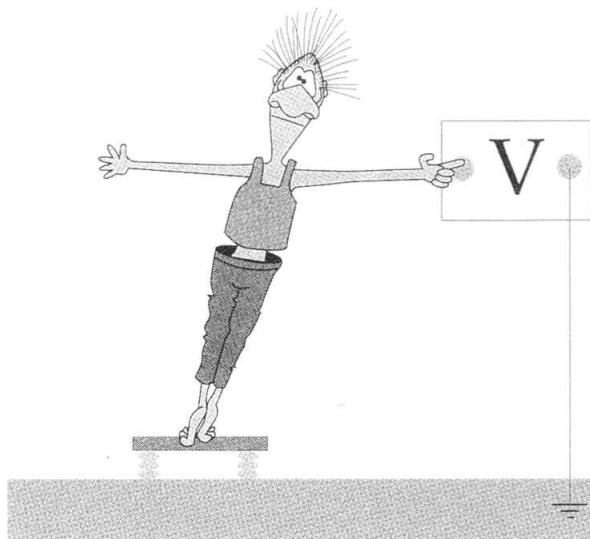
Når man tager sin trøje af, kan der opstå statisk elektricitet og dermed en spændingsforskel mellem personen og omgivelserne. Det er grunden til, at man kan få stød, hvis man bagefter berører noget elektrisk ledende.

Som en del af et fysikeksperiment tager en dreng sin trøje af. Han lægger den på den ene plade af en uladet kapacitor, hvis anden plade er forbundet til jord. Trøjens elektriske ladning overføres til kapacitoren, som herved oplades til 390 V.

Kapacitorens kapacitans er 1,2 nF.

- a) Beregn størrelsen af trøjens elektriske ladning.

Under eksperimentet er drengen elektrisk isoleret fra omgivelserne, hvorfor han og trøjen får elektriske ladninger af samme størrelse, men med modsatte fortegn. Drengen opnår herved spændingsforskellen U i forhold til omgivelserne. Elektrisk set kan drengen opfattes som den ene plade af en kapacitor, hvor omgivelserne (jord) udgør den anden plade. Når drengen har taget trøjen af, er spændingsforskellen over denne »personkapacitor« altså U .

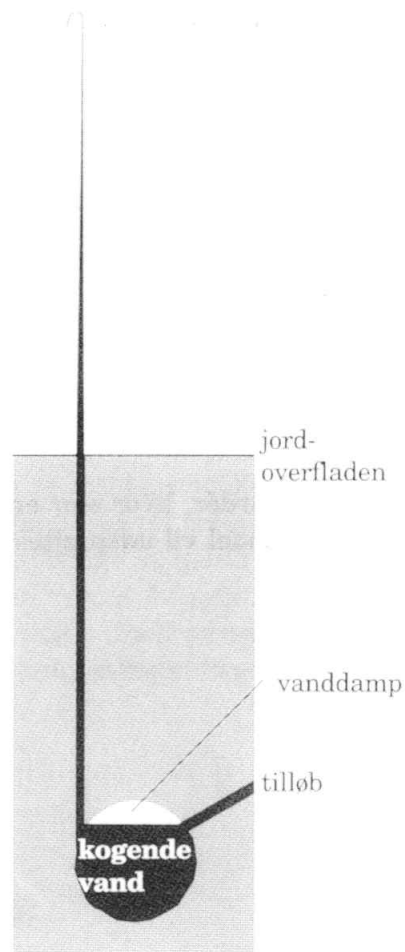
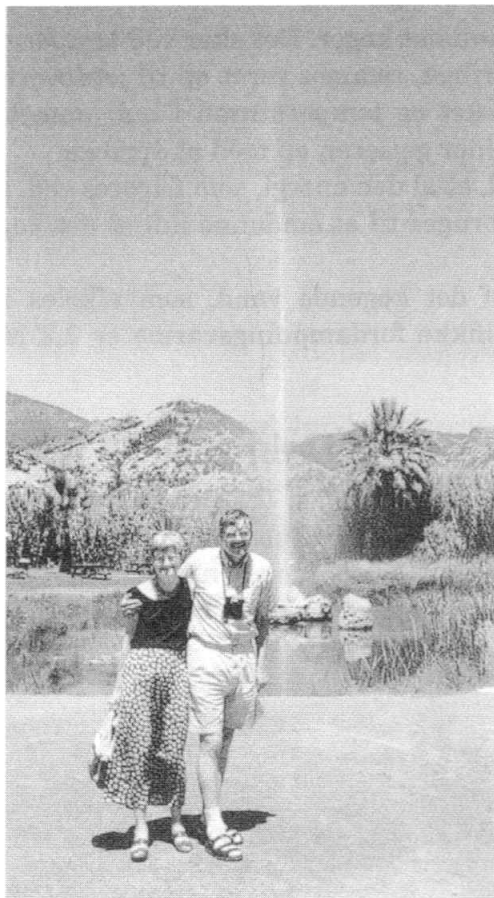


For at måle spændingsforskellen U berører drengen den ene pol på et voltmetret, som derpå viser 407 V. Voltmetret virker som en kapacitor, der som antydnet på figuren er parallelforbundet med »personkapacitoren«.

Voltmetret har kapacitansen 1,0 nF.

- b) Bestem kapacitansen af »personkapacitoren« og spændingsforskellen U .

5. Gejser



En gejser er en kilde, som med mellemrum sprøjter varmt vand og vanddamp højt op i luften. Under gejseren er der et hulrum, hvortil der hele tiden løber vand gennem et tilløb. Vandet i hulrummet opvarmes af den omgivende varme klippe. Når temperaturen bliver tilstrækkeligt høj, koger vandet, og der udvikles store mængder vand-

damp. Da trykket i hulrummet er stort, sker kogningen ved en temperatur over 100°C . Vanddampen presses op gennem et rør, som fører til jordoverfladen. Man siger, at gejseren springer. Gejsere findes især i vulkanske egne. Fotografiet viser gejseren Old Faithful i Callistoga, Californien.

En bestemt gejser sender vand op i en højde af 18 m over jordoverfladen.

- a) Hvor stor er vandets udstrømningsfart ved jordoverfladen?

Når gejseren ikke springer, er røret mellem hulrummet og jordoverfladen fyldt med vand. Trykket i hulrummet er da 500 kPa.

Densiteten af det varme vand i røret kan sættes til 950 kg/m^3 . Luftens tryk ved jordoverfladen er 101 kPa.

- b) Bestem længden af røret mellem hulrummet og jordoverfladen.

Gejseren springer, når vandet i hulrummet koger. Det sker ved temperaturen 152°C . Når gejseren begynder at springe, tømmes røret op til jordoverfladen hurtigt for vand. Derved falder trykket og temperaturen i hulrummet. Når temperaturen er faldet til 100°C , holder gejseren op med at springe.

I en simpel model regner man med, at al den energi, som frigøres ved, at det kogende vands temperatur aftager, bruges til at omdanne lidt af det kogende vand i hulrummet til damp.

Den specifikke varmekapacitet af det kogende vand, som afkøles i hulrummet, er $4,2 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$. Den specifikke fordampningsvarme er $2,2 \text{ MJ/kg}$, mens gejseren springer.

- c) Vurdér, hvor stor en procentdel af vandet i hulrummet, der efter denne model vil udsprøjtes som damp, hver gang gejseren springer.

6. Solsejlad

En af de mere eksotiske ideer om rejsemåder i Solsystemet går ud på at udnytte sollysets tilbagekastning fra en spejlende overflade, så man kan undvære raketmotorer og brændstof. Hvis sollyset rammer vinkelret ind på et spejl, giver det anledning til en lille kraft på spejlet i sollysets oprindelige bevægelsesretning. Kraften F på spejlet har størrelsen

$$F = \frac{2 \cdot P}{c}$$

hvor P er effekten af strålingsenergien i det lys, som rammer spejlet, og c er lysets fart i vacuum.

Spejlene skal være meget store for at tilbagekaste nok lys. For at undgå at de bliver for tunge, regner man med at lave dem af tynde, metalbelagte plastfolier.

I Jordens afstand fra Solen er intensiteten af solstrålingen 1370 W/m^2 .

- a) Beregn størrelsen af kraften fra solstrålingen, som rammer vinkelret ind på $1,00 \text{ m}^2$ af et solsejl, der befinder sig i Jordens afstand fra Solen.

Et rumskib skal med et solsejl som »motor« sejle til den ydre del af Solsystemet. Rumskibet starter fra hvile i Jordens afstand fra Solen, men så langt væk fra Jorden, at man kan se bort fra Jordens tyngdefelt.

Massen af rumskib med solsejl er 900 kg .

- b) Hvor stort et sejlareal skal der til, for at kraftpåvirkningen fra solstrålingen netop kan holde ligevægt med gravitationskraften fra Solen?

Solsejlets areal er $1,20 \text{ km}^2$.

- c) Beregn rumskibets acceleration, når det starter.
Giv et skøn over den afstand, som rumskibet tilbagelægger i løbet af det første døgn.

Man kan regne med, at alle fotoner fra Solen har bølgelængden 550 nm .

- d) Beregn antallet af fotoner, som pr. sekund rammer solsejlet, når rumskibet starter.
Begrund ovenstående formel for kraften F på solsejlet, idet størrelsen p af én fotons impuls er

$$p = \frac{h}{\lambda}$$

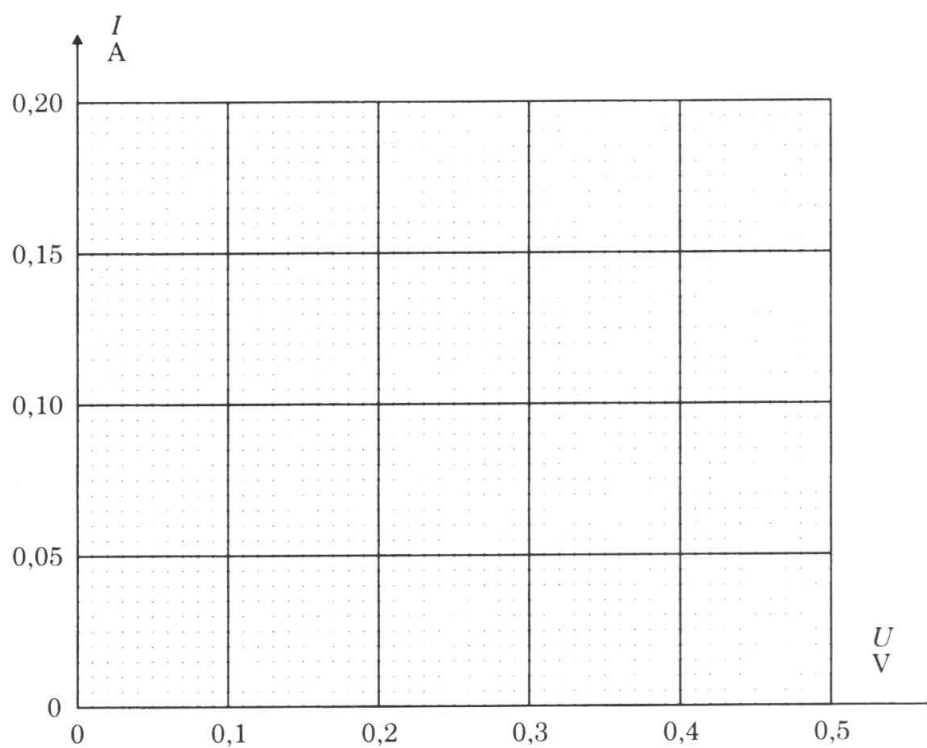
hvor h er Plancks konstant, og λ er bølgelængden.

BILAG B

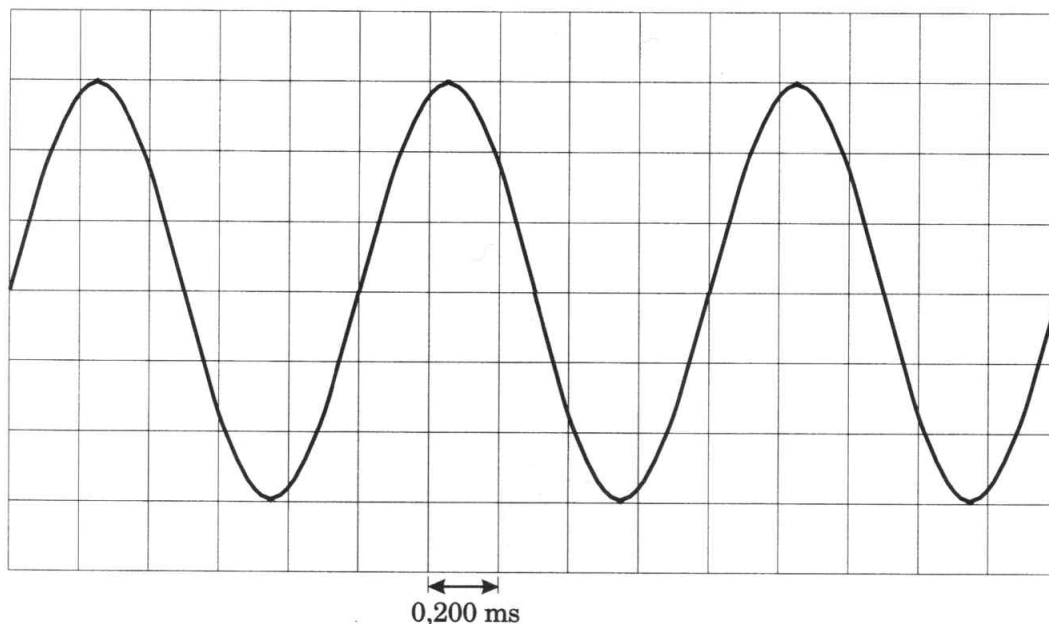
Ark _____ af i alt _____ ark

Navn: _____

Skole: _____ Klasse: _____

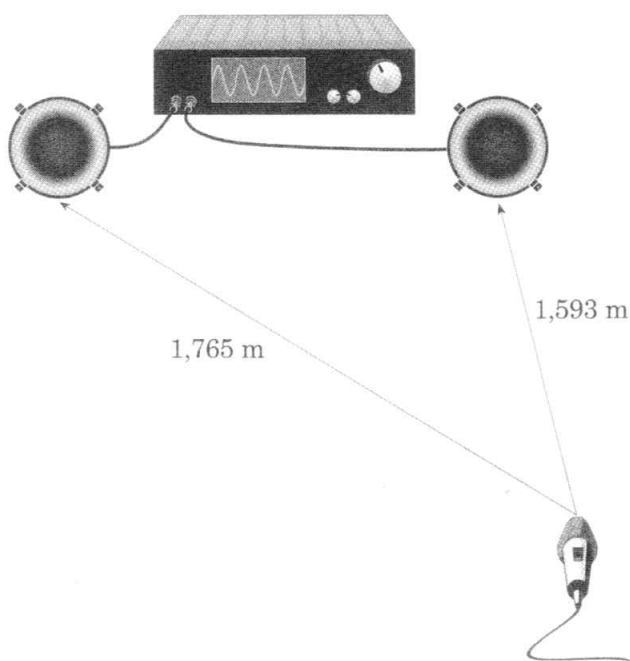


1. Lydoptagelse



En funktionsgenerator leverer en sinusformet spænding. Spændingen registreres med et oscilloskop. Figuren viser billedet på oscilloskopets skærm.

a) Bestem frekvensen.



Funktionsgeneratoren forbindes til en højttaler, og tonen fra højttaleren registreres af en mikrofon. Endnu en højttaler sluttes til funktionsgeneratoren, så de to højttalere udsender den samme tone i fase. Figuren viser placeringen af mikrofonen i forhold til højttalerne.

Lydens fart i luft er 344 m/s.

b) Beregn tonens bølgelængde i luft.

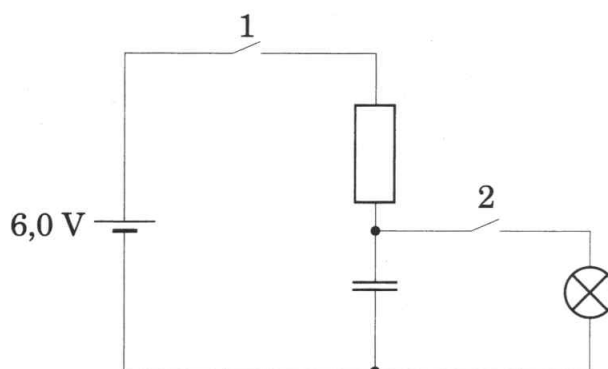
Forklar, hvordan styrken af det lydsignal, mikrofonen registrerer, ændrer sig ved tilslutningen af den anden højttaler.

2. Elektronflash

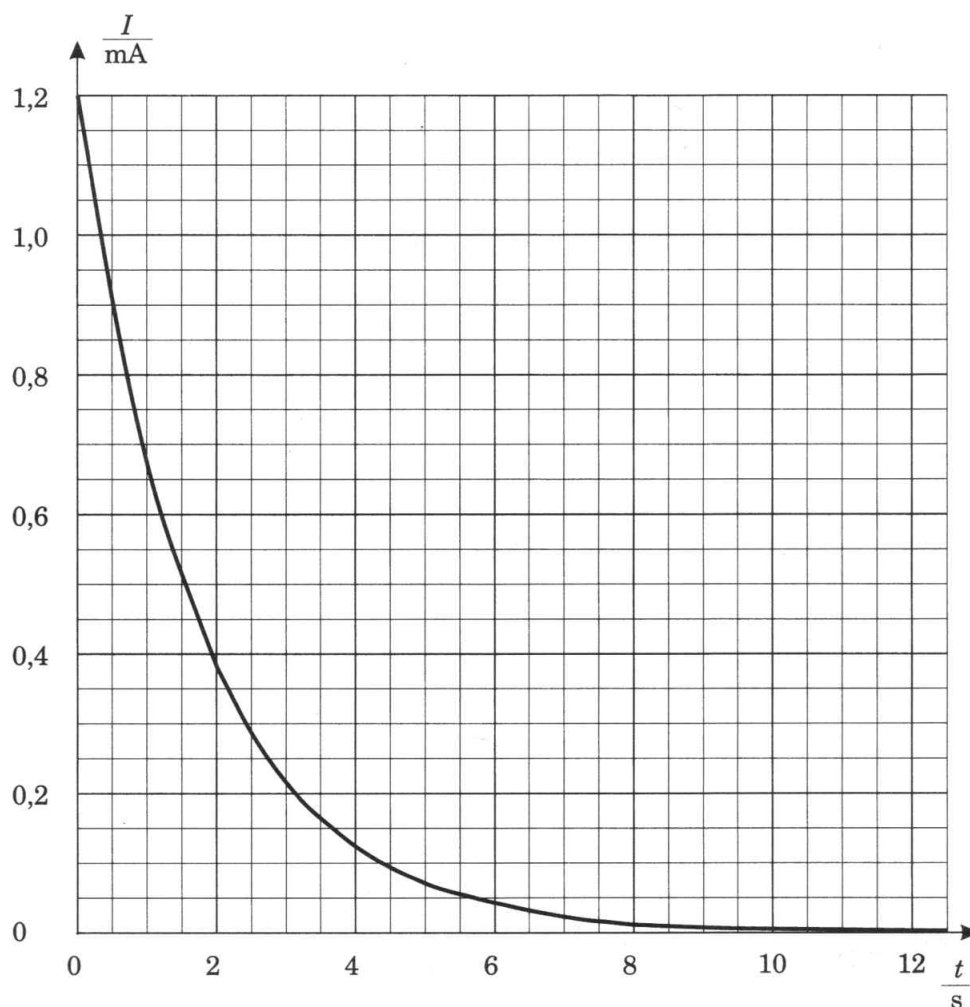


Foto: Dansk Fotoagentur A/S

En elektronflash bruges ved fotografering til at give et kortvarigt, kraftigt lysglimt.



Elektronflashen styres ved hjælp af et kredsløb som det ovenfor viste. Når kontakt 1 er sluttet, og kontakt 2 er afbrudt, oplades kapacitoren gennem resistoren. Når kapacitoren er tilstrækkeligt opladet, afbrydes kontakt 1. Kapacitoren aflades herefter meget hurtigt gennem pæren, når kontakt 2 sluttet. Den kortvarige strøm gennem pæren får den til at lyse i et lysglimt.



Grafen viser strømstyrken i resistoren som funktion af tiden t , efter at kontakt 1 er sluttet. Lige efter at kontakt 1 er sluttet, er spændingsfaldet over resistoren 6,0 V.

- Vis, at resistorens resistans er 5,0 k Ω .
- Bestem spændingsfaldet over kapacitoren til tiden $t = 3,0$ s.

Spændingsfaldet over kapacitoren skal mindst være 5,8 V, før lysglimtet kan udløses. Varigheden af et lysglimt er 0,50 ms. Kapacitoren har kapacitansen 350 μ F.

- Bestem ladningen på en af kapacitorens plader, når spændingsfaldet over kapacitoren er 5,8 V.
Med hvilken effekt omsættes der i gennemsnit energi i pæren under lysglimtet?

3. Blychromats opløselighed

Et bestemt nuklid af grundstoffet radon (Rn) henfalder gennem tre α -henfald og to β^- -henfald til $^{210}_{82}\text{Pb}$.

- a) Bestem protontal og nukleontal for radon-nuklidet.

Ved henfald af en prøve af radon-nuklidet dannes der ialt $0,95 \mu\text{g } ^{210}_{82}\text{Pb}$. Halveringstiden for radon-nuklidet er 3,8 døgn, mens halveringstiden for $^{210}_{82}\text{Pb}$ er så lang, at der i denne sammenhæng kan ses bort fra henfald af $^{210}_{82}\text{Pb}$.

- b) Bestem aktiviteten af den oprindelige mængde radon.

Blychromat (PbCrO_4) kan næsten ikke opløses i vand. Ved at bruge blychromat med en lille smule af det radioaktive nuklid $^{210}_{82}\text{Pb}$ kan man bestemme, hvor meget blychromat der kan opløses i vand.

Et præparat med 10,78 mg blychromat indeholder $1,50 \mu\text{g } ^{210}_{82}\text{Pb}$. Heraf fremstilles en mættet vandig opløsning, hvorfra der udtages en prøve med rumfang 0,100 L. Aktiviteten fra henfald af $^{210}_{82}\text{Pb}$ i prøven er 2,30 Bq.

Halveringstiden for $^{210}_{82}\text{Pb}$ er 22,3 år.

- c) Hvor stor er massen af det blychromat, der kan opløses i 1,00 L vand?

4. Sprint

Tabellen angiver verdensrekordtiderne for mænd på de korte løbedistancer.

<i>distance / m</i>	45,7	50,0	54,9	60,0	91,4	100,0
<i>tid / s</i>	5,1	5,5	5,9	6,5	9,1	9,8

I en simpel model vil alle verdensrekordindehaverne til at begynde med accelerere med den samme konstante acceleration a indtil samme tidspunkt t_0 efter starten. Efter tidspunktet t_0 fortsætter de alle med samme konstante fart v_0 , indtil løbet er slut.

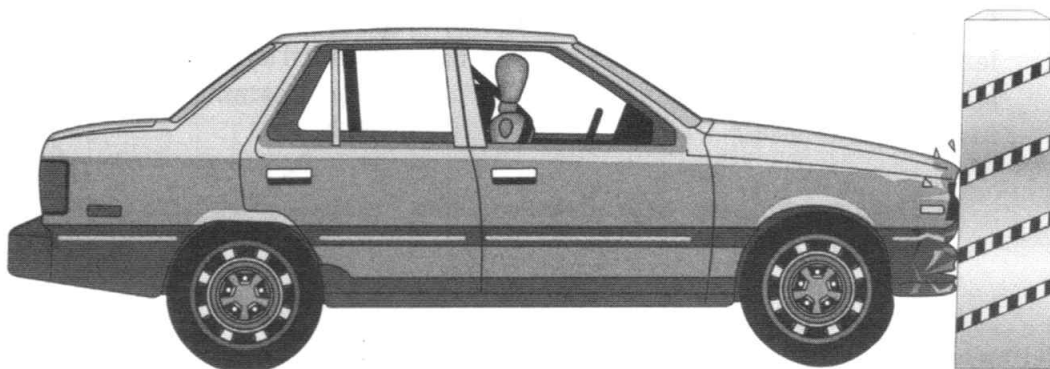
- a) Tegn en graf, der viser distancen som funktion af verdensrekordtiderne. Bestem farten v_0 .
- b) Bestem tidspunktet t_0 samt den konstante acceleration a .

5. Sikkerhed i biler

Moderne biler har blokeringsfri bremses. Herved opnås den størst mulige gnidningskraft mellem dæk og vejbane under en opbremsning.

På en tør vejbane kan bremselængden ved en fart på 50 km/h blive så lav som 11 m.

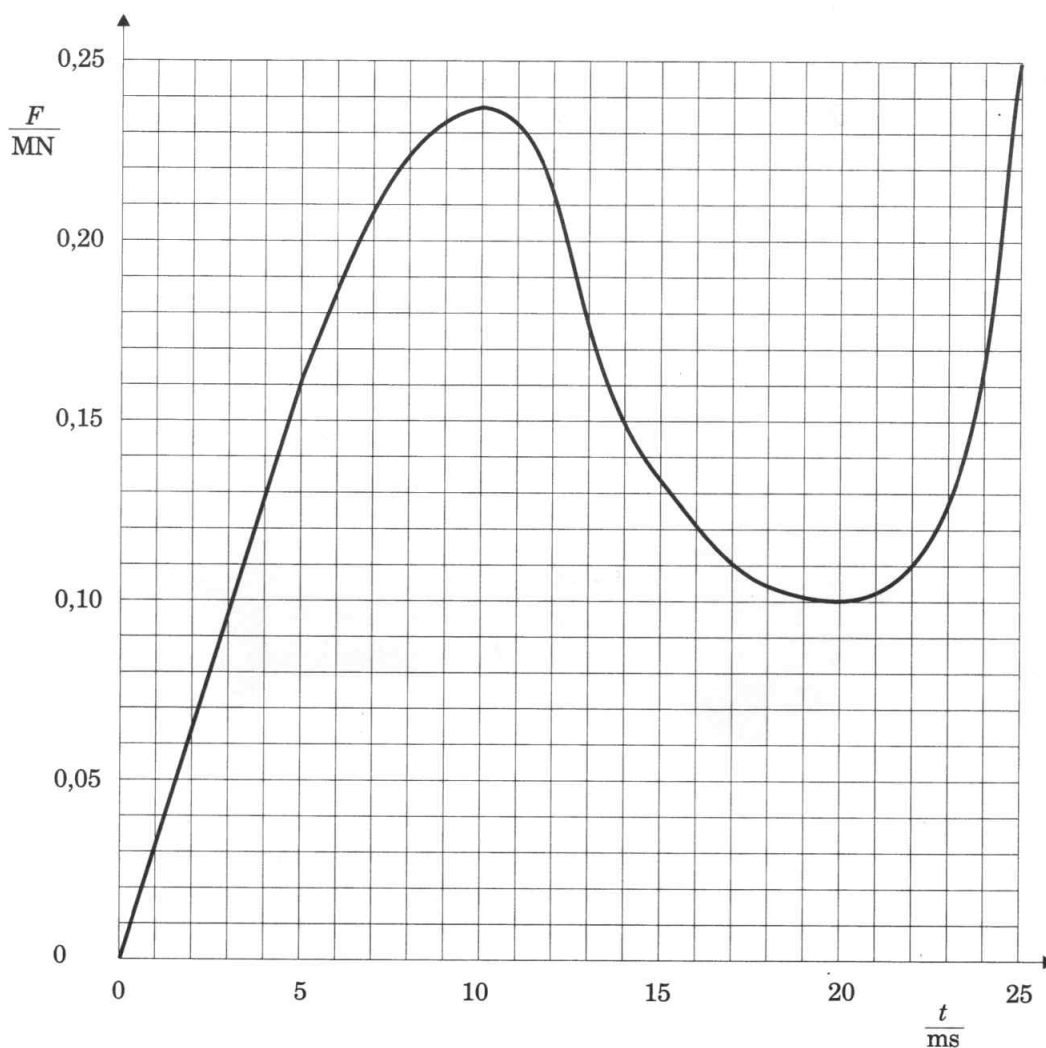
- a) Bestem middellaccelerationen under en sådan opbremsning.



Ved en sikkerhedstest lod man en bil køre med en fart af 50 km/h ind mod en fast mur. På førersædet havde man anbragt en dukke, som blev holdt fast af en sikkerhedssele. Sammenstødet mellem muren og bilen varede 120 ms. Efter sammenstødet stod bilen stille.

Dukkens masse var 75 kg.

- b) Hvad var den gennemsnitlige størrelse af kraften, hvormed sikkerhedssele påvirkede dukken under sammenstødet?



Grafen viser, hvordan størrelsen af den kraft F , hvormed bilen påvirkede væggen, varierede som funktion af tiden t under den første del af sammenstødet. Til tiden $t = 20$ ms var kofangeren trykket ind.

Massen af bilen med dukke var 1500 kg.

- c) Vurdér farten af resten af bilen lige efter at kofangeren var trykket ind. Hvor stor en procentdel af bilens kinetiske energi blev omdannet til indre energi ved sammentrykningen af kofangeren?

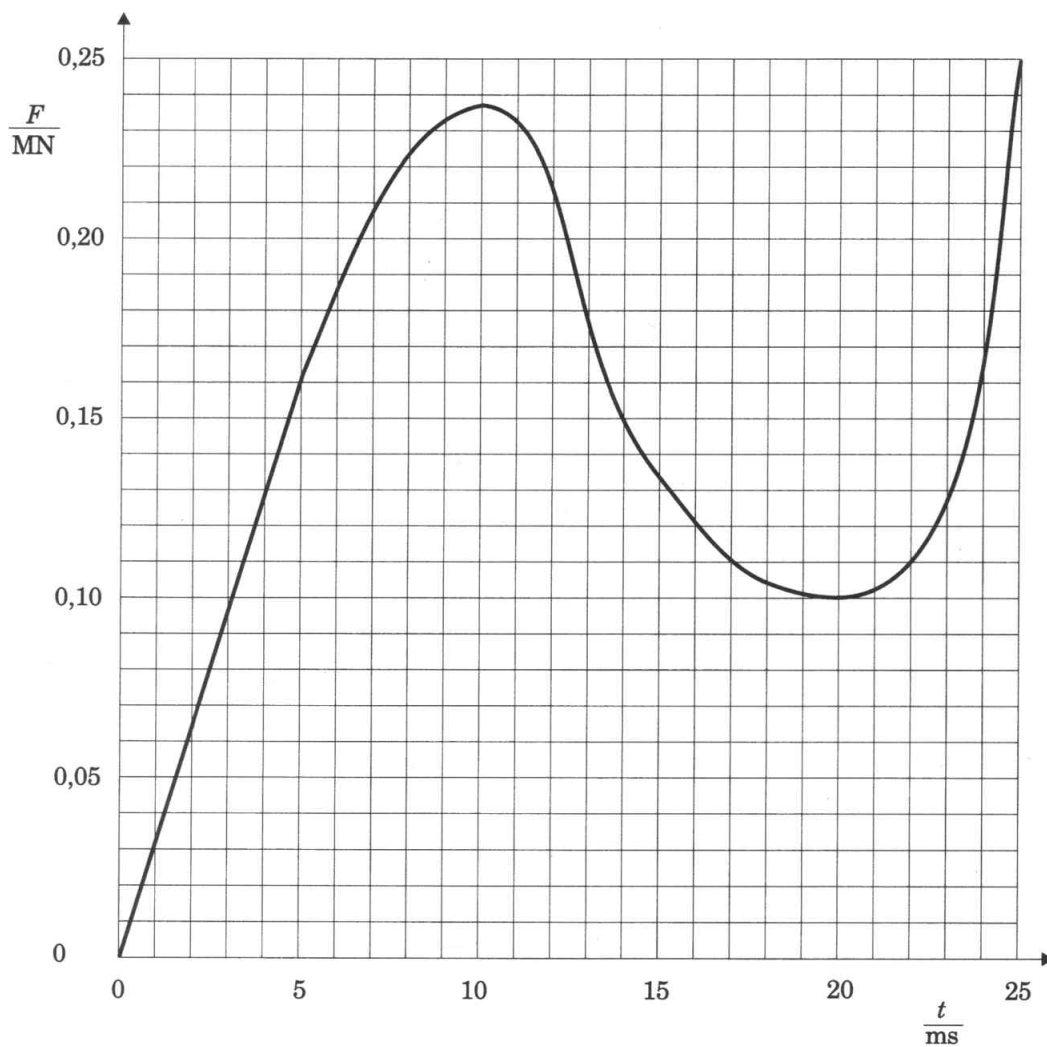
Bilaget kan benyttes ved besvarelsen.

BILAG

Ark ____ af ialt ____ ark

Navn: _____

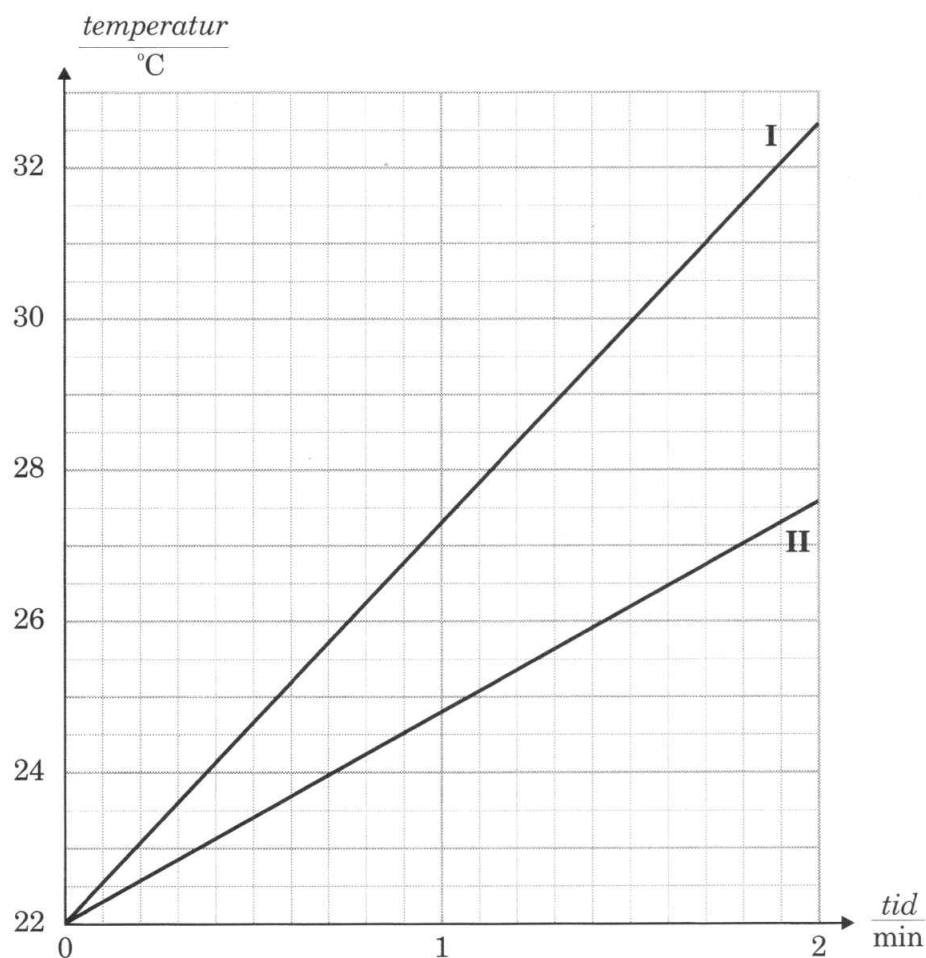
Skole: _____ Klasse: _____



1. Bestemmelse af specifik varmekapacitet

Et elektrisk varmelegeme med resistansen $16\ \Omega$ placeres i en beholder med en væske. Varmelegemet afgiver energi med effekten $36\ \text{W}$.

- a) Beregn strømstyrken gennem varmelegemet.



Graf I viser beholderens temperatur som funktion af tiden, når beholderen indeholder 150 gram væske.

- b) Bestem den samlede varmekapacitet af beholder og væske.

Graf II viser tilsvarende beholderens temperatur som funktion af tiden, når beholderen indeholder 300 gram væske.

- c) Bestem væskens specifikke varmekapacitet.

2. Mesonhenfald

En π^0 -meson i hvile henfalder til to fotoner, der har samme bølgelængde. Massen af en π^0 -meson er 0,1449 u.

- a) Beregn henfaldsprocessens Q -værdi.
Bestem fotonernes bølgelængde.

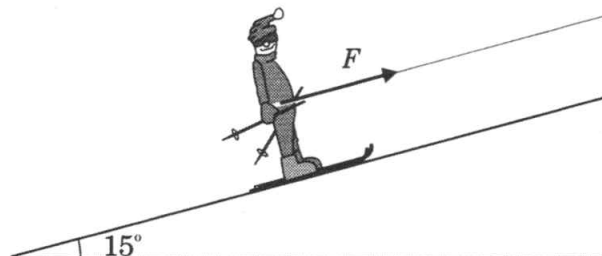
3. Luftudslip

Et lokale med gulvareal 65 m^2 og højde $3,5 \text{ m}$ opvarmes fra 15°C til 25°C . Lufttrykket i lokalet er konstant 101 kPa under opvarmningen.

Lufts molare masse er $29,0 \text{ g/mol}$.

- a) Beregn massen af den luft, som slipper ud af lokalet under opvarmningen.

4. Skitræk



Et skitræk trækker en skiløber op ad en bakke med den konstante fart 18 km/h . Skitrækket påvirker skiløberen med en kraft F parallelt med bakken. Størrelsen af kraften F er 275 N .

- a) Beregn denne krafts effekt.

Skiløberen er ud over kraften fra skitrækket påvirket af tyngdekraften, normalkraften og gnidningskraften mellem ski og underlag.

Bakken danner vinklen 15° med vandret. Skiløberens samlede masse er 65 kg .

- b) Bestem størrelsen af hver af de tre kræfter. Bilaget kan benyttes.
Beregn gnidningskoefficienten for gnidningen mellem ski og underlag.

5. Halvledermaterialer

Halvledermaterialer som silicium (Si) og germanium (Ge) har stor betydning inden for elektronikken, fordi man kan kontrollere deres elektriske egenskaber gennem tilsætning af små mængder fremmedatomer som for eksempel phosphor (P). Dette kan eksempelvis foretages ved at bestråle en krystal af rent silicium med neutroner.

Naturligt forekommende silicium består af de stabile nuklider ^{28}Si , ^{29}Si og ^{30}Si . Ved bestråling med neutroner omdannes nogle af ^{30}Si -kernerne til ^{31}Si . Nuklidet ^{31}Si danner ved et β^- -henfald et nuklid af phosphor.

a) Opskriv reaktionsskemaet for β^- -henfaldet.

En siliciumprøve bestråles med neutroner. Ved bestrålingens ophør er aktiviteten fra prøven 437 GBq. Af sikkerhedsmæssige grunde kan siliciumprøven først frigives til videre bearbejdning, når aktiviteten er faldet til 10,0 kBq.

Halveringstiden for ^{31}Si er 2,62 timer.

b) Hvor lang tid varer det, før prøven kan frigives?

Bestrålingen med neutroner varer 20 timer. Under bestrålingen dannes der hvert sekund det samme antal ^{31}Si -kerner. Lige før bestrålingen ophører, henfalder der hvert sekund lige så mange ^{31}Si -kerner, som der dannes. Prøven indeholder 590 gram silicium.

Atommassen for naturligt forekommende silicium er 28,1 u.

c) Bestem, hvor stor en procentdel af prøvens siliciumatomer, der blev omdannet til phosphoratomer på grund af bestrålingen og de efterfølgende β^- -henfald.

6. Den tøjrede satellit

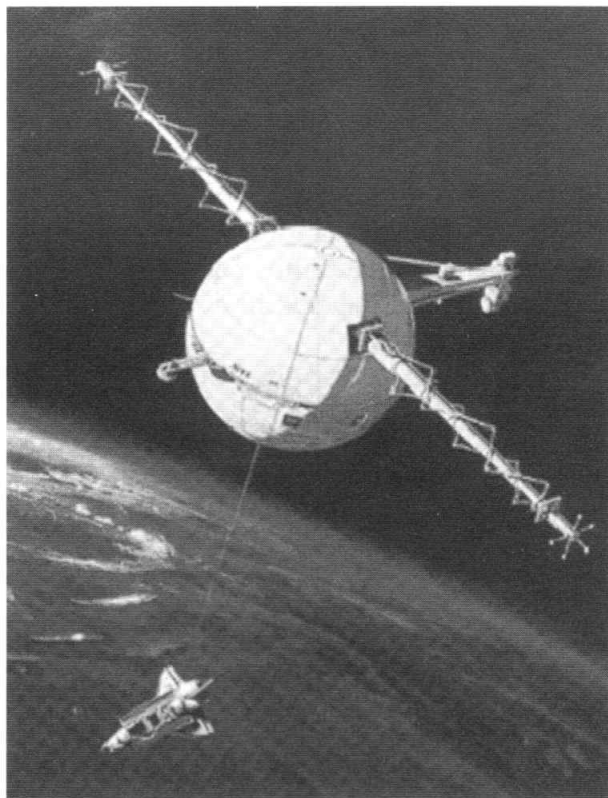


Illustration: NASA

I 1996 gennemførte den amerikanske rumfartsorganisation NASA sammen med den italienske rumfartsorganisation ASI et eksperiment.

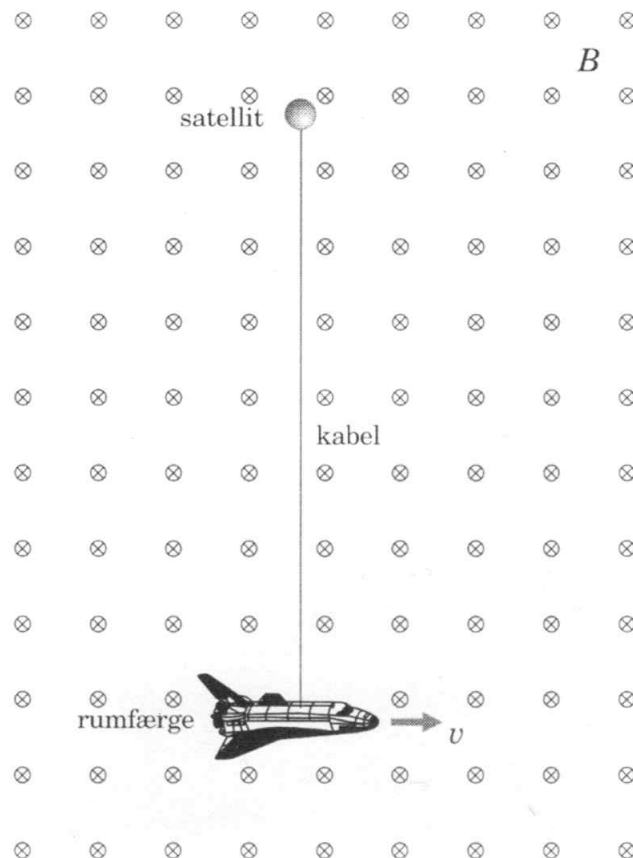
En satellit blev med et langt, ledende kabel forbundet til rumfærgen Columbia, der kredsede om Jorden i ionosfæren. Bevægelsen af satellit, kabel og rumfærgen gennem Jordens magnetfelt bevirker, at der opbygges en spændingsforskel mellem satellit og rumfærgen.

Formålet med eksperimentet var blandt andet at undersøge mulighederne for energiproduktion ved at udnytte opsamling af elektroner fra ionosfæren på satellittens ledende overflade sammen med den nævnte spændingsforskel. Hensigten var at udvikle en metode til at forsyne fremtidige jordomkredsende satellitter med energi.

Ved flyvningen i 1996 knækkede kablet, før det var rullet helt ud, men inden da var energiproduktion lykkedes.

Under eksperimentet kredser rumfærgen i en jævn cirkelbevægelse i en højde af 250 km over jordoverfladen.

- a) Vis, at rumfærgens fart er 7,76 km/s.



Figuren viser, hvordan rumfærge, satellit og kabel i et bestemt øjeblik bevæger sig vinkelret på Jordens magnetfelt.

- b) Forklar, hvorfor bevægelsen gennem Jordens magnetfelt giver anledning til en kraft på de frie elektroner på satellitten og i kablet. Bestem retningen af denne kraft.

Langs kablet er der et elektrisk felt og dermed et spændingsfald mellem satellit og rumfærge. Størrelsen af den elektriske feltstyrke E er givet ved

$$E = B \cdot v$$

hvor v er rumfærgens fart, og B er størrelsen af den magnetiske fluxtæthed.

- c) Beregn spændingsfaldet over det 20 km lange kabel, når fluxtætheden i magnetfeltet er $31 \mu\text{T}$.

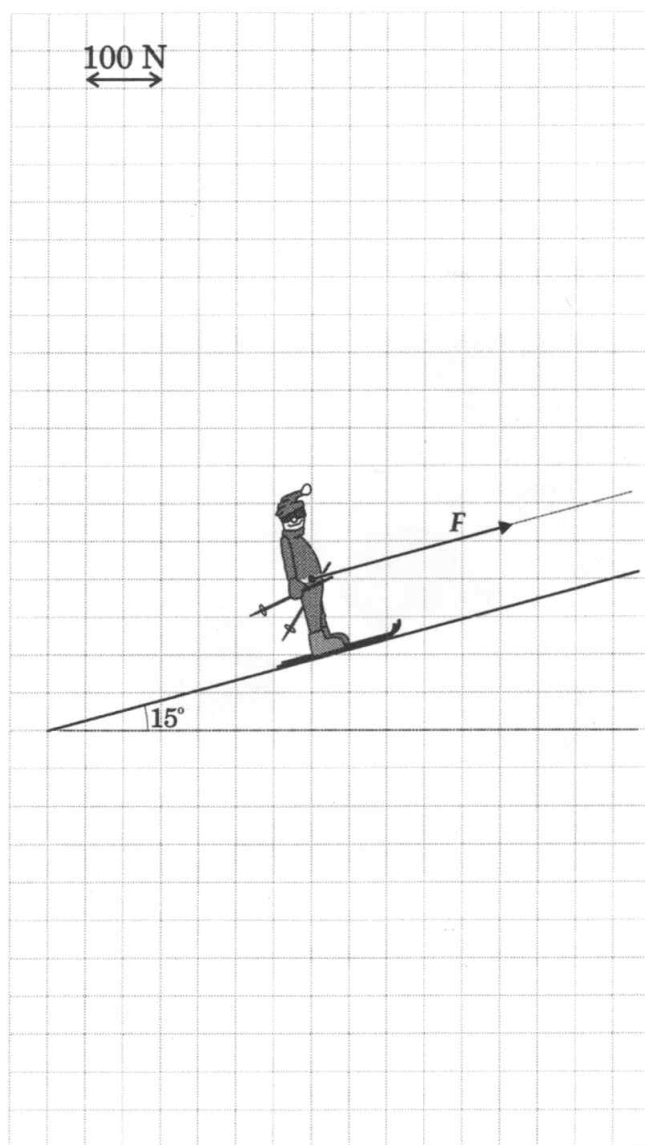
Da satellitten er tøjret til rumfærgen, bevæger rumfærgen og satellitten sig rundt om Jorden med samme omløbstid. Satellitten befinder sig hele tiden 20 km lodret over rumfærgen.

Satellittens masse er 518 kg.

- d) Bestem satellittens acceleration. Beregn størrelsen af den kraft, hvormed kablet trækker i satellitten.

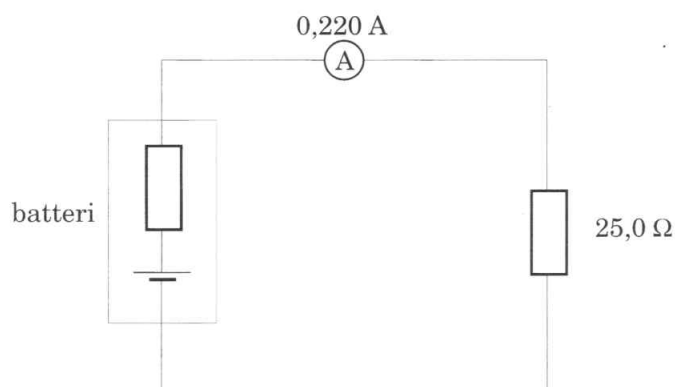
Navn: _____

Skole / kursus: _____ Klasse: _____



Bilaget afleveres sammen med besvarelsen.

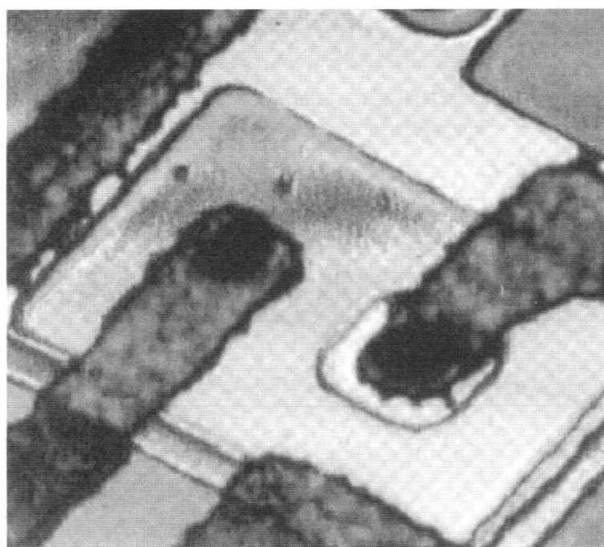
1. Indre resistans i batteri



Batteriet i det viste elektriske kredsløb har den elektromotoriske kraft 6,00 V.

- a) Beregn batteriets indre resistans.

2. Akustisk mikroskop



Billedet viser en transistor, som er fotograferet ved hjælp af et akustisk mikroskop, der udnytter lydbølger i stedet for lysbølger til billeddannelse.

I et akustisk mikroskop sendes lydbølger med frekvensen 4,2 GHz mod en prøve, som er placeret i flydende helium.

Lydens fart i flydende helium er 240 m/s.

- a) Beregn lydbølgernes bølgelængde i flydende helium.

3. Dobbelt β^- -henfald

Dobbelt β^- -henfald er betegnelsen for en kerneprocess, hvor en atomkerne samtidigt udsender to elektroner og to antineutrinoer.

Nogle nuklider kan ikke omdannes ved almindeligt β^- -henfald, men godt ved et dobbelt β^- -henfald. Det gælder, hvis Q -værdien for et almindeligt β^- -henfald er negativ, mens Q -værdien for et dobbelt β^- -henfald er positiv.

- a) Gør rede for, at nuklidet ^{82}Se kan omdannes ved et dobbelt β^- -henfald, men ikke ved et almindeligt β^- -henfald.

Dobbelt β^- -henfald er en meget sjælden proces. Nuklider, som kun omdannes ved dobbelt β^- -henfald, har derfor meget lange halveringstider med typiske værdier på 10^{20} - 10^{24} år.

I et eksperiment blev der fra 2,6 gram ^{82}Se registreret 32 dobbelt β^- -henfald i løbet af 132 døgn.

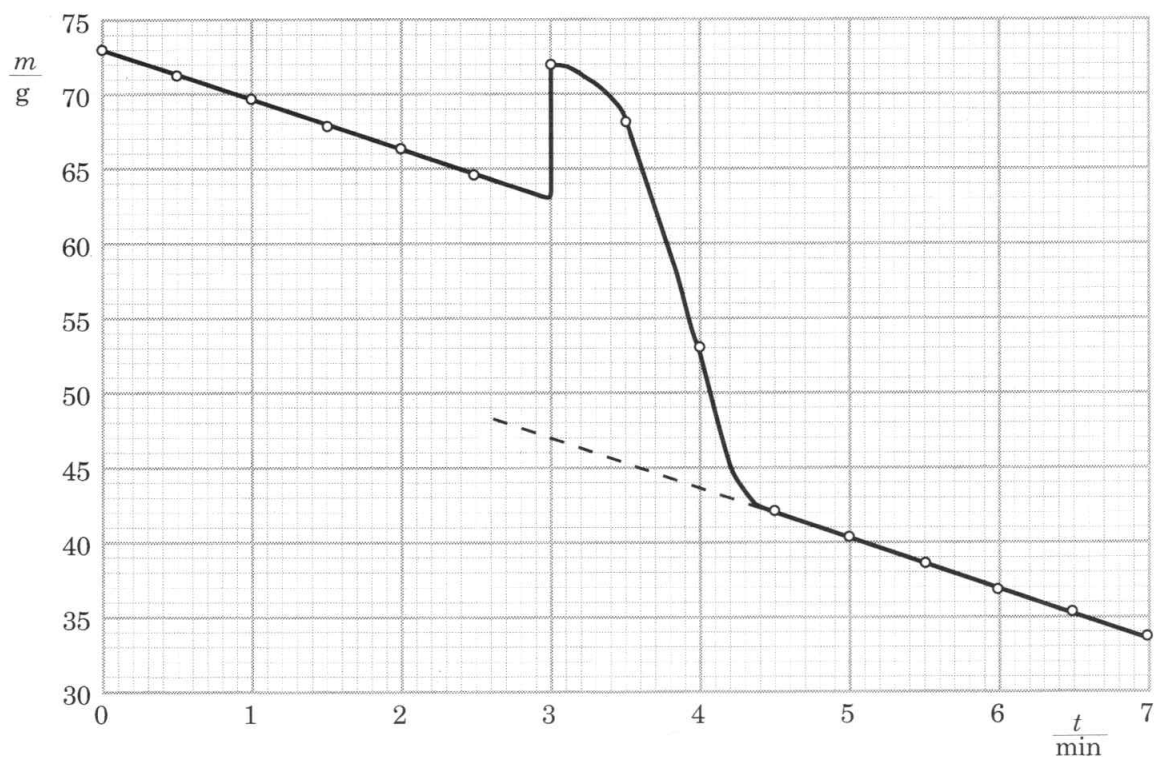
- b) Bestem halveringstiden for ^{82}Se .

Uddrag af atommassetabel

Kilde: Databog fysik-kemi, 8. udgave, København 1994

A	Z	grundstof	atommasse / u
82	34	Se	81,916698
82	35	Br	81,916802
82	36	Kr	81,913482

4. Is i flydende nitrogen



Et bæger med kogende nitrogen ved temperaturen $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ placeres på en vægt. Grafen viser vægts visning m som funktion af tiden t .

Til tiden $t = 3,0$ minutter anbringes en klump is med temperaturen $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ i nitrogenet.

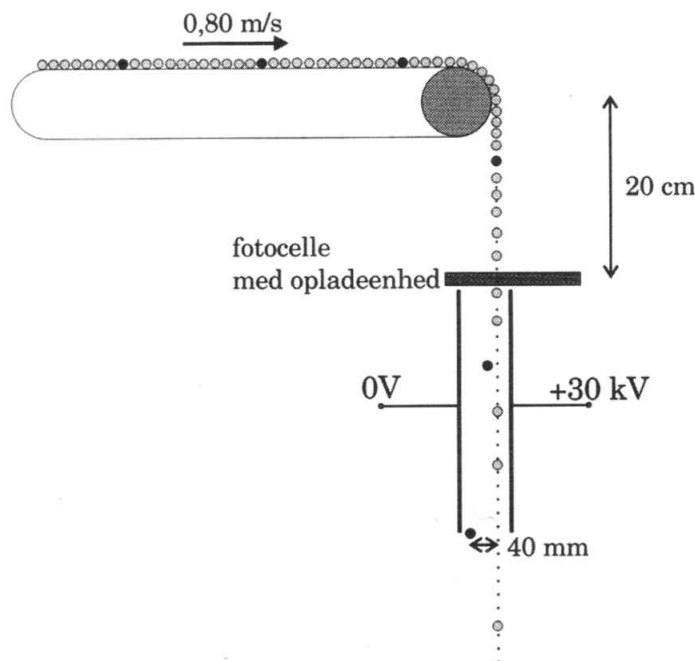
- a) Forklar, hvorfor nitrogenet fordampes hurtigere, efter at isklumpen er anbragt i bægeret.

Forklar, hvorfor fordampningen senere sker i samme tempo som ved forsøgets start.

Nitrogens specifikke fordampningsvarme ved kogepunktet er 200 J/g .

- b) Med hvilken effekt modtager nitrogenet varme fra omgivelserne?
- c) Bestem isklumpens masse og is' specifikke varmekapacitet.

5. Automatisk sortering af ærter



Inden man pakker dybfrosne ærter, frasorterer man de misfarvede ærter. På en fabrik har man automatiseret denne sortering ved at lade ærterne falde enkeltvis fra enden af et transportbånd ned forbi en fotocelle, som reagerer på misfarvede ærter. Transportbåndet bevæger sig med farten 0,80 m/s.

I gennemsnit har en ært massen 0,27 gram og diameteren 7,8 mm.

a) Hvor mange ærter kan anlægget maksimalt sortere i løbet af et døgn?

Når ærterne slipper transportbåndet, falder de frit lodret nedad og har til at begynde med samme fart som transportbåndet. Fotocellen er anbragt 20 cm under det sted, hvor ærterne slipper transportbåndet.

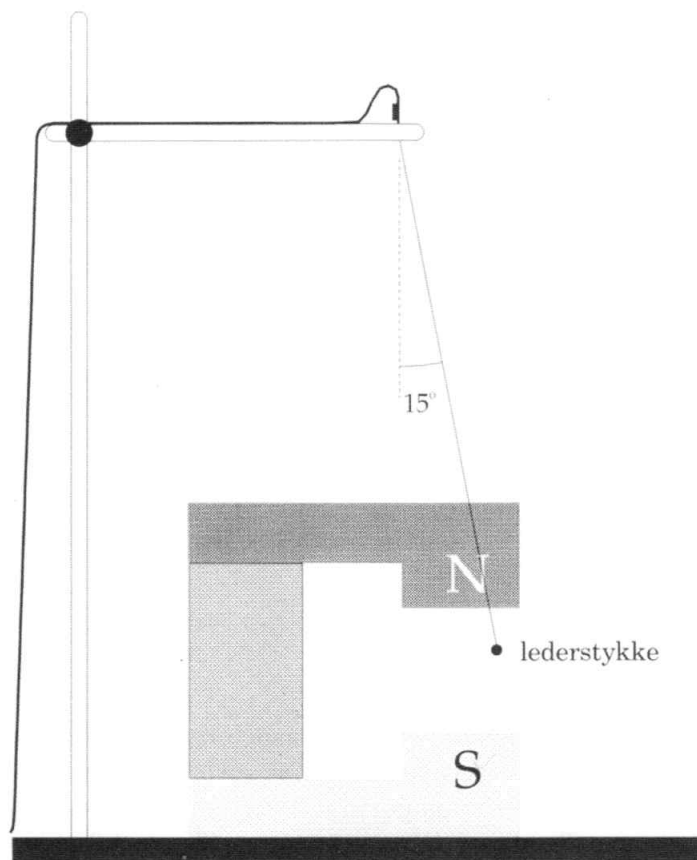
b) Hvilken fart har ærterne, når de passerer fotocellen?

De misfarvede ærter får ved passagen af fotocelleenheden hver tilført den elektriske ladning $+1,5 \text{ nC}$. Det elektriske felt mellem et par lodrette kapacitorplader afbøjer derefter de misfarvede ærters bane i vandret retning. Spændingsfaldet over kapacitorpladerne er 30 kV, og pladeafstanden er 60 mm.

For at sorteringsanlægget kan virke, skal de misfarvede ærter mindst være afbøjet 40 mm ved enden af kapacitorpladerne.

c) Beregn, hvor lange kapacitorpladerne mindst skal være i lodret retning.

6. Magnetisk gyng



Et strømførende lederstykke befinder sig i gabet på en kraftig magnet. Lederstykkets masse er 2,6 g.

- a) Beregn størrelsen af tyngdekraften på lederstykket.

Lederstykket er ophængt i to tynde ledninger, der danner en vinkel på 15° med lodret, når strømstyrken gennem lederstykket er 1,85 A. Størrelsen af den magnetiske kraft på lederstykket er da 6,8 mN.

Lederstykket er 5,0 cm langt.

- b) Beregn størrelsen af den magnetiske fluxtæthed i gabet.
- c) Bestem størrelsen af den kraft, hvormed ledningerne påvirker lederstykket. Bilaget kan benyttes.

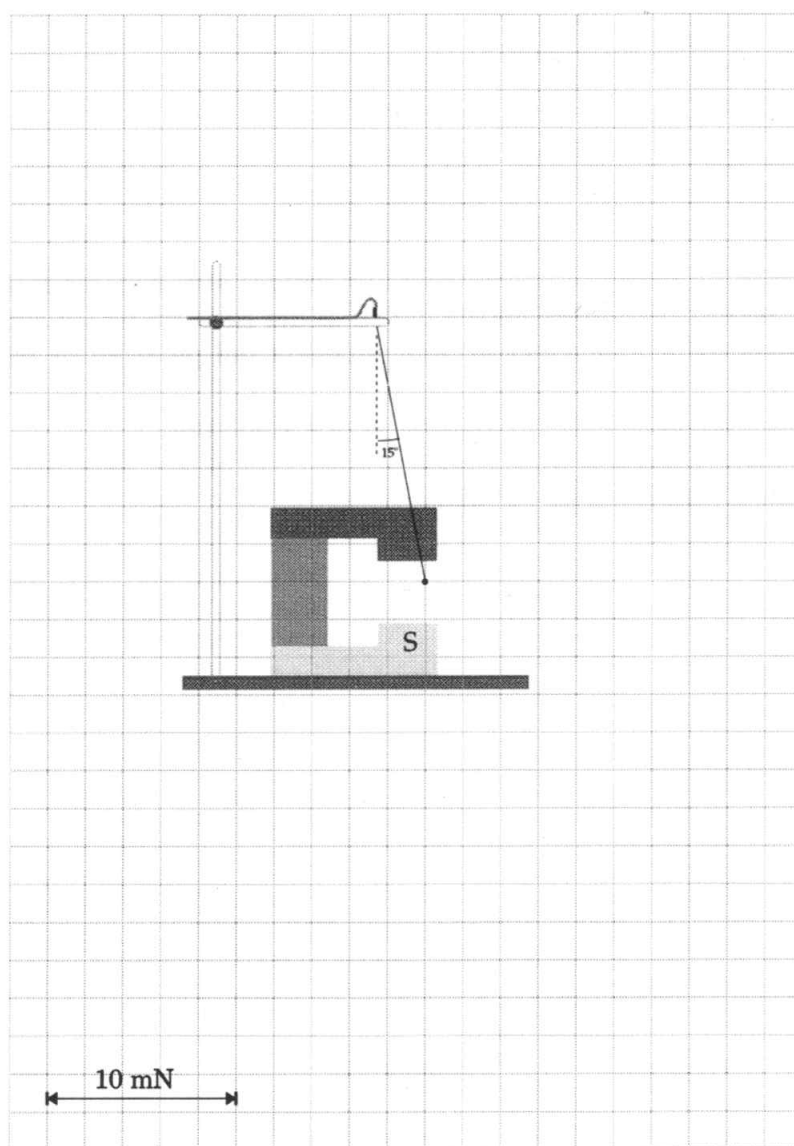
Strømstyrken mindskes nu langsomt, indtil der ikke længere går strøm gennem lederstykket. Lederstykket hænger da stille lodret under ophængen.

Ledningerne, som lederstykket er ophængt i, er 30 cm lange.

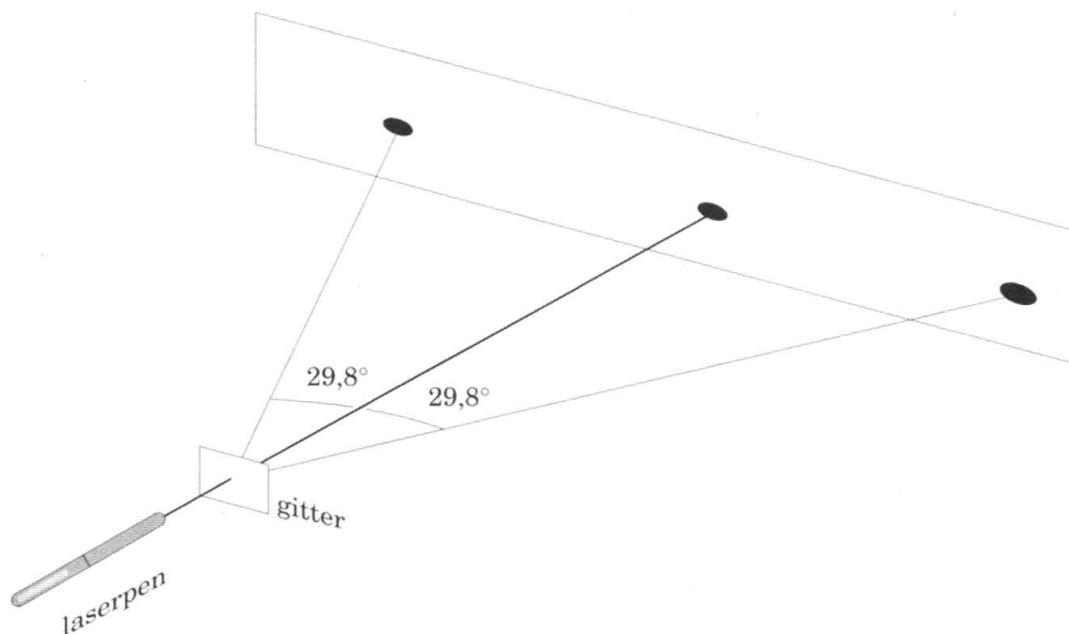
- d) Beregn størrelsen af det arbejde, den magnetiske kraft har udført på lederstykket under denne flytning.

Navn: _____

Skole / kursus: _____ Klasse: _____



1. Laserpen



Små lasere med en tynd, rød laserstråle kan bruges som pegespinde eksempelvis ved lysbilledforevisninger. Bølgelængden af det røde lys fra en sådan laserpen bestemmes ved at lade lyset ramme vinkelret ind på et gitter som vist på figuren.

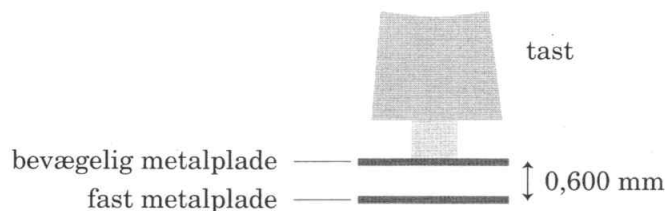
Afstanden mellem spalterne i gitteret er $d = 1,333 \mu\text{m}$.

- a) Bestem laserlysets bølgelængde.

2. Computertast

På et computertastatur er tasterne forbundet til hver sin pladekapacitor. Kapacitansen af en af disse kapacitorer er $0,740 \text{ pF}$.

- a) Beregn størrelsen af ladningen på en af kapacitorens plader, når spændingsfaldet over kapacitoren er $5,00 \text{ V}$.



Afstanden mellem kapacitorpladerne er normalt $0,600 \text{ mm}$. Når man trykker en tast ned, mindsker man afstanden mellem pladerne tilsvarende, og derved øges kapacitansen. Ændringen af kapacitansen skal være mindst $0,250 \text{ pF}$, før computeren kan registrere, at tasten er trykket ned.

- b) Hvor langt skal tasten mindst trykkes ned, før computeren kan registrere det?

3. Laserkirurgi

En laser, der bruges ved kirurgiske indgreb, virker som en kniv, når laserstrå- lens energi absorberes af vævet og får det til at fordampe. Laseren udsender stråling med bølgelængden $10,6 \text{ }\mu\text{m}$.

- a) Beregn energien af hver af de udsendte fotoner.

Laserstrålen afsætter energi i vævet med effekten 60 W . Laserstrålen har en diameter på $0,40 \text{ mm}$, og den flyttes hen over vævet med farten $2,0 \text{ cm/s}$. Ved legemstemperatur skal vævet tilføres $2,4 \text{ kJ}$ pr. gram for at fordampe.

Vævet's densitet er $0,95 \text{ g/cm}^3$.

- b) Vurdér, hvor dybt laserstrålen skærer i vævet.

4. Stort pendul

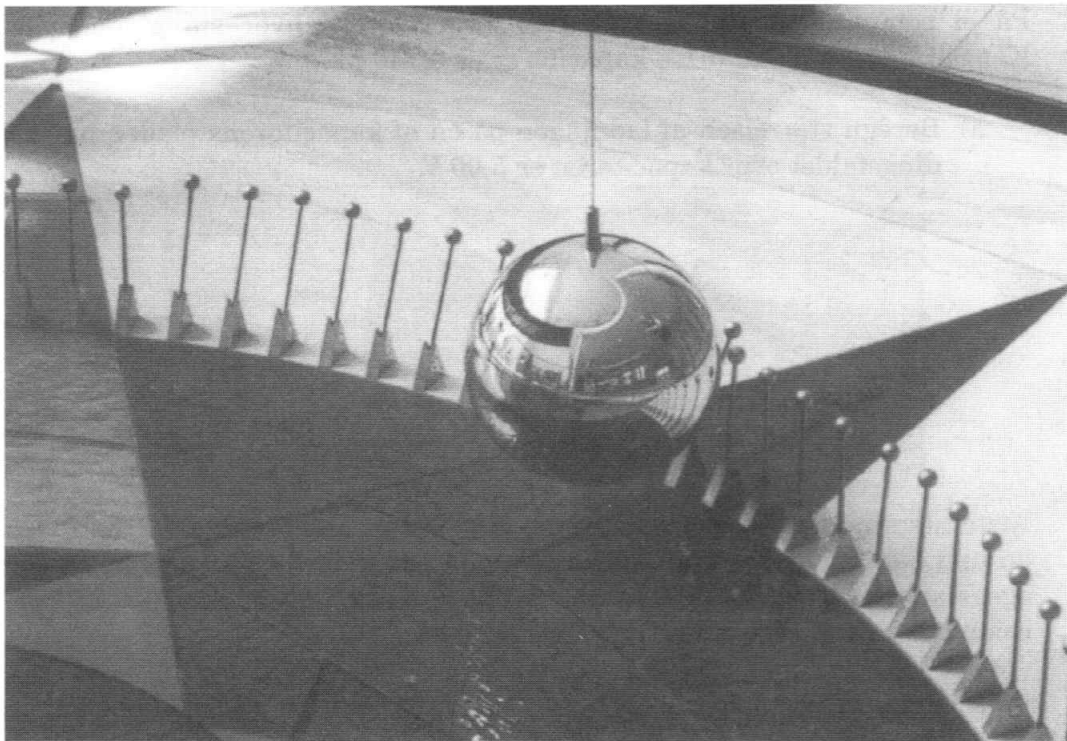


Foto: Steno Museet

På Steno Museet i Århus hænger en 32,86 kg tung kugle i et langt kabel. Kuglen svinger som et pendul frem og tilbage i en plan bevægelse.

Et penduls svingningstid T afhænger af kablets længde L , idet

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

hvor g er størrelsen af tyngdeaccelerationen.

- a) Beregn kablets længde L , idet svingningstiden er 6,65 s.

I pendulets yderstilling er kuglen hævet 2,9 cm op over midterstillingen.

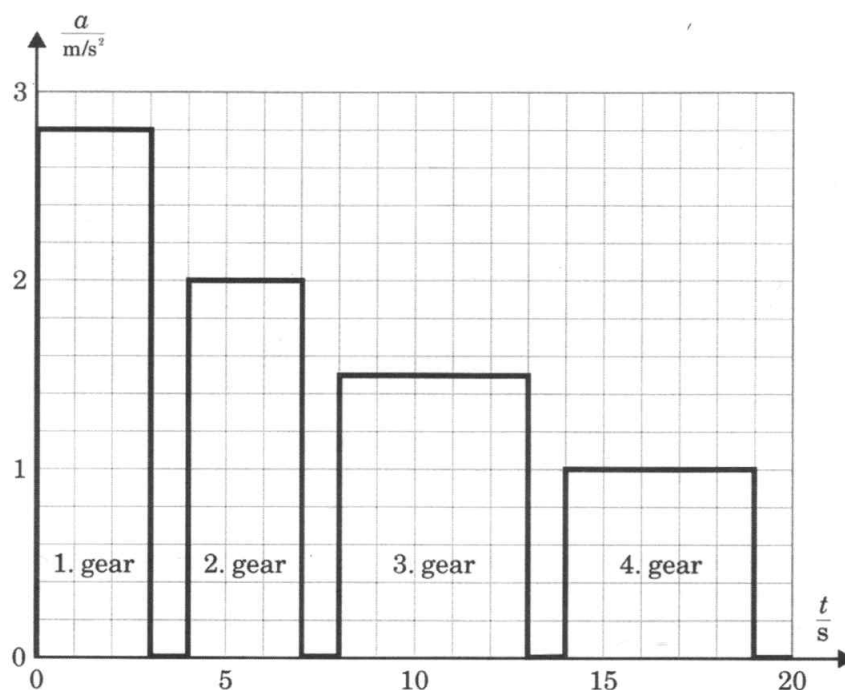
- b) Vis, at kuglen passerer midterstillingen med farten 0,75 m/s.

Idet kuglen passerer midterstillingen, kan dens bevægelse betragtes som en cirkelbevægelse med konstant fart.

- c) Bestem størrelsen af den resulterende kraft og størrelsen af snorkraften i det øjeblik, kuglen passerer midterstillingen.

5. Biltest

Ved en biltest starter en bil fra hvile og kører ud ad en vandret, lige vejstrækning. Med et såkaldt accelerometer måler man bilens acceleration.



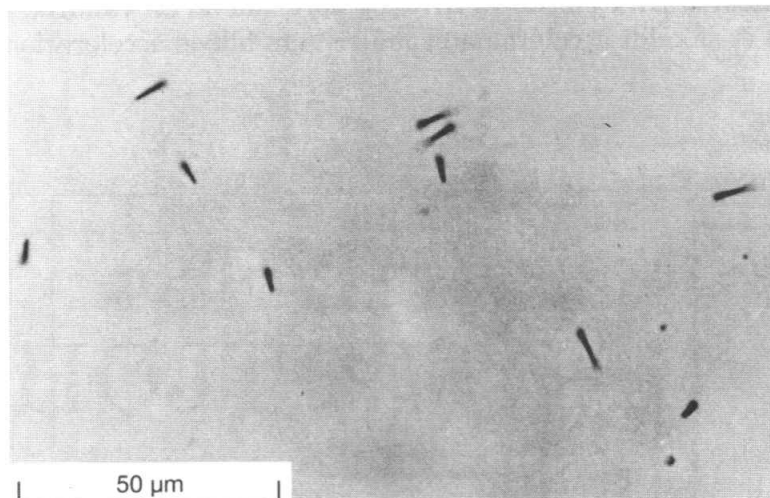
Grafen viser bilens acceleration a som funktion af tiden t siden starten. Accelerationen ændrer sig, når bilens fører skifter gear.

- Hvor langt kører bilen i 1. gear?
- Tegn en graf, der viser bilens hastighed v som funktion af tiden t – bilaget kan benyttes.
Hvor lang tid er bilen om at accelerere fra 0 til 90 km/h?

Massen af bil med fører er 1250 kg.

- Beregn den resulterende krafts effekt til tidspunktet $t = 2,0$ s.
Bestem størsteværdien for den resulterende krafts effekt.

6. Datering ved hjælp af fissionsspor



Fissionsspor i mineralet glimmer.

Kilde: Fleicher, Price and Walker: *Nuclear Tracks in Solids*.

Ved datering af mineraler kan man udnytte, at de ofte indeholder små mængder uran i form af nukliderne ^{235}U og ^{238}U .

Nuklidet ^{238}U kan henfalde på forskellige måder, og i $4,53 \cdot 10^{-5} \%$ af tilfældene sker det ved spontan fission. De herved dannede kerner ioniserer atomerne i mineralet så kraftigt, at der fremkommer et spor. Sporene kan efter en kemisk behandling ses i et mikroskop.

^{235}U -kernerne henfalder ikke ved spontan fission. Ved at bestråle mineralet med neutroner kan man imidlertid få en del af ^{235}U -kernerne til at fissionere og sætte spor.

Mineralets alder kan bestemmes ved at tælle antallet af spor fra dels ^{235}U -fissioner, dels de ^{238}U -fissioner som er foregået siden mineralets dannelse. Metoden er brugbar for mineralprøver med aldre fra nogle få år op til flere milliarder år.

Ved spontan fission af en ^{238}U -kerne i en mineralprøve dannes en ^{90}Kr -kerne og en anden kerne, og samtidigt udsendes der to neutroner.

- a) Brug oplysninger i *DATABOG Fysik Kemi* til at opstille reaktionskemaet for fissionsprocessen og beregne processens Q -værdi.

^{90}Kr -kernen bremses under spordannelsen af en konstant kraft af størrelsen $2,9 \cdot 10^{-6} \text{ N}$.

- b) Hvor langt bliver sporet, når ^{90}Kr -kernen starter med en kinetisk energi på 87 MeV?

I en mineralprøve blev der talt 233 spor fra ^{238}U . Derefter blev prøven bestrålet med neutroner, hvorved $7,00 \cdot 10^{-3} \%$ af ^{235}U -kernerne i prøven fissionerede. Efter neutronbestrålingen blev der talt 2675 spor fra ^{235}U .

Halveringstiden for ^{238}U er $4,46 \cdot 10^9$ år. Mineralet indeholder ligesom naturligt uran 137,9 gange så mange ^{238}U -kerner som ^{235}U -kerner.

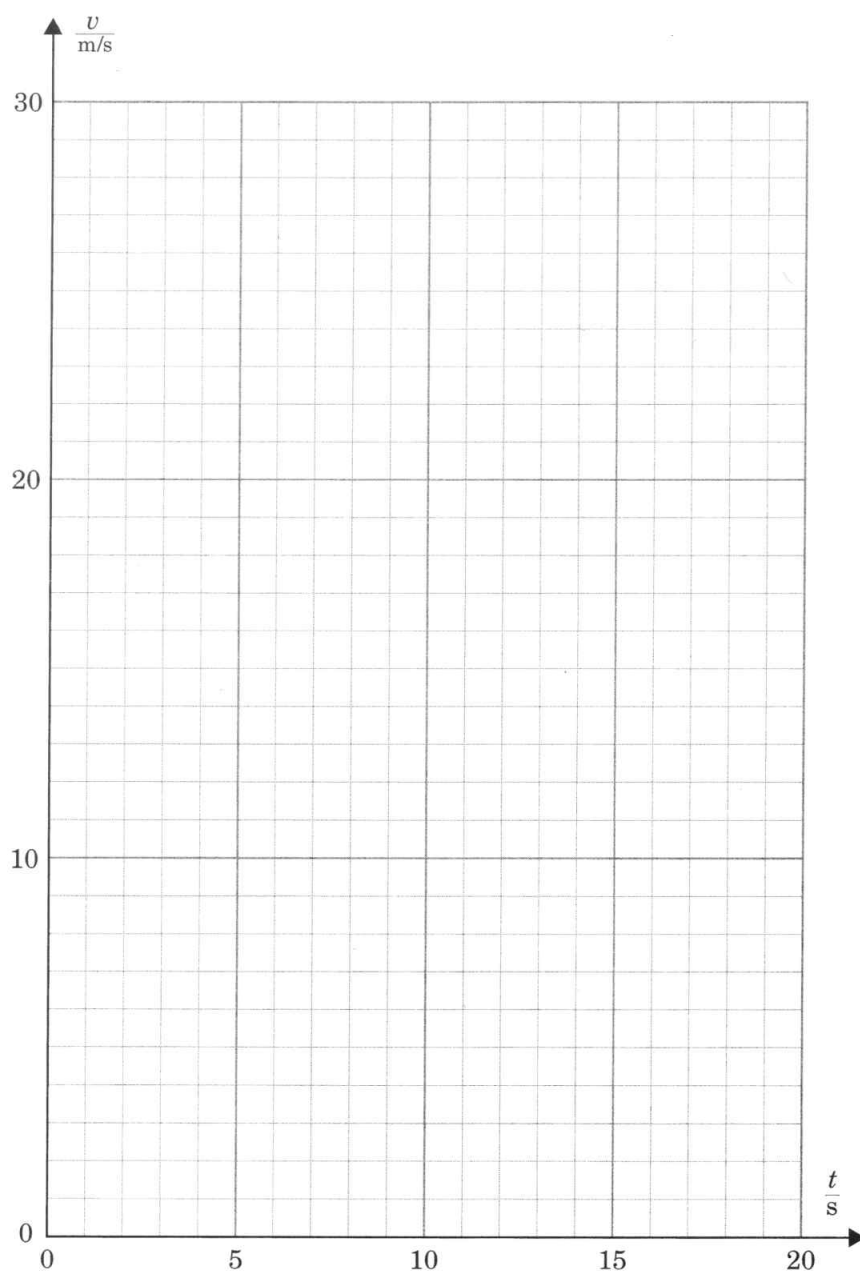
- c) Bestem mineralets alder.

BILAG

Ark _____ af i alt _____ ark

Navn: _____

Skole / kursus _____ Klasse: _____



3. Vands fordampningsvarme

Et varmelegeme placeres i en beholder med vand og tændes. Herved opvarmes vandet til 100 °C og begynder at fordampe. Ved at placere beholderen på en vægt kan man måle, hvor meget vand der fordamper pr. tid. Varmelegemets resistans er 2,75 Ω. Når strømstyrken er 6,20 A, fordamper der 0,041 gram vand pr. sekund.

- a) Beregn varmelegemets elektriske effekt.

Bestem ud fra de anførte måleresultater en værdi for vands specifikke fordampningsvarme, hvis man ser bort fra varmetab til omgivelserne.

For at tage højde for varmetabet udføres en serie eksperimenter, hvor man måler sammenhørende værdier af strømstyrken I gennem varmelegemet og massetabet pr. tidsenhed $\Delta m/\Delta t$. Måleresultaterne fremgår af tabellen.

$\Delta m/\Delta t$ / g/s	0,041	0,046	0,050	0,054	0,058	0,062	0,066	0,071	0,078
I / A	6,20	6,52	6,78	7,03	7,27	7,46	7,68	7,95	8,28

Der er en lineær sammenhæng mellem massetabet pr. tid og den tilførte elektriske effekt.

- b) Bestem ved hjælp af måleserien en bedre værdi for vands specifikke fordampningsvarme og størrelsen af den effekt, hvormed der tabes varme til omgivelserne.

5. Rumfærgestart

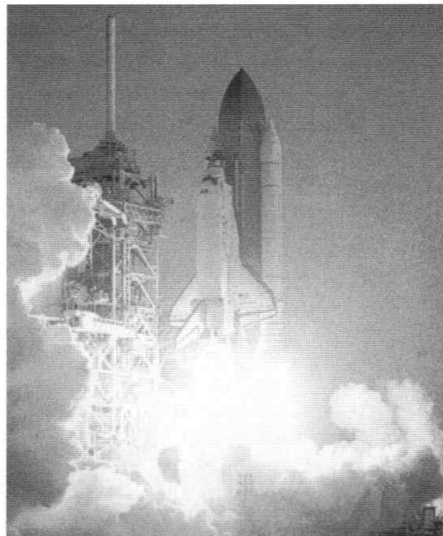


Foto: NASA

Fotografiet viser rumfærgen Discovery under starten fra Kennedy Space Center. Rumfærgen er ved starten forsynet med en stor cylinderformet tank med brændstof til rumfærgens tre hovedmotorer. På siden af denne tank sidder to løfteraketter.

I de første to minutter efter starten bevirker løfteraketterne og de tre hovedmotorer, at rumfærgen med tank og løfteraketter ud over tyngdekraften er påvirket af en opadrettet konstant kraft af størrelsen $F_{\text{raket}} = 41,1 \text{ MN}$.

I startøjeblikket har systemet bestående af rumfærgen, brændstoftank og faststofraketter massen $m_0 = 2040 \text{ t}$.

- a) Vis, at størrelsen af rumfærgens acceleration er $10,3 \text{ m/s}^2$ lige efter starten.

Hvor højt ville rumfærgen nå op i løbet af 30 s, hvis accelerationen var konstant?

I det følgende regnes med en model, hvor der ses bort fra luftmodstand, og hvor rumfærgens lodrette hastighed v som funktion af tiden t siden starten er givet ved

$$v(t) = -u \cdot \ln(1 - k \cdot t) - g \cdot t$$

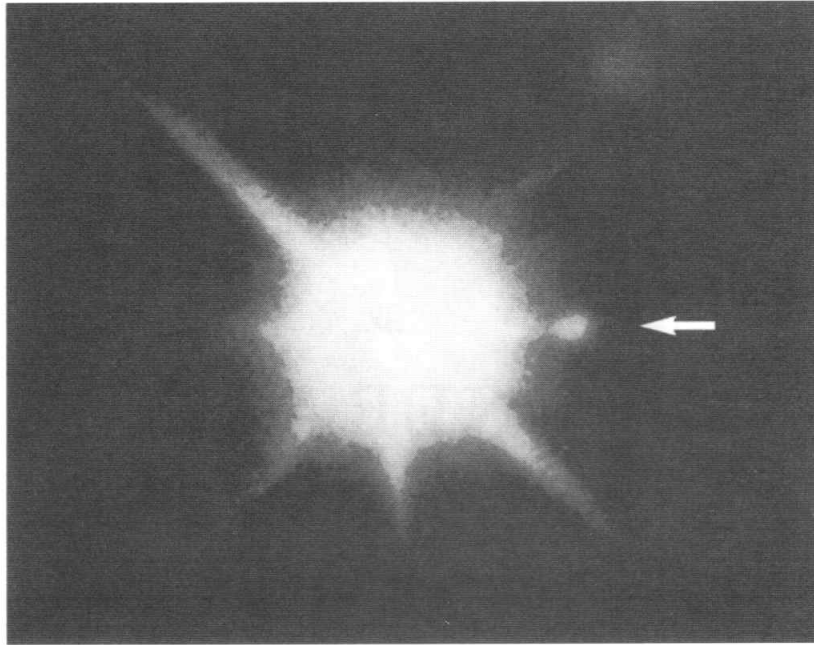
hvor g er størrelsen af tyngdeaccelerationen, og u angiver den fart, hvormed forbrændingsprodukterne forlader raketmotorerne. For rumfærgen har u værdien $4,1 \text{ km/s}$. Konstanten k er fastlagt ved

$$k = \frac{F_{\text{raket}}}{m_0 \cdot u}$$

- b) Hvor højt er rumfærgen kommet op efter 30 s?
- c) Bestem rumfærgens acceleration til tidspunktet $t = 30 \text{ s}$.
Bestem, hvor lang tid det i følge modellen varer, før størrelsen af rumfærgens acceleration når op på værdien $3 \cdot g$.

23/11

1. Sirius B



Fotografiet viser et overeksponeret billede af stjernen Sirius. Ved pilen ses den lille ledsagestjerne Sirius B, som er en hvid dværg, dvs. en lille, meget varm stjerne.

Massen af Sirius B er 1,05 gange Solens masse, og dens radius er 5568 km.

- Beregn den gennemsnitlige densitet af Sirius B.
- Beregn størrelsen af tyngdeaccelerationen ved overfladen af Sirius B.

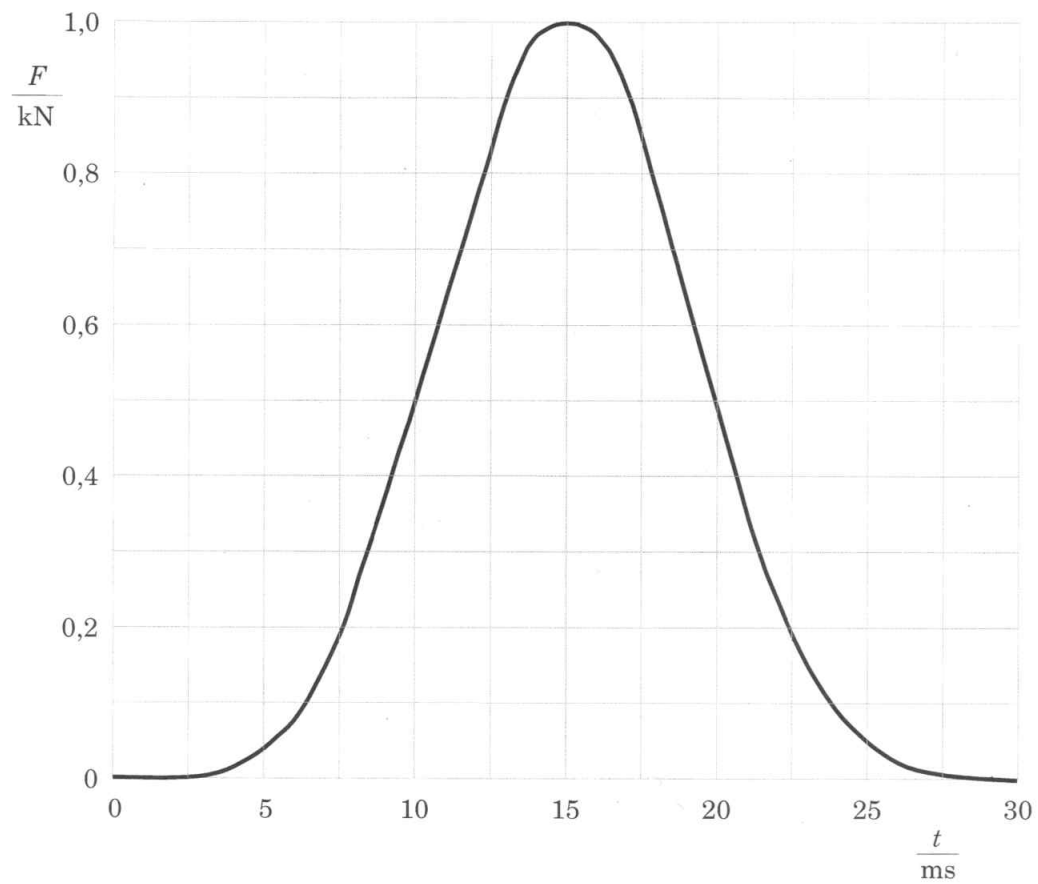
X 2. Baseball



En bold til baseball bevæger sig i vandret retning med farten 25 m/s.
Boldens masse er 0,145 kg.

a) Bestem størrelsen af boldens impuls.

Bolden bliver ramt af et bat, sådan at den efter stødet bevæger sig i den modsatte retning.



Grafen viser størrelsen F af kraften fra battet på bolden som funktion af tiden t under stødet.

b) Bestem en tilnærmet værdi for boldens fart efter stødet.

Bilaget kan benyttes.

3. Vejrballon



Over hele verden opsender man dagligt små heliumfyldte vejrballoner. Ved hjælp af de instrumenter, som ballonerne medfører, måler man bl.a. luftens temperatur og tryk i forskellige højder.

En vejrballon stiger til vejrs gennem en del af atmosfæren, hvor temperaturen er konstant. Man kan regne med, at trykket inde i ballonen hele tiden er lig med trykket uden for ballonen.

- a) Forklar, hvorfor ballonen bliver større under opstigningen.
Begrund, at luftens opdrift på ballonen er uændret under opstigningen.

4. Neutrinoer fra Solen

Den eneste kilde til direkte oplysninger om Solens energiproduktion er de neutrinoer, som udsendes ved nogle af kernereaktionerne i Solens indre.

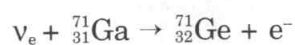
Trods omhyggelige målinger med meget store detektorer gennem de sidste 25 år

har man kun kunnet registrere ca. halvdelen af det forventede antal neutrinoer. Det tyder på, at man enten må revidere teorien for Solens opbygning og energiproduktion eller tillægge neutrinoerne andre egenskaber som fx masse.

Til et neutrinoeksperiment havde man i Gran Sasso-tunnellen i Italien anbragt en stor beholder, der indeholdt 30,3 ton af grundstoffet gallium.

- a) Benyt oplysninger i *Databog Fysik Kemi* til at beregne antallet af galliumatomer i beholderen.

Neutrinoerne registreres ved reaktionen



- b) Benyt oplysninger i *Databog Fysik Kemi* til at forklare, hvorfor neutrinoer med energi mindre end 0,236 MeV ikke kan give anledning til denne reaktion.

De dannede ${}^{71}\text{Ge}$ -kerner er radioaktive og kan registreres, når de henfalder. Halveringstiden er 11,2 døgn.

Ved dette neutrinoeksperiment dannes der i gennemsnit 1,17 ${}^{71}\text{Ge}$ -kerner pr. døgn. Efter lang tid vil antallet af ${}^{71}\text{Ge}$ -kerner i beholderen nærme sig til en bestemt værdi.

- c) Bestem denne værdi.

5. Minekøling

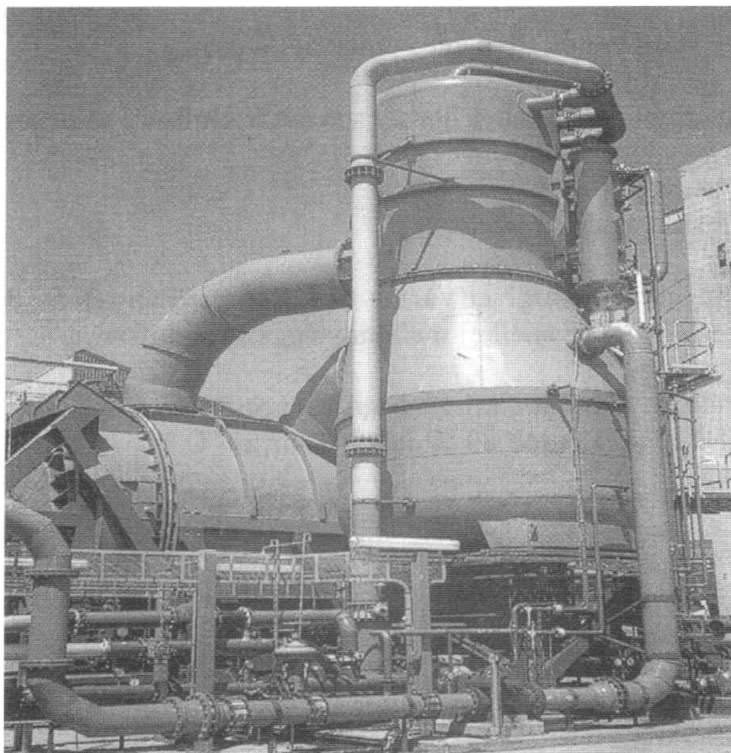
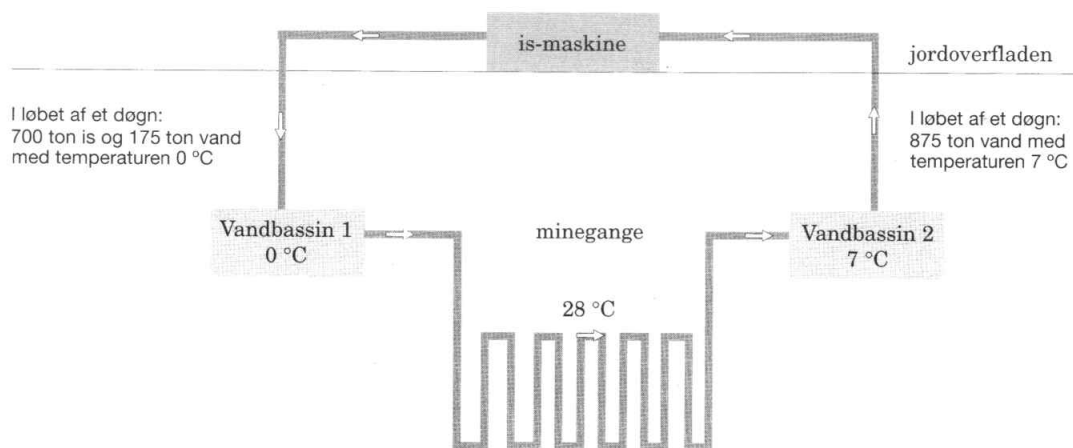


Foto af ismaskine til minekøling.

(Kilde: IDE technologies Ltd)

I en guldmine i Sydafrika ligger minegangene helt ned til 4000 meters dybde. Her er klippevæggernes temperatur ca. 55 °C, og der er derfor brug for et stort køleanlæg til at holde luften i minegangene nede på en acceptabel temperatur (28 °C).



Fra ismaskinen på jordoverfladen sendes en blanding af is og vand ned til Vandbassin 1 i 1500 meters dybde, hvorved temperaturen i Vandbassin 1 holdes på 0 °C. Gennem et rørsystem sendes kølevandet derpå rundt i minen og ender i Vandbassin 2, som også befinder sig i 1500 meters dybde. I Vandbassin 2 er vandets temperatur 7 °C. Herfra pumpes vandet op til jordoverfladen igen.

I løbet af et døgn pumpes 875 ton vand fra Vandbassin 2 op til jordoverfladen.

- a) Beregn dette vands tilvækst i potentiel energi.

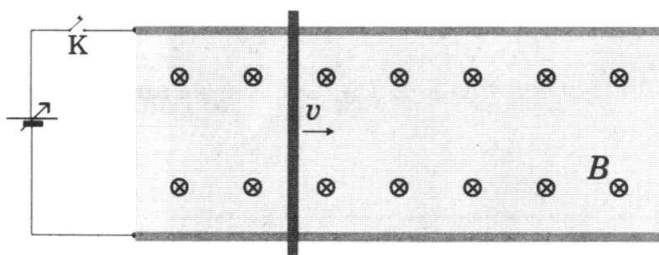
Den effekt, hvormed kølevandet fjerner varme fra luften i minegangene, kaldes P .

- b) Beregn størrelsen af effekten P .

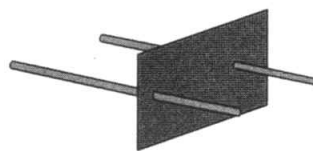
Væggene i minegangene afgiver varme til luften med en effekt, der er proportional med temperaturforskellen mellem væggene og luften.

- c) Hvor mange procent skal effekten P øges for at opretholde en konstant temperatur i luften på $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ i stedet for $28\text{ }^{\circ}\text{C}$?

6. Magnetisk minikanon



Skitse af opstillingen set fra oven



Skitse af opstilling 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.

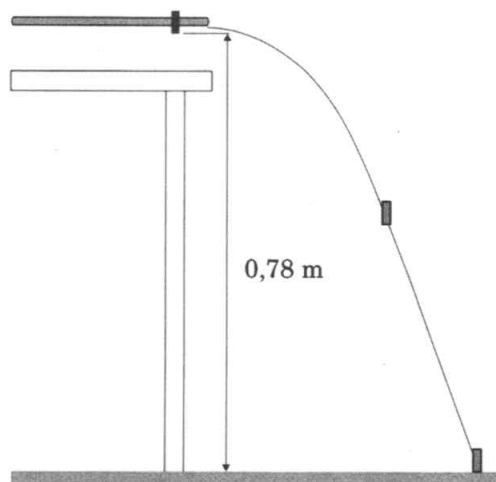
Når kontakten er sluttet, er den samlede resistans i kredsløbet $0,62 \Omega$ og strømstyrken $9,3 \text{ A}$.

- 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 en vandret hastighed på $0,96 \text{ m/s}$. Accelerationen foregår over en $6,0 \text{ cm}$ lang strækning.

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

- b) Beregn størrelsen af pladens acceleration samt størrelsen af magnetfeltets fluxtæthed.



Skitse af opstillingen set fra siden

Når pladen har forladt stængerne, falder den frit i tyngdefeltet.

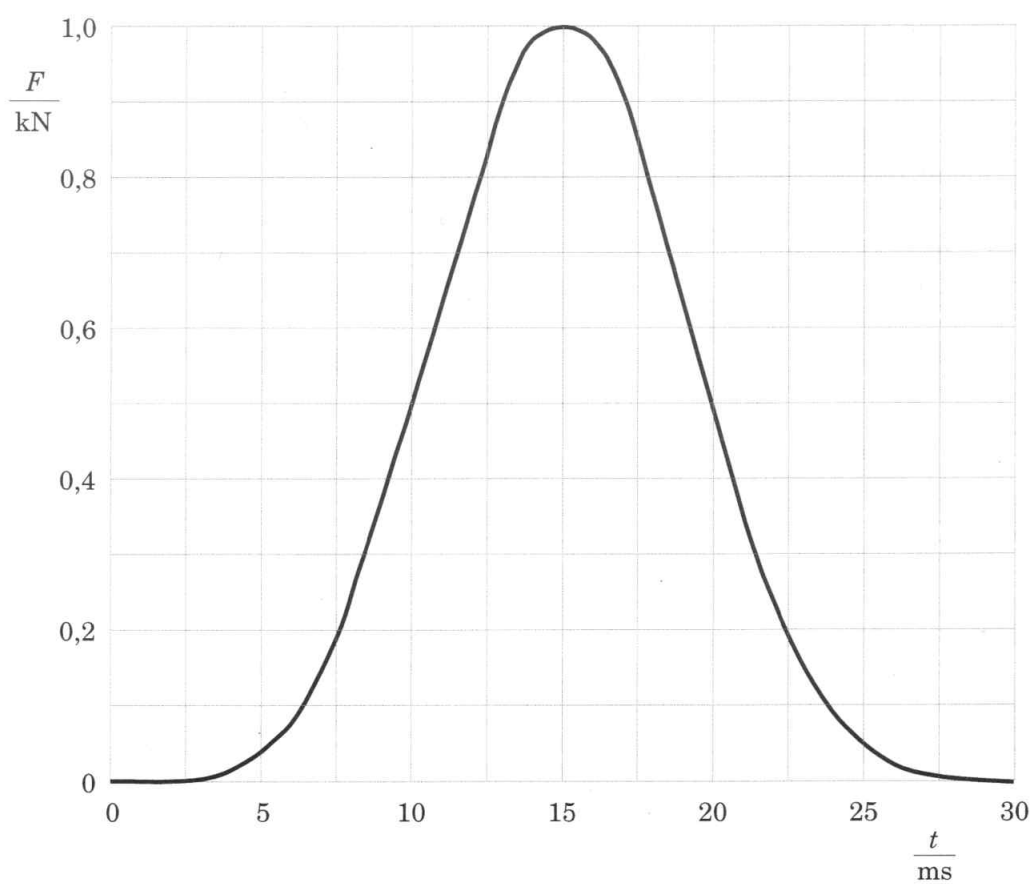
- c) Hvor langt bevæger pladen sig i vandret retning, efter at den har forladt stængerne?

BILAG

Ark _____ af i alt _____ ark

Navn: _____

Skole / kursus _____ Klasse: _____



2. Afladning af kapacitor

Spændingsfaldet over en pladekapacitor er til at begynde med 6,00 V. Kapacitoren aflades gennem en resistor med resistansen 0,905 M Ω . Spændingsfaldet U over resistoren måles som funktion af tiden t . Måleresultaterne fremgår af tabellen nedenfor.

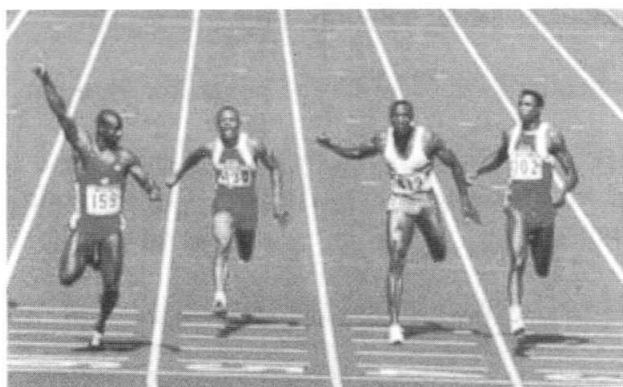
t / s	0	1	2	4	6	8	10	12
U / V	6,00	4,67	3,64	2,20	1,34	0,81	0,49	0,30

- a) Bestem strømstyrken I_0 i kredsløbet til tidspunktet $t = 0$ s.

Strømstyrken I i kredsløbet aftager eksponentielt som funktion af tiden.

- b) Udnyt oplysningerne i tabellen til at bestemme størrelsen af ladningen på en af kapacitorens plader ved starten af afladningen.
Bestem kapacitorens kapacitans.

6. Hurtigløb



Ved de olympiske lege i Seoul 1988 løb canadieren Ben Johnson 100 meter på 9,83 s.

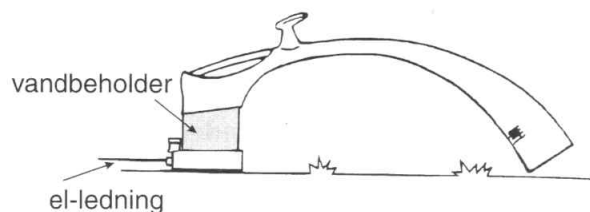
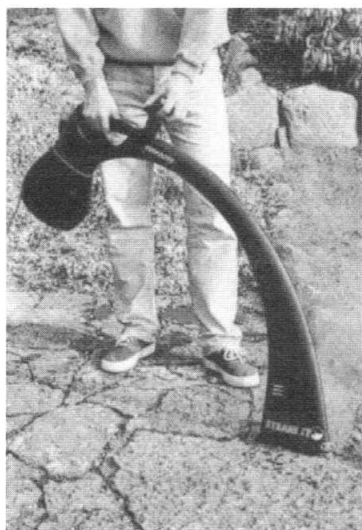
- a) Beregn gennemsnitsfarten for Ben Johnsons løb.

Analyser af videooptagelser af løbet har vist, at Ben Johnsons hastighed v som funktion af tiden t siden løbets start kan beskrives ved udtrykket

$$v(t) = (12,42 \frac{\text{m}}{\text{s}}) - (0,0944 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) \cdot t - (12,42 \frac{\text{m}}{\text{s}}) \cdot 0,4937^{t/\text{s}}$$

- b) Bestem accelerationen ved $t = 0$ s samt den maksimale hastighed under løbet.
- c) Hvor lang tid brugte Ben Johnson på de første 50 meter af løbet?

1. Ukrudtsdamper



Tekniske data

Vandindhold:	1,5 liter
Spænding:	230 V
Effekt:	2200 W
Opvarmningstid:	ca. 4 min
Behandlingstid:	ca. 20 min

Mange haveejere udrydder ukrudt ved brug af vanddamp, der har temperaturen $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Herved ødelægges ukrudtets cellestruktur, og det får planterne til at udtørre. Ukrudtsdamperen indeholder en vandbeholder med et elektrisk varmelegeme, som automatisk slukker, når der kun lige er vand nok tilbage til at dække varmelegemet.

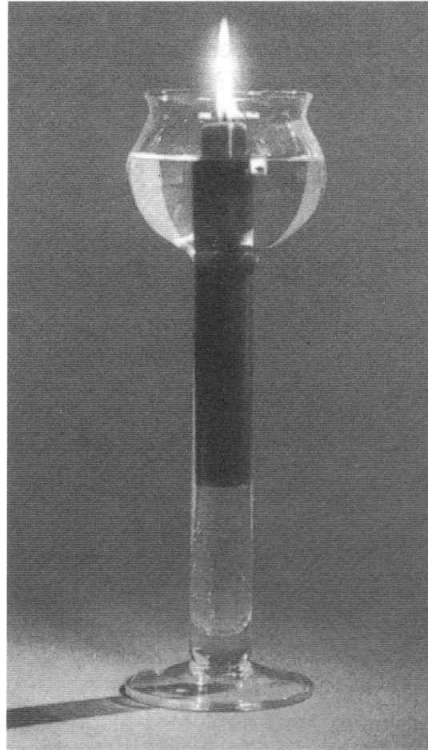
En ukrudtsdamper er tændt i 24 minutter.

a) Vis, at ukrudtsdamperen derved omsætter energien $3,2\text{ MJ}$.

Fra starten var ukrudtsdamperen fyldt med vand med temperaturen $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. I løbet af de 24 minutter opvarmes alt vandet til kogepunktet og en stor del af vandet fordamper.

b) Vurdér, hvor meget vand der fordamper.

2. Flydende stearinlys

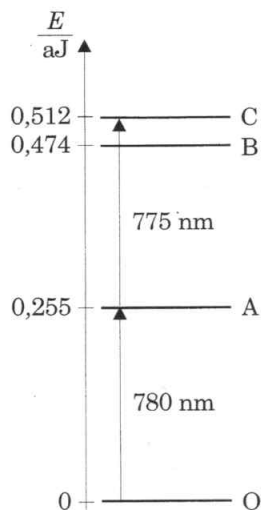


På fotografiet ses et stearinlys, der flyder i vand. Stearinlyset kan frit bevæge sig op og ned i lysestagen.

- a) Forklar, hvordan man ud fra fotografiet kan bestemme stearinlysets densitet.
Giv ud fra fotografiet et skøn over stearinlysets densitet.

3. Excitation af rubidium i to trin

Normalt er det usandsynligt, at man kan excitere et allerede exciteret atom til et højere energiniveau. Det er dog lykkedes i et eksperiment, hvor man belyste rubidiumatomer med laserlys med bølglængderne 775 nm og 780 nm.



Energyniveaudiagram for rubidium med angivelse af grundtilstanden O og de tre laveste exciterede tilstande A, B og C. Ved excitationen overgår rubidiumatomerne i to trin fra grundtilstanden O til tilstand C, hvorfra de senere henfalder til grundtilstanden.

I eksperimentet påviste man totrinsexcitationen ved de exciterede rubidiumatomers emission af blå lys med bølglængden 420 nm.

Man kan for Planck konstanten benytte værdien $6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ og for lysets fart værdien $3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

- a) Bestem hvilken overgang i rubidiumatomet, der giver anledning til dette blå lys.

4. Traktorsæde

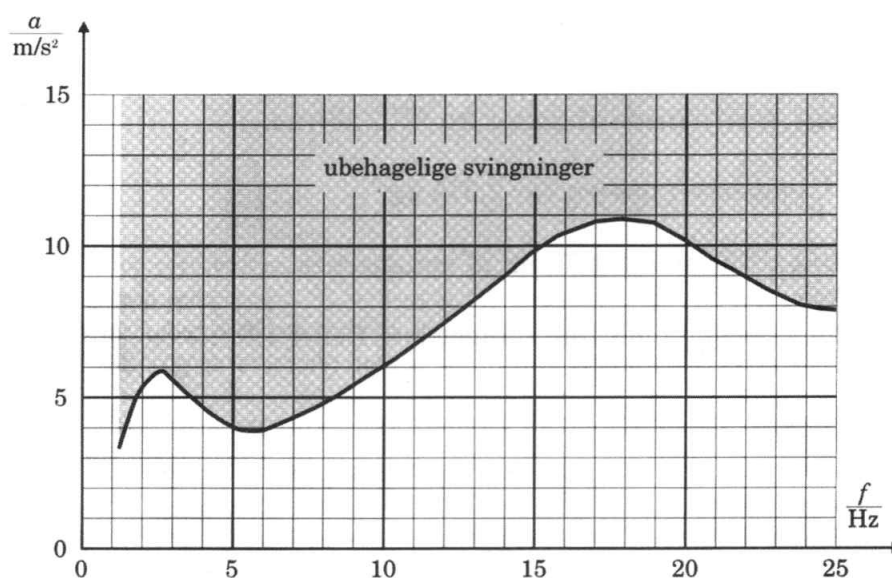
Sædet i en ældre traktor er monteret på en fjeder, der har fjederkonstanten 38 kN/m. Massen af traktorføreren er 70 kg.

- a) Hvor meget er fjederen presset sammen, når føreren sidder stille i sædet uden at røre gulvet?

Når traktoren holder stille, og føreren sætter sig i traktorsædet, vil han kortvarigt svinge lidt op og ned.

Man kan se bort fra sædets masse.

- b) Vis, at frekvensen i denne svingning er 3,7 Hz.



Under kørsel vil ujævnheder få traktorsædet og føreren til at svinge op og ned. Man har undersøgt under hvilke omstændigheder, traktorførere oplever svingningerne som ubehagelige. Oplevelsen afhænger af svingningens frekvens f og svingningens maksimale acceleration a . Grafen viser en sammenfatning af undersøgelserne.

- c) Bestem den mindste værdi af a , som føreren oplever som ubehagelig ved frekvensen 3,7 Hz.
Beregn den tilsvarende amplitude i svingningen.

5. Kaliumindholdet i bananer

Mange fødevarer har et naturligt indhold af kalium. En lille del af kalium-atomerne er det radioaktive $^{40}_{19}\text{K}$. Det kan henfalde blandt andet ved at indfange en elektron fra atomets K-skal, hvorved en af protonerne i kernen reagerer med elektronen og danner en neutron under udsendelse af en neutrino. Ved dette såkaldte EC-henfald efterlades kernen i en exciteret tilstand, hvorfor indfangningen efterfølges af udsendelse af en foton fra den dannede argonkerne.

- a) Opstil reaktionsskemaet for EC-henfaldet.

De udsendte fotoner kan bruges til at bestemme kaliumindholdet i en fødevare. Ved måling på en prøve af bananer registrerede man, at der udsendtes ialt $3,25 \cdot 10^6$ af de omtalte fotoner i løbet af et døgn. Aktiviteten kan regnes for konstant inden for dette døgn.

Elektronindfangning udgør 11,0 % af samtlige ^{40}K -henfald.

- b) Beregn den samlede aktivitet fra ^{40}K i prøven.

Massen af bananerne i prøven var 2,975 kg.

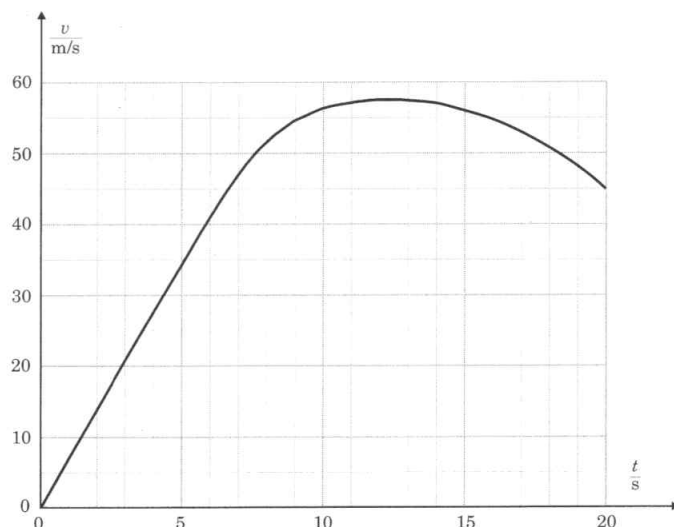
- c) Bestem, hvor mange procent af bananernes masse der var kalium.

De nødvendige supplerende oplysninger kan findes i *Databog fysik kemi*.

6. Speedskiing



Speedskiing er en form for styrtløb, der løbes på særlige løjper uden sving. I 1999 satte østrigeren Harry Eggers en ny verdensrekord med farten 248 km/h.



Grafen viser en speedskiløbers fart v som funktion af tiden t efter løbets start. Grafen er gengivet på Bilag A, der kan benyttes ved besvarelsen.

- Bestem skiløberens maksimale fart under løbet, udtrykt i km/h.
- Hvor stor er skiløberens acceleration ved løbets start?
- Bestem en tilnærmet værdi for den afstand, skiløberen tilbagelægger i løbet af de 20 sekunder.

Efter nogen tid befinder skiløberen sig et sted, hvor løjpens vinkel med vandret er 20° . Skiløberen løber her med konstant hastighed og er påvirket af tyngdekraften, normalkraften, luftmodstanden og gnidningskraften mellem sne og ski.

Gnidningskoefficienten μ mellem sne og ski er 0,05. Den samlede masse af skiløberen med udstyr er 95 kg.

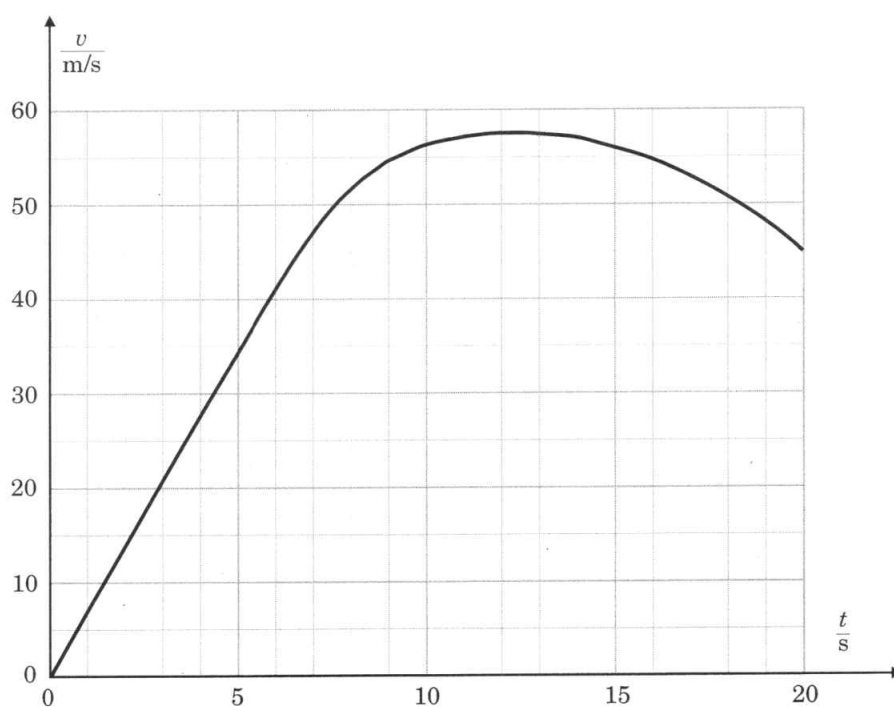
- Bestem størrelse og retning af hver af de fire omtalte kræfter. Bilag B kan benyttes ved besvarelsen.

BILAG A

Ark _____ af i alt _____ ark

Navn: _____

Skole / kursus _____ Klasse: _____

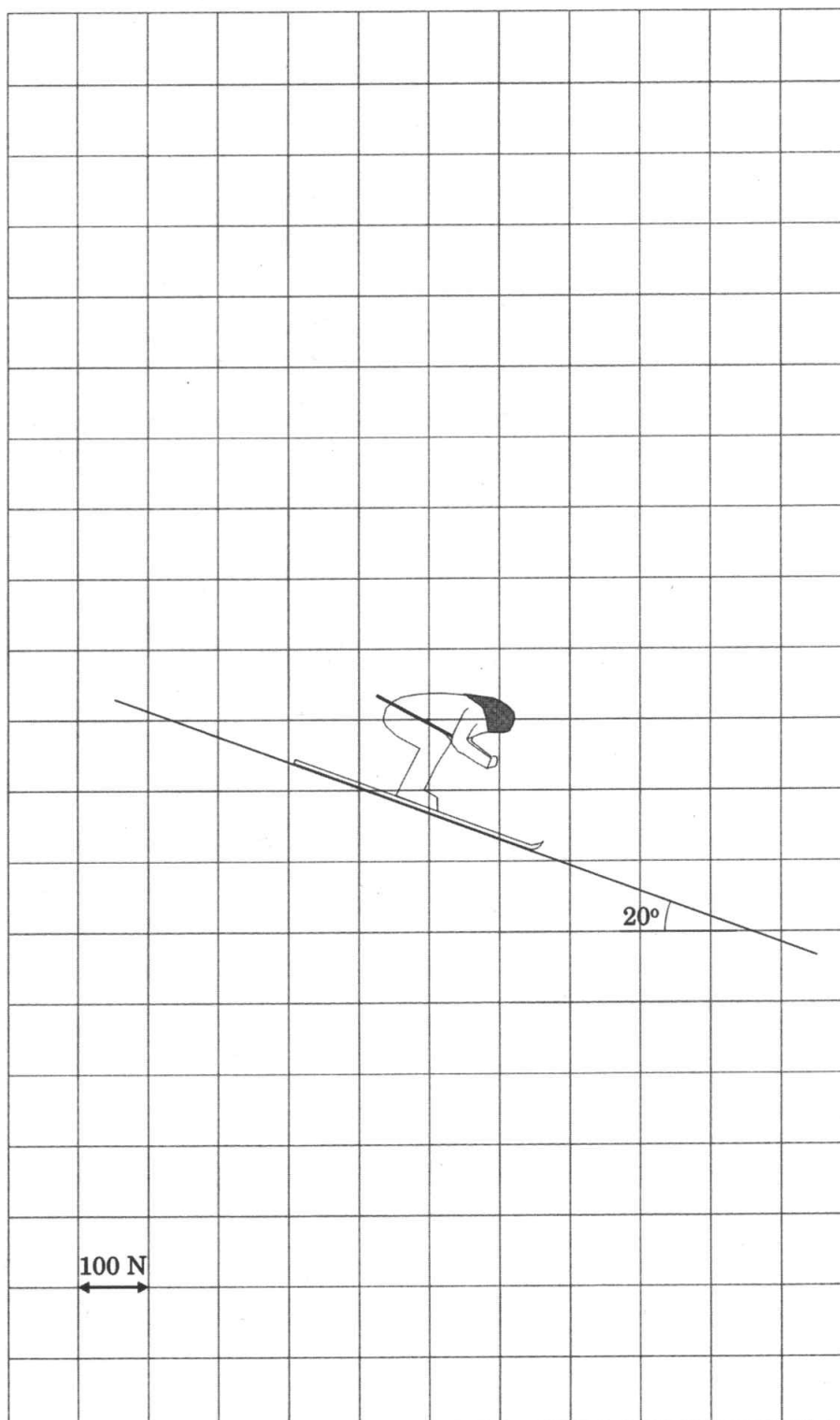


BILAG B

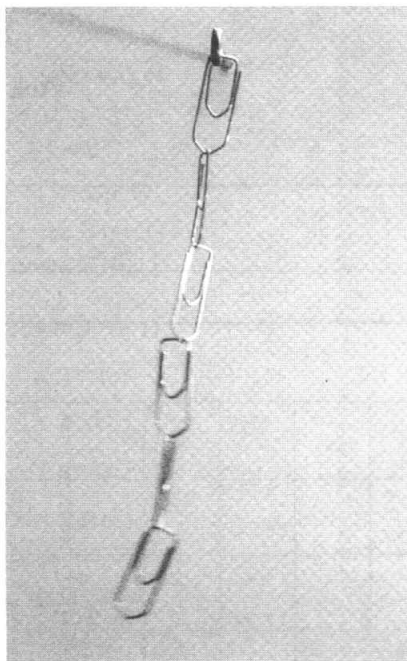
Ark _____ af i alt _____ ark

Navn: _____

Skole / kursus _____ Klasse: _____



2. Clipsependuler



Nogle ens papirclips sættes sammen som vist på fotografiet og hænges op i den ene ende. Den anden ende trækkes lidt ud til siden og slippes. Herefter svinger clipsene fra side til side som et pendul.

For mange pendul typer kan sammenhængen mellem svingningstiden T og pendulets længde L beskrives ved formlen

$$T^2 = k \cdot L$$

hvor k er en konstant.

I tabellen nedenfor er anført sammenhørende værdier af svingningstiden T og antallet af clips n i et clipsependul.

Antal clips n	3	5	7	9	11	13	15	17
T / s	0,65	0,82	1,00	1,11	1,22	1,36	1,45	1,54

Hvert led i clipsekæden er 4,9 cm langt.

- a) Bestem ved hjælp af dataene i tabellen den værdi af k , som bedst beskriver clipsependuler.

7 6. Speedskiing



Speedskiing er en form for styrtløb, der løbes på særlige løjper uden sving. I 1999 satte østrigeren Harry Eggers en ny verdensrekord med farten 248 km/h.

En skiløber gennemløber en speedskiing-bakke. På de første 600 meter af løbet kan skiløberens fart v beskrives ved formlen

$$v(t) = \left(84 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \cdot \frac{e^{b \cdot t} - 1}{e^{b \cdot t} + 1}$$

hvor t er tiden siden løbets start og $b = 0,17 \text{ s}^{-1}$.

- Bestem skiløberens fart 8 sekunder efter løbets start.
- Bestem skiløberens acceleration ved løbets start.
- Hvor langt bevæger skiløberen sig i løbet af de første 10 sekunder?

Efter nogen tid befinder skiløberen sig et sted, hvor løjpens vinkel med vandret er 20° . Skiløberen løber her med konstant hastighed og er påvirket af tyngdekraften, normalkraften, luftmodstanden og gnidningskraften mellem sne og ski.

Gnidningskoefficienten μ mellem sne og ski er 0,05. Den samlede masse af skiløberen med udstyr er 95 kg.

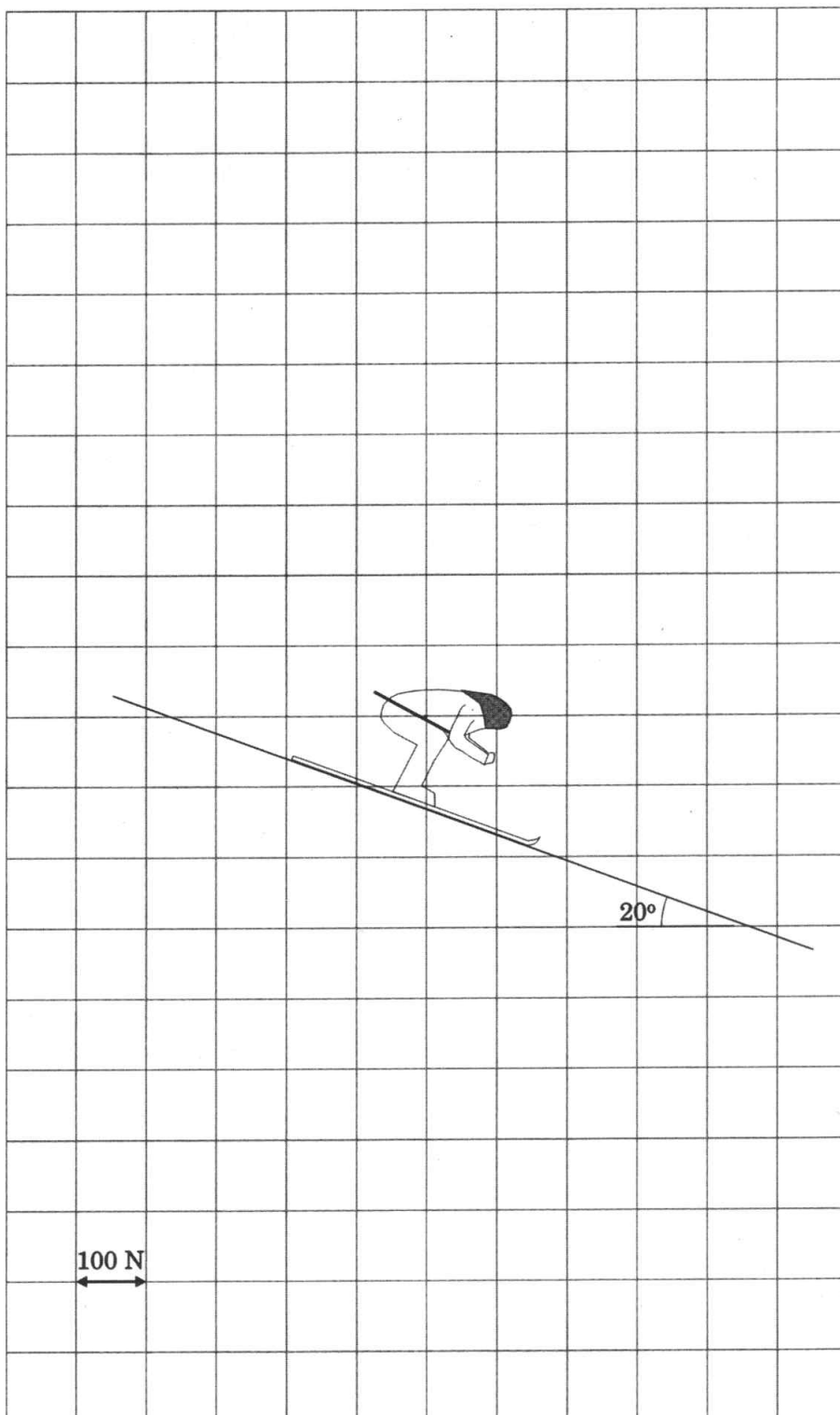
- Bestem størrelse og retning af hver af de fire omtalte kræfter. Bilaget kan benyttes ved besvarelsen.

BILAG

Ark _____ af i alt _____ ark

Navn: _____

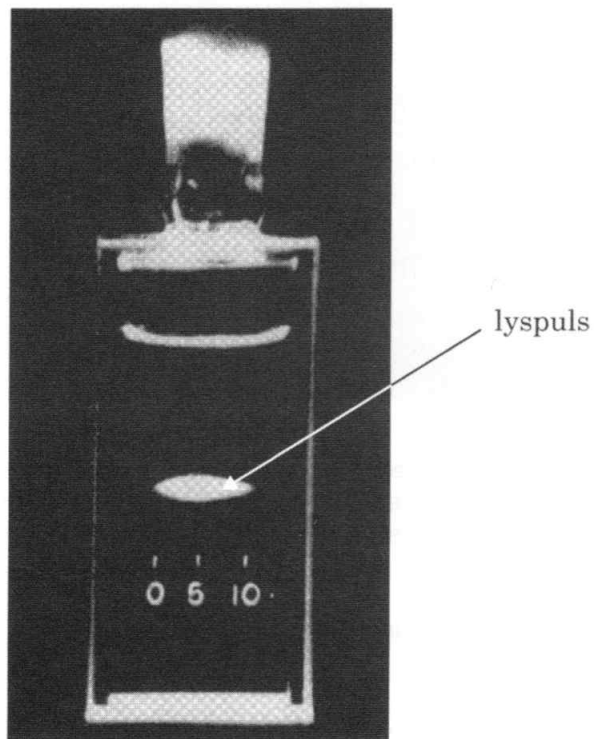
Skole / kursus _____ Klasse: _____



1. Lyspuls

En laser udsender grønt lys i form af pulser, der hver varer 10 ps.

- a) Hvor langt bevæger en lyspuls sig i luft i løbet af 10 ps?



Fotografiet viser en lyspuls, mens den er på vej fra venstre mod højre gennem en glasbeholder med vand. Skalaen midt på beholderen er inddelt i millimeter. Vands brydningsforhold for det grønne lys er 1,33.

- b) Hvor langt bevæger lyspulsen sig i vand i løbet af 10 ps?
Vurdér, hvor længe kameraets blænde stod åben under fotograferingen af lyspulsen.

2. Tau-leptonen



Verdens største lineære accelerator findes ved Stanford University i Californien. Acceleratoren kan både accelerere elektroner og positroner, og det udnyttes til at studere elektron-positron-sammenstød. Herved lykkedes det i 1975 for første gang at påvise reaktionen

$$e^- + e^+ \rightarrow \tau^- + \tau^+$$

hvor tau-leptonen τ^- er en tung "udgave" af elektronen, og τ^+ er den tilsvarende antipartikel.

Ved eksperimentet havde elektronen og positronen hver den kinetiske energi 4,00 GeV. Den samlede kinetiske energi af τ -partiklerne blev målt til 4,45 GeV.

En partikel og dens antipartikel har samme masse.

- a) Beregn massen af en τ -partikel.

✓ 3. Lodret kast med luftmodstand

En bold kastes lodret opad med begyndelsesfarten $16,0 \text{ m/s}$. Når bolden kommer ned igen til starthøjden, er farten på grund af luftmodstanden faldet til $14,8 \text{ m/s}$.

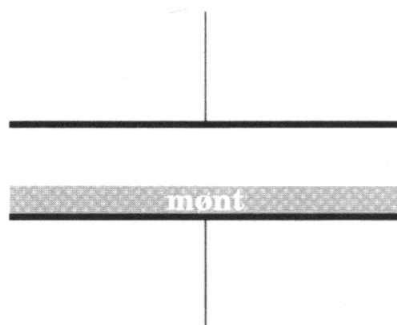
Boldens masse er 152 g .

- Beregn boldens tab i mekanisk energi.
- Forklar, hvorvidt tabet i mekanisk energi er størst på opturen eller på nedturen.

4. Måling af mønters tykkelse

Afstanden mellem pladerne i en pladekapacitor er $4,00 \text{ mm}$, og kapacitansen er $3,10 \text{ pF}$, når der kun er luft mellem pladerne.

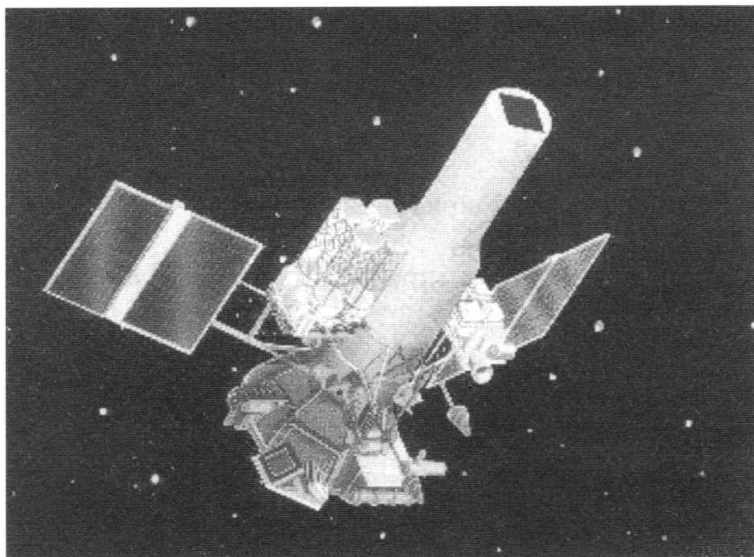
- Beregn arealet af en af kapacitorpladerne.



Kapacitoren anvendes til at kontrollere tykkelsen af en bestemt slags mønter. Kapacitorpladerne har samme størrelse som mønterne. Den enkelte mønt placeres på den nederste kapacitorplade som vist på figuren. Derefter måles, hvor stor kapacitansen af kapacitoren nu er. Hvis den målte kapacitans ligger mellem $4,95 \text{ pF}$ og $5,05 \text{ pF}$ godkendes mønten.

- Hvilke mønttykkelser godkendes?

5. Jagten på sorte huller



Den russiske satellit GRANAT, der blev opsendt i 1989, har siden foretaget betydningsfulde astronomiske observationer inden for røntgen- og gammastrålingsområdet. Ombord er fire danskbyggede røntgenkameraer, kaldet WATCH, som overvåger himlen for at finde nye røntgenstjerner eller glimt af gammastråling. WATCH-kameraerne på GRANAT-satellitten har opdaget flere nye dobbeltstjernesystemer, hvori den ene "stjerne" er et sort hul.

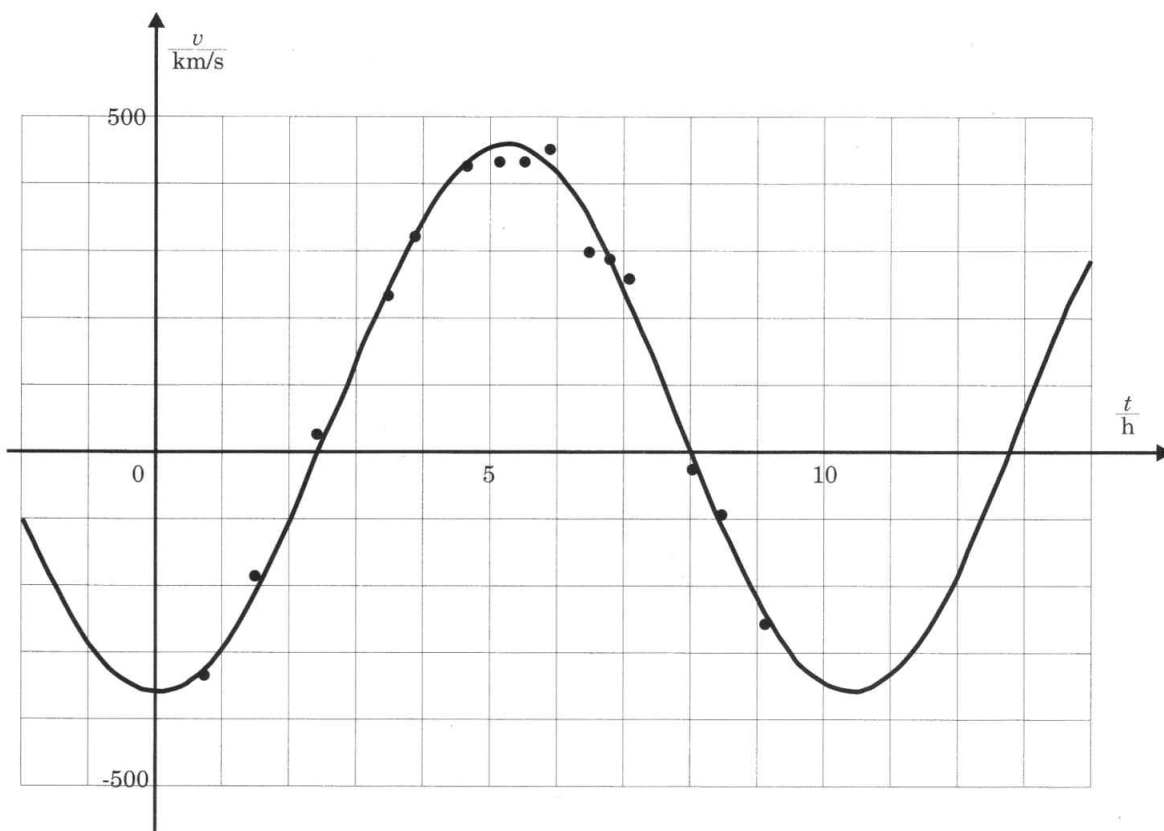
I visse tilfælde kan et sort hul opdages, når en stjerne i nærheden udfører en cirkelbevægelse om det sorte hul. I 1992 undersøgte man ved hjælp af WATCH en sådan stjerne.

Stjernens omløbstid er 10,4 timer, og farten i cirkelbevægelsen er $4,1 \cdot 10^5$ m/s.

- a) Beregn radius i cirkelbevægelsen.

Stjernens masse antages at være lille sammenlignet med massen af det sorte hul.

- b) Beregn massen af det sorte hul.



Jorden befinder sig i cirkelbevægelsens plan. Grafen viser, hvordan stjernens hastighed v i forhold til Jorden varierer som funktion af tiden t . Hastigheden er målt langs sigtelinien til stjernen. Hastigheden er positiv, når stjernen bevæger sig mod Jorden, mens den er negativ, når den bevæger sig væk fra Jorden.

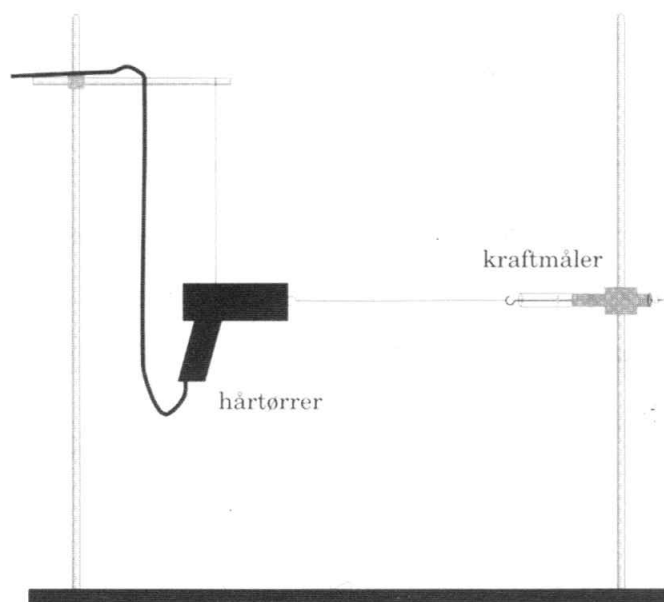
Grafen findes som bilag A, der kan benyttes ved besvarelsen.

- c) Gør ud fra grafen rede for, at farten i cirkelbevægelsen er $4,1 \cdot 10^5$ m/s. Bestem den fart, hvormed det sorte hul bevæger sig mod Jorden.

6. Bestemmelse af lufts specifikke varmekapacitet

En elektrisk hårtørrer indeholder et varmelegeme. Når spændingsfaldet over varmelegemet er 230 V, omsætter det energi med effekten 1200 W.

- a) Beregn varmelegemets resistans.



Når hårtørreren er tændt, blæses luft med en konstant fart v forbi varmelegemet inde i et cylinderformet rør. For at bestemme denne fart hænges hårtørreren op i en snor. Når hårtørreren er tændt, skal man påvirke den med en vandret kraft F på 0,184 N for at få den til at hænge stille, lodret under op-hængen.

Størrelsen af denne kraft er

$$F = \rho \cdot A \cdot v^2$$

hvor ρ er lufts densitet, A er rørets tværsnitsareal og v luftens fart gennem røret.

Rørets tværsnitsareal A er 11,9 cm². Luftens densitet kan sættes til 0,93 kg/m³.

- b) Beregn luftens fart gennem hårtørreren.

Luften opvarmes ved passagen af varmelegemet fra 20 °C til 104 °C, når effekten er 1200 W.

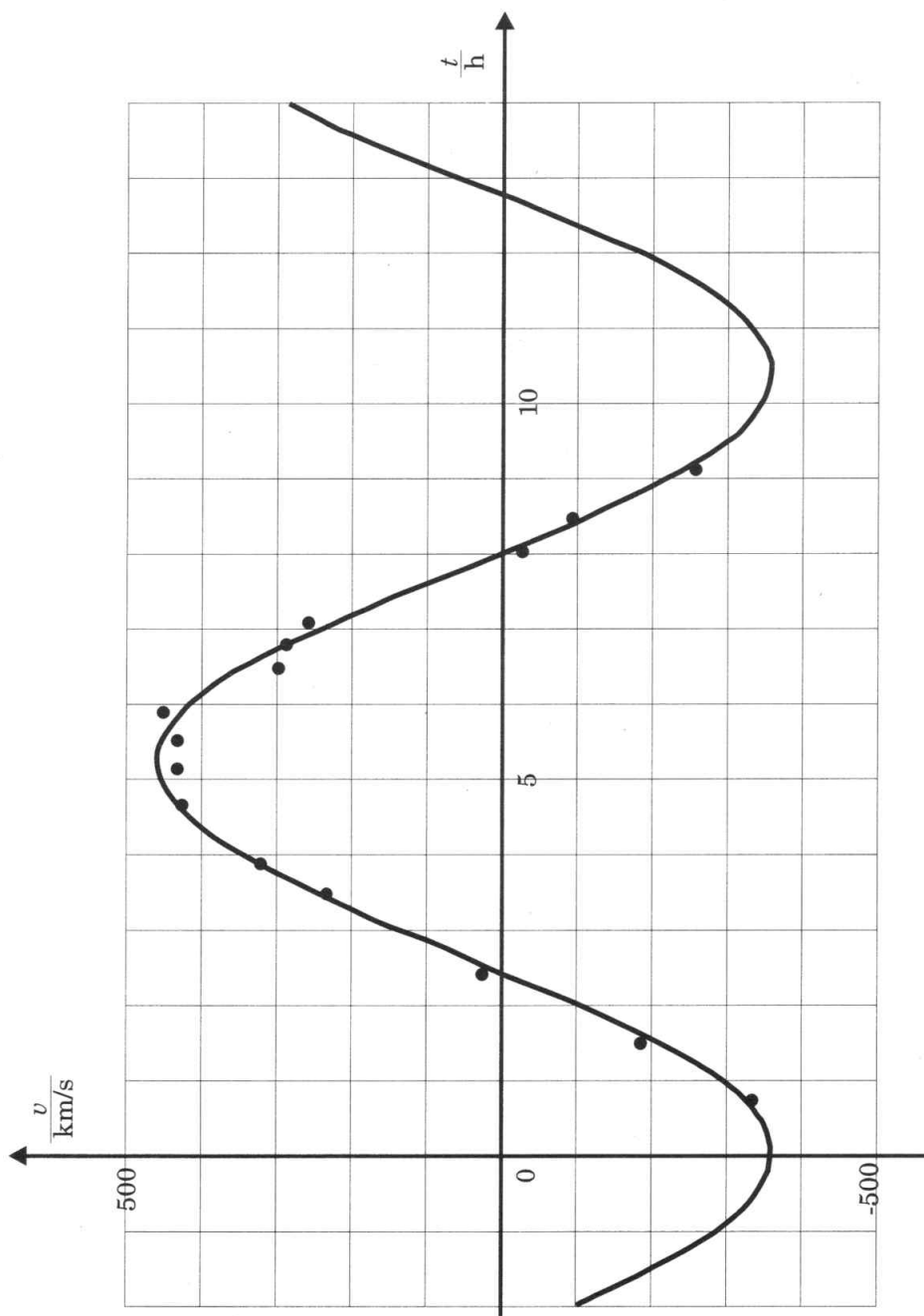
- c) Hvilken værdi for lufts specifikke varmekapacitet giver eksperimentet?

BILAG

Ark _____ af i alt _____ ark

Navn: _____

Skole _____ Klasse: _____



3. Bilers rullemodstand

Rullemodstanden F_r på en bil kan beskrives ved formlen

$$F_r = r \cdot F_n$$

hvor F_n er størrelsen af normalkraften og r den såkaldte rullemodstandskoefficient.

Man kan bestemme rullemodstanden på en bil ved på lige, vandret vej at give bilen et skub og derefter måle bilens hastighed v som funktion af tiden. Tabellen viser data for et sådant eksperiment.

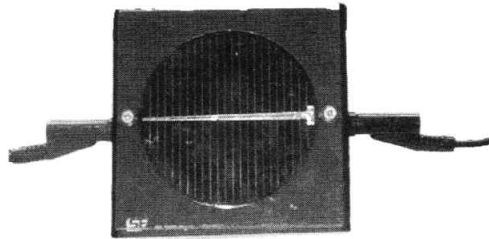
t / s	0,000	0,125	0,250	0,375	0,500	0,625	0,750
$v / \text{m/s}$	1,80	1,75	1,71	1,68	1,65	1,61	1,57

- a) Bestem ud fra de eksperimentelle data bilens acceleration, som antages at være konstant.

Ved eksperimentet er bilens fart så lav, at der kan ses bort fra luftmodstanden.

- b) Gør ud fra kræfterne på bilen rede for, at accelerationen må være konstant.
Bestem størrelsen af rullemodstandskoefficienten r .

6. Solcelle



En solcelle er en spændingskilde. Polspændingen opstår ved, at der i solcellen omsættes strålingsenergi til elektrisk energi. Sammenhængen mellem solcellens polspænding U og den afgivne strømstyrke I er

$$I = I_0 - (1,47 \text{ nA}) \cdot (e^{\beta U} - 1)$$

Strømstyrken I_0 afhænger af belysningen. Konstanten β har værdien $39,6 \text{ V}^{-1}$.

En solcelle benyttes ved en belysning på 870 W/m^2 , og da er $I_0 = 0,180 \text{ A}$.

a) Skitsér (U, I) -karakteristikken på bilag B.

Solcellens areal er $16,8 \text{ cm}^2$, målt vinkelret på retningen til Solen.

b) Bestem den elektriske effekt, som solcellen leverer ved polspændingen $0,45 \text{ V}$.

Hvor mange procent af energien i sollyset, der rammer solcellen, bliver til elektrisk energi ved polspændingen $0,45 \text{ V}$?

Solcellen forbindes nu til en resistor med resistansen $2,5 \Omega$.

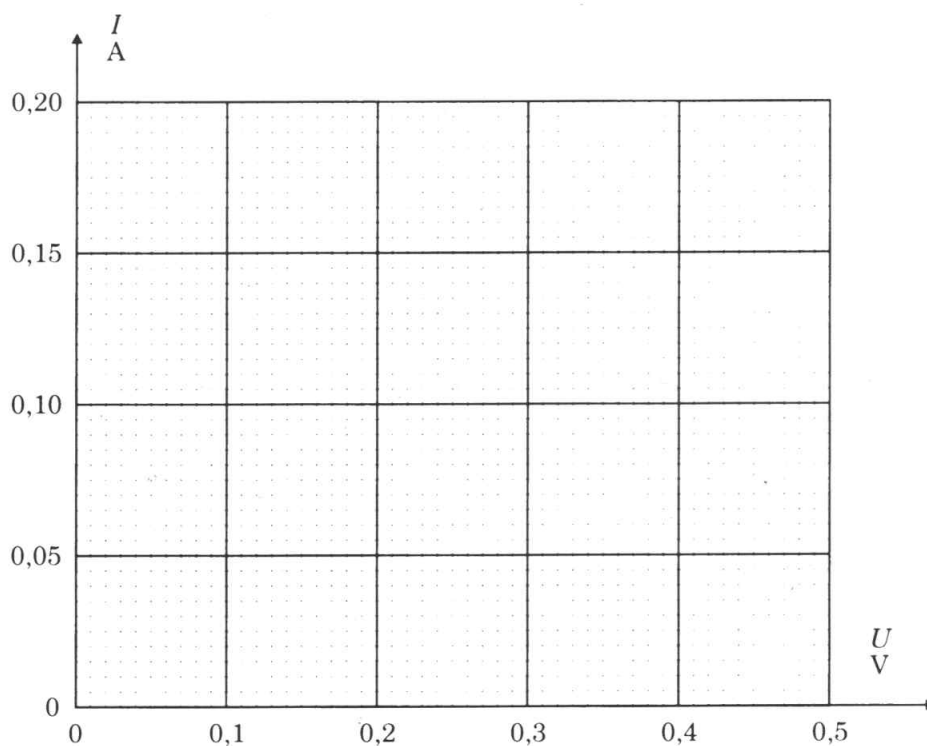
c) Forklar, hvordan man kan bestemme strømstyrken gennem kredsløbet og find dens værdi.

BILAG B

Ark _____ af i alt _____ ark

Navn: _____

Skole: _____ Klasse: _____



1. Marstal solvarmeanlæg

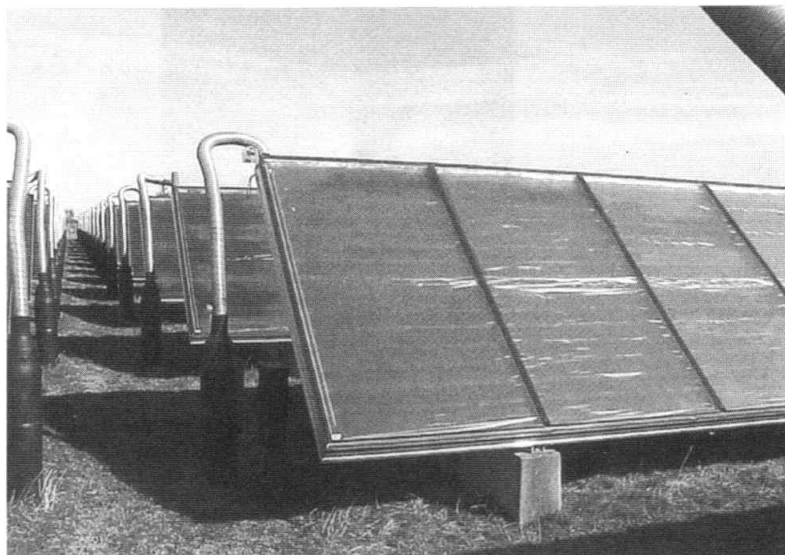


Foto: Marstal Fjernvarme

Byen Marstal på Ærø har et af Nordeuropas største solvarmeanlæg. Solfangerpanelerne har et samlet areal på 9040 m^2 .

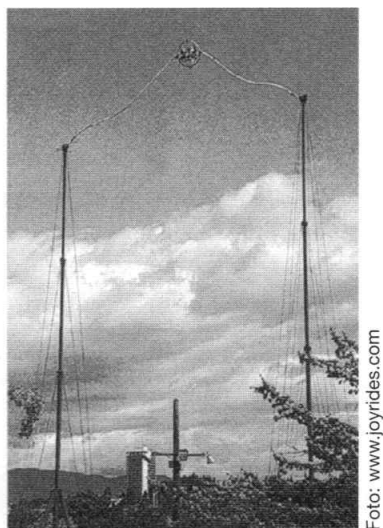
En sommerdag skinner solen i 8,5 time. Solfangerpanelerne modtager herved i gennemsnit energi med effekten 870 W pr. m^2 . Af denne energi overføres 40% som varme til vandet i solvarmeanlægget.

- a) Beregn den energi, som vandet i solvarmeanlægget modtager fra solstrålingen den pågældende dag.

En anden dag overføres energien 112 GJ som varme til vandet i solvarmeanlægget. Af denne energi bliver kun de 45 GJ afsat til Marstal by. Den overskydende energi oplagres i en stor vandtank. Denne tank indeholder 2100 m^3 vand, der til at begynde med har temperaturen $45,0^\circ\text{C}$.

- b) Find temperaturen af vandet i tanken efter tilførslen af den overskydende energi.

2. Ejection Seat



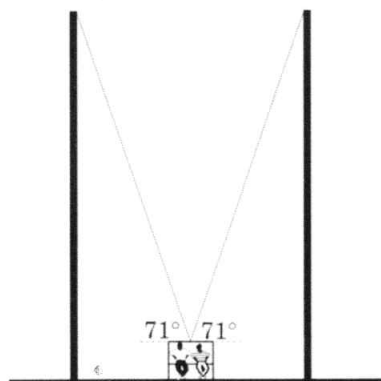
En populær forlystelse ved danske festivalpladser er en tur i Ejection Seat, som er en stor hoppegynge. Ejection Seat består af to lodrette 45 m høje tårne. En stol er forbundet til tårnene med to ens elastikker. Inden start trækkes stolen ned til jorden og holdes fast. To personer tager plads, stolen slippes, og de slynges i vejret. En del af fornøjelsen ved en tur i Ejection Seat er den kraftige startacceleration, som er flere gange større end tyngdeaccelerationen.

Ved en tur i Ejection Seat blev to piger udsat for en startacceleration på 47 m/s^2 . Stolen og pigerne havde tilsammen massen 140 kg .

- a) Beregn størrelsen af den resulterende kraft på stolen med pigerne, umiddelbart efter at stolen blev sluppet.

Ved starten påvirker hver af elastikkerne stolen med en kraft.

- b) Bestem størrelsen af denne kraft.
Bilag 1 kan benyttes til besvarelsen.



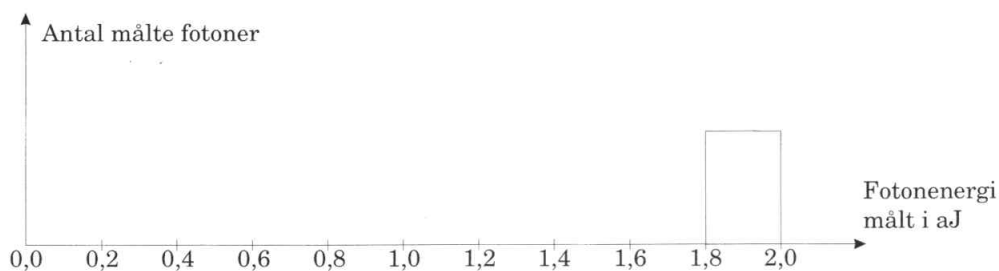
3. Ultraviolet lys på hydrogenatomer

En UV-lampe udsender fotoner, hvis energier ligger i intervallet fra 1,80 aJ til 2,00 aJ.

- a) Beregn den største og den mindste bølgelængde af de udsendte fotoner.

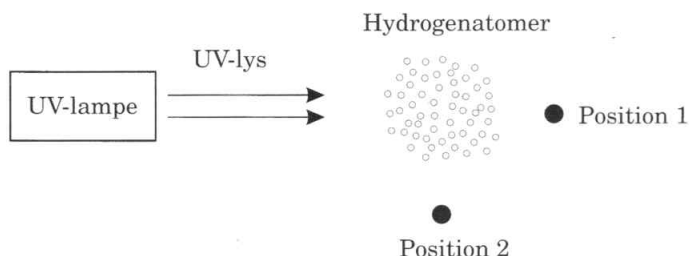
UV-lyset rettes mod en detektor, som over et vist tidsrum måler antallet af indkommende fotoner som funktion af fotonenergien. Grafen på Figur 1 viser i forenklet form resultatet.

Figur 1

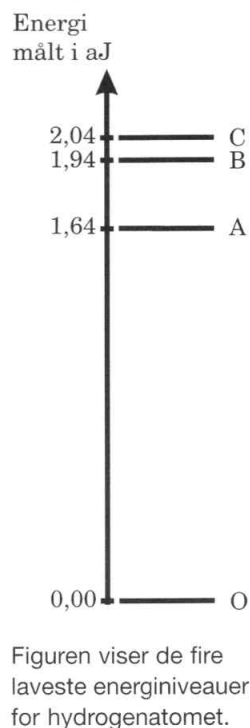


Derefter rettes UV-lyset mod en gas af hydrogenatomer, der alle til at begynde med befinder sig i grundtilstanden. Detektoren anbringes efter tur i Position 1 og i Position 2 – se figur 2. I begge positioner måles over et vist tidsrum antallet af indkommende fotoner som funktion af fotonenergien.

Figur 2



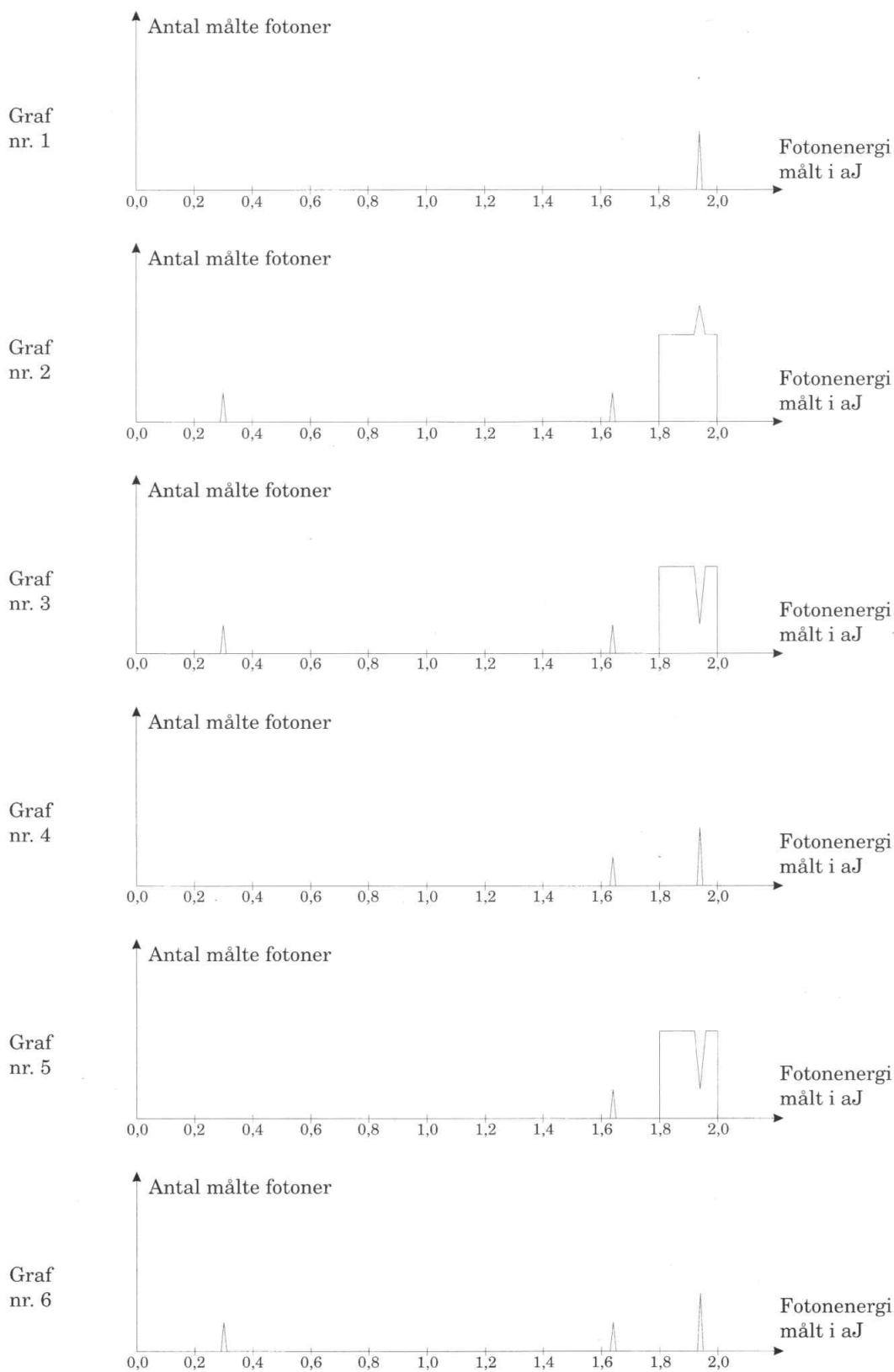
Figur 3



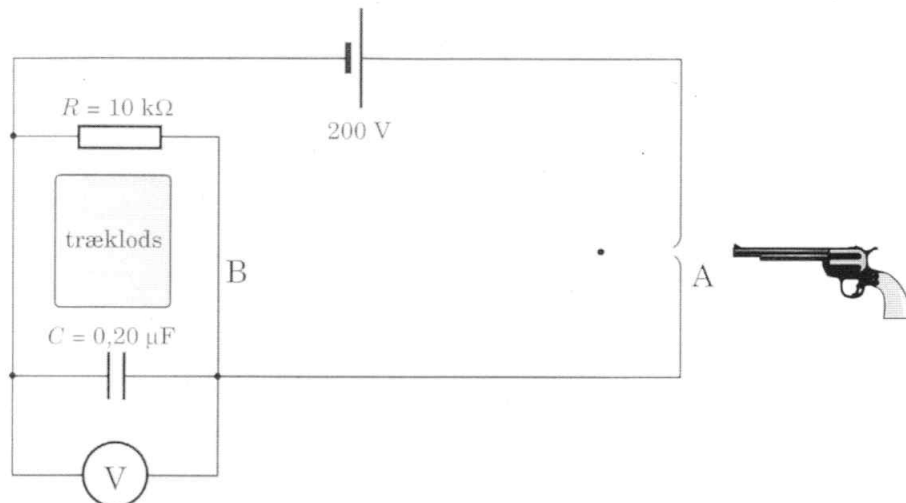
- b) Argumentér for, hvilken af de viste grafer på Figur 4 som bedst kan repræsentere målingerne i Position 1.
Argumentér for, hvilken af de viste grafer på Figur 4 som bedst kan repræsentere målingerne i Position 2.

Figur 4

Nedenstående grafer er seks forslag til, hvordan forsøgsresultaterne i forsøgsopstillingen på Figur 2 kunne tænkes at blive. Graferne viser i forenklet form antallet af indkommende fotoner over et vist tidsrum som funktion af fotonenergien.



4. Revolverkugles fart



En revolverkugles fart kan måles ved hjælp af det viste elektriske kredsløb. Efter at kuglen er sendt af sted, afbryder den først lederen ved punktet A og derefter lederen ved punktet B. Kuglen stoppes i træklods. Afstanden mellem A og B er 0,20 m.

Først betragtes situationen, før revolveren blev affyret.

- Beregn strømstyrken gennem resistoren.
- Beregn ladningen på den ene af kapacitorpladerne.

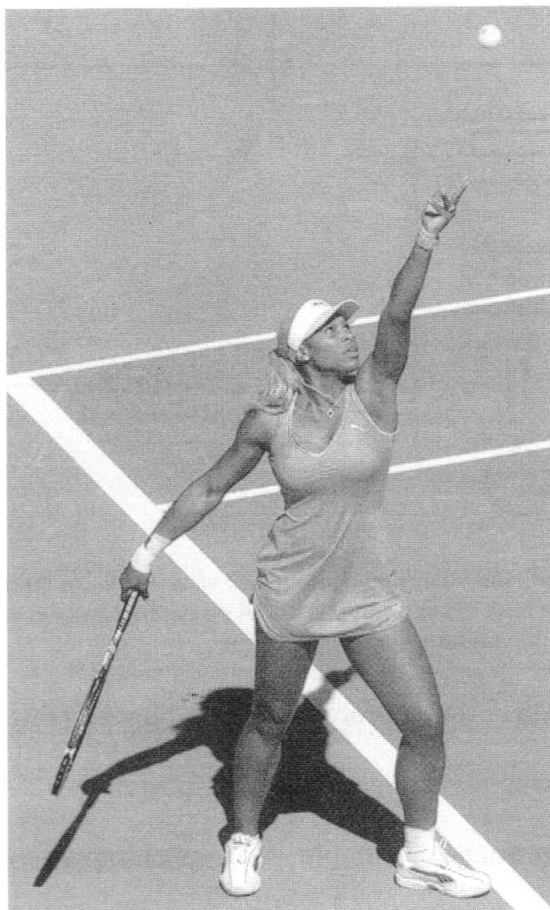
Revolveren affyres. Mens kuglen bevæger sig fra A til B, aftager spændingsfaldet U over kapacitoren eksponentielt som funktion af tiden t :

$$U = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}},$$

hvor U_0 er spændingsfaldet over kapacitoren, før revolveren blev affyret. I det øjeblik lederen afbrydes ved B, viser voltmetret 142 V.

- Bestem kuglens fart mellem A og B.

5. Tennisserv

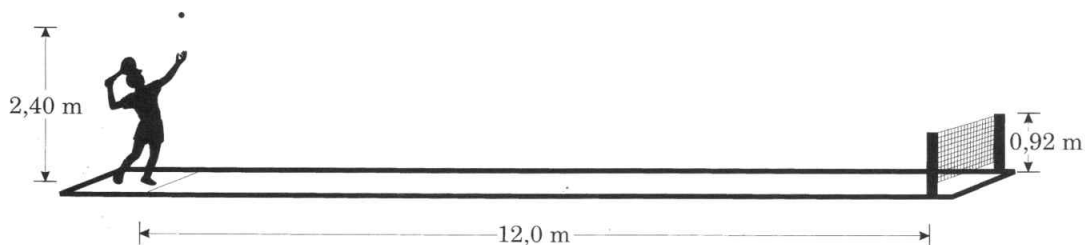


Politfoto: Greg Wood

Ved en tennisserv sendes en bold af sted med farten 26 m/s . Lige inden ketsjeren rammer bolden, er boldens hastighed nul. Ketsjeren er i berøring med bolden i $5,0 \text{ ms}$. Bolden har massen 58 g .

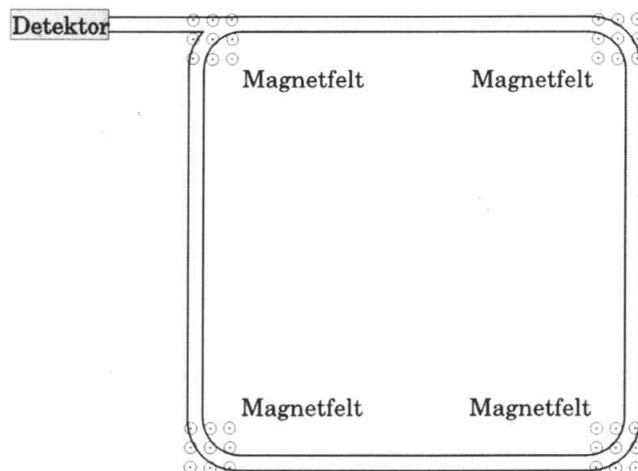
- a) Beregn størrelsen af den resulterende kraft, som bolden i gennemsnit er påvirket af under slaget.

Bolden sendes af sted skråt nedad i en vinkel på $3,0^\circ$ med vandret. I det øjeblik den forlader ketsjeren, er bolden i højden $2,40 \text{ m}$ over jorden og $12,0 \text{ m}$ fra nettet. Nettets overkant befinder sig $0,92 \text{ m}$ over jorden. Se figuren. Der ses bort fra luftmodstanden på bolden.



- b) Kommer bolden over nettet?

6. Negative heliumioner



Principskitse af lagerringen ASTRID

Den centrale del af lagerringen ASTRID på Aarhus Universitet består af fire forbundne rør med en samlet længde på 40 m. Rørene er pumpet næsten lufttomme, så en stråle af ioner kan bevæge sig frit i dem. Magnetfelter i hjørnerne sørger for, at ionstrålen her bliver afbøjet 90° . Eftersom ionerne i længere tid kan bevæge sig rundt i ringen, kaldes den en lagerring.

I et bestemt eksperiment er der enkeltladede, negative heliumioner i lagerringen. Disse He^- -ioner bevæger sig i lagerringen med farten $6,94 \cdot 10^5$ m/s. Hver heliumion har massen 4,00 u.

- a) Beregn den enkelte heliumions kinetiske energi.

De homogene magnetfelter i de fire hjørner står vinkelret på heliumionernes bevægelsesretning. Ved afbøjningen bevæger heliumionerne sig i en kvartcirkel med radius 1,20 m.

- b) Beregn størrelsen af den magnetiske fluxtæthed, B .

He^- -ioner findes kun i en ustabil tilstand. De mister i løbet af kort tid en elektron og bliver til neutrale heliumatomer. Antallet af He^- -ioner aftager eksponentielt som funktion af tiden. Halveringstiden er bestemt ved et eksperiment udført med lagerringen ASTRID.

Ved eksperimentet var der på et tidspunkt $6,0 \cdot 10^5$ He^- -ioner jævnt fordelt i lagerringen. Et heliumatom, der dannes ved henfald af en heliumion i lagerringen, vil ved næste hjørne fortsætte ligeud. Ved et af hjørnerne målt antallet af heliumatomer til $4,3 \cdot 10^4$ i løbet af 100 μs .

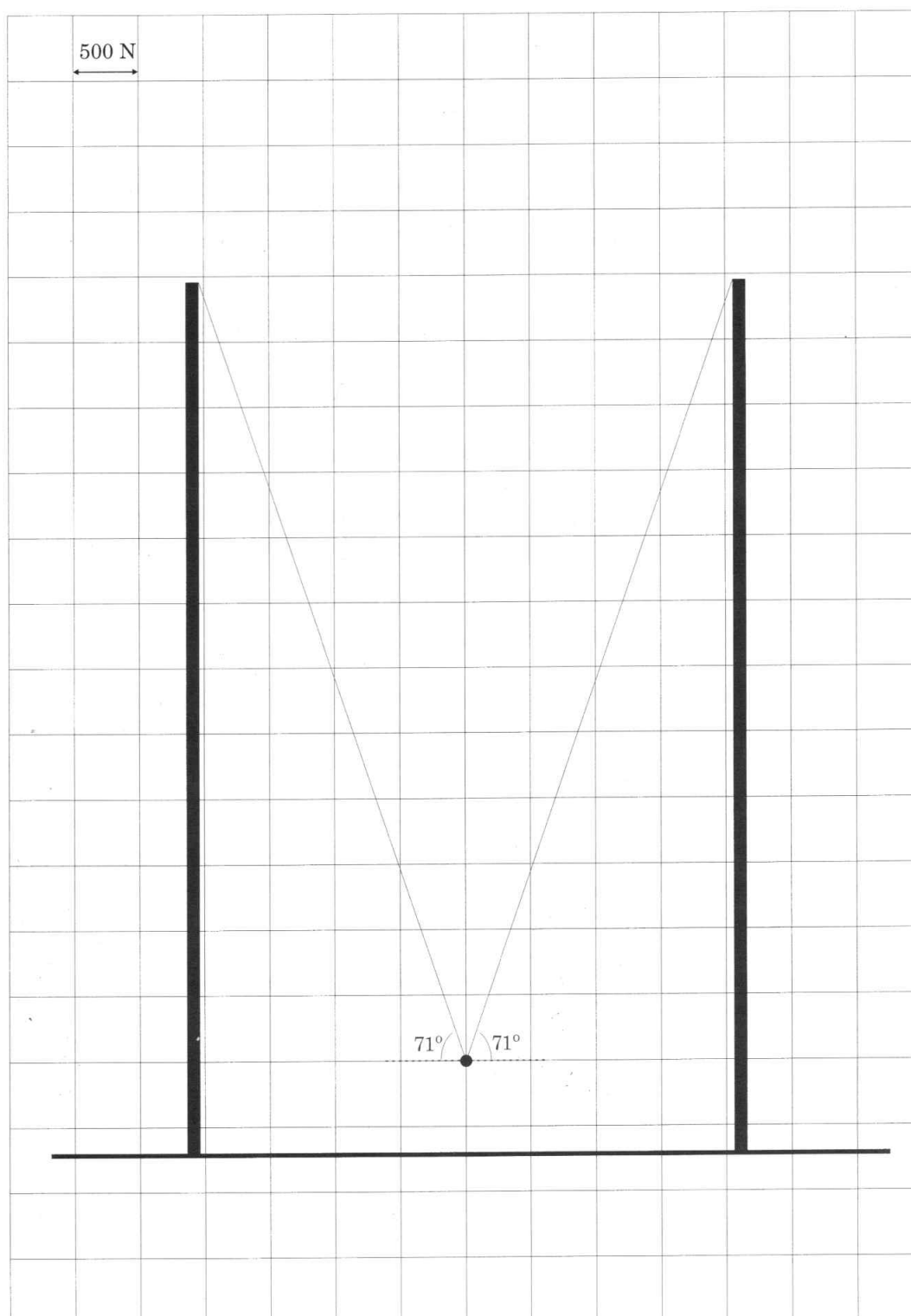
- c) Bestem ud fra de givne oplysninger halveringstiden for de ustabile He^- -ioner.

BILAG 1

Ark _____ af i alt _____ ark

Navn: _____

Skole / kursus _____ Klasse: _____



4. Golfslag

Ved et slag med en golfkølle påvirkes en golfkugle med en kraft F , der som funktion af tiden t efter slagets begyndelse er:

$$F = 9,6 \text{ N} \cdot e^{-a \cdot t^2 + b \cdot t}$$

Konstanterne a og b er bestemt til $a = 2,5 \cdot 10^7 \text{ s}^{-2}$ og $b = 2,5 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$.

- a) Skitsér på Bilag 2 grafen for kraften F som funktion af tiden t .
Bestem størsteværdien af kraften F under slaget.

Golfkuglens masse er 46,0 g. Slaget varer i 1,0 ms.

- b) Bestem golfkuglens fart lige efter slaget.

5. Rutherfordforsøg

I starten af 1900-tallet var man endnu ikke klar over, hvordan atomet er opbygget. Ernest Rutherford foreslog, at man kunne udforske atomets opbygning ved at skyde alfapartikler ind mod et tyndt guldfolie, og så måle de vinkler, som alfapartiklerne blev afbøjet. Ved sådanne Rutherfordforsøg viste det sig blandt andet, at en del af alfapartiklerne blev afbøjet væsent-

ligt mere end umiddelbart forventet. Det lykkedes Rutherford at opstille en teoretisk model, der kunne forklare forsøgsresultaterne.

I denne model er atomets positive ladning og det meste af massen samlet i et lille område i midten af atomet. Dermed var atomkernen opdaget.

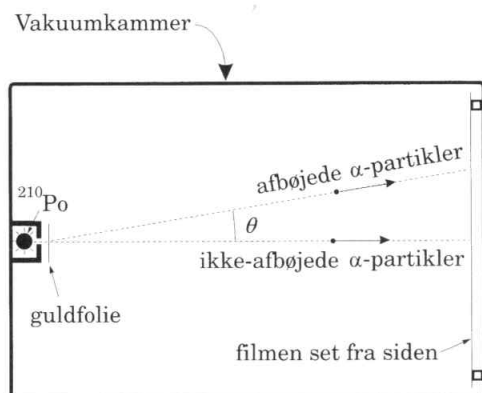
Et stykke guldfolie med arealet $2,25 \text{ cm}^2$ har massen 0,025 g. Gulds densitet er $19,3 \text{ g/cm}^3$.

- a) Beregn guldfoliets tykkelse.

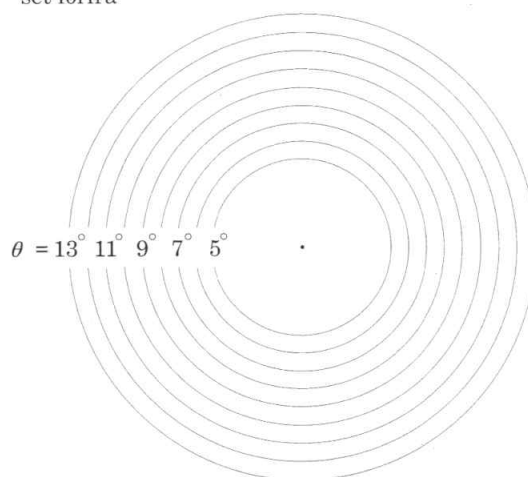
I et bestemt Rutherfordforsøg benyttes polonium-210 som alfakilde.

- b) Opskriv reaktionsskemaet for alfahenfaldet af polonium-210.
Beregn ud fra masserne af de partikler, der deltager i processen, alfahenfaldets Q -værdi.

På Figur 1 ses en skitse af den eksperimentelle opstilling til Rutherfordforsøget. Når filmen ved vacuumrørets endeflade fremkaldes, fremkommer der prikker de steder, hvor alfapartikler har ramt. På filmen er der indtegnet koncentriske cirkler, som vist på Figur 2. Ved optælling af prikker i de forskellige cirkelringe er det således muligt at afgøre, hvor mange alfapartikler der er blevet afbøjet en bestemt vinkel.

Figur 1**Figur 2**

Udsnit af filmen
set forfra



Efter eksperimentets afslutning blev antallet af prikker i hver af de otte cirkel-
ringe talt op. Resultatet er vist i skemaet.

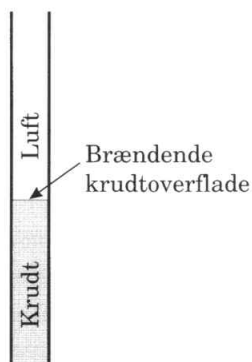
θ	$5,5^\circ$	$6,5^\circ$	$7,5^\circ$	$8,5^\circ$	$9,5^\circ$	$10,5^\circ$	$11,5^\circ$	$12,5^\circ$
Antal prikker pr. cm^2	810,1	413,8	253,9	164,4	102,0	79,1	53,3	44,8

Prikkerne på filmen skyldes dels alfapartikler fra poloniumkilden og dels bag-
grundsstrålingen. Det antal prikker pr. cm^2 , der skyldes poloniumkilden og bag-
grundsstrålingen, kaldes henholdsvis N og N_0 . Ifølge Rutherfords teoretiske
beregninger skal det gælde, at

$$N \text{ er proportional med } \frac{1}{\sin^4(\theta/2)}.$$

- c) Argumentér for, at forsøgsresultaterne er i overensstemmelse med
Rutherfords teoretiske beregninger.
Bestem endvidere N_0 .

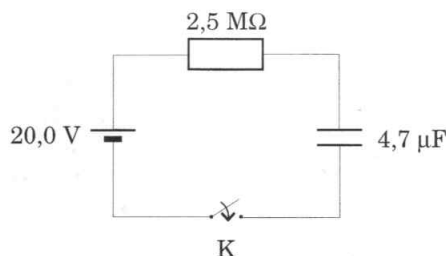
1. Heksehyl



Et heksehyl er en bestemt form for fyrværkeri. Det består af et cylinderformet rør, der er delvist fyldt med krudt. Mens krudtoverfladen brænder ned mod bunden af røret, opstår der stående lydbølger i luften i røret, og man hører et højt hyl.

- a) Forklar, hvorfor hylets frekvenser falder under afbrændingen.

2. Elektrisk kredsløb



Før kontakten K i det viste kredsløb slutes, er spændingsfaldet over kapacitoren nul.

- a) Beregn strømstyrken i kredsløbet umiddelbart efter, at kontakten K er sluttet.

På et tidspunkt efter at kontakten K er sluttet, er strømstyrken i kredsløbet faldet til $5,0 \mu\text{A}$.

- b) Hvor stort er spændingsfaldet da over kapacitoren?
Beregn størrelsen af ladningen på den ene af kapacitorpladerne til dette tidspunkt.

3. Plutoniums halveringstid

Nuklidet ^{239}Pu er radioaktivt, idet det henfalder ved udsendelse af en alfapartikel.

- a) Opskriv reaktionsskemaet for alfahenfaldet.
Vis ud fra masserne af de partikler, der deltager i processen, at alfahenfaldets Q -værdi er 0,84 pJ.

Nuklidets halveringstid bestemmes ved at anbringe en prøve med ^{239}Pu i en beholder med flydende nitrogen ved kogepunktet -196°C . Når prøven er nedkølet til denne temperatur, bevirker energifrigørelsen fra henfaldene, at der fra beholderen fordampes 0,069 gram nitrogen pr. minut. Nitrogens specifikke fordampningsvarme er 200 J/g.

- b) Vis, at der fra prøven frigives energi med effekten 0,23 W.

Massen af ^{239}Pu i prøven er 120 g.

- c) Bestem ud fra de eksperimentelle data en værdi for halveringstiden for ^{239}Pu .

4. Radioastronomi

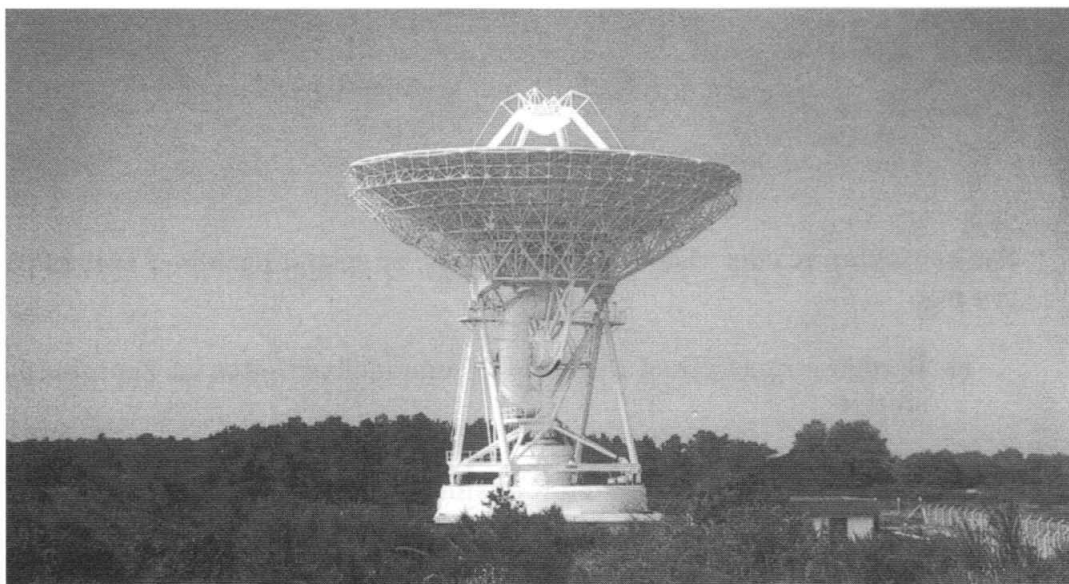


Foto: Knud Jepsen

Fotoet viser radioteleskopet ved Pleumeur-Bodou i Bretagne. Det benyttes blandt andet til at undersøge den elektromagnetiske stråling fra stjerner og galakser. Næst efter Solen er galaksen Cygnus A den stærkeste radiokilde på himlen, selvom den er 700 millioner lysår væk.

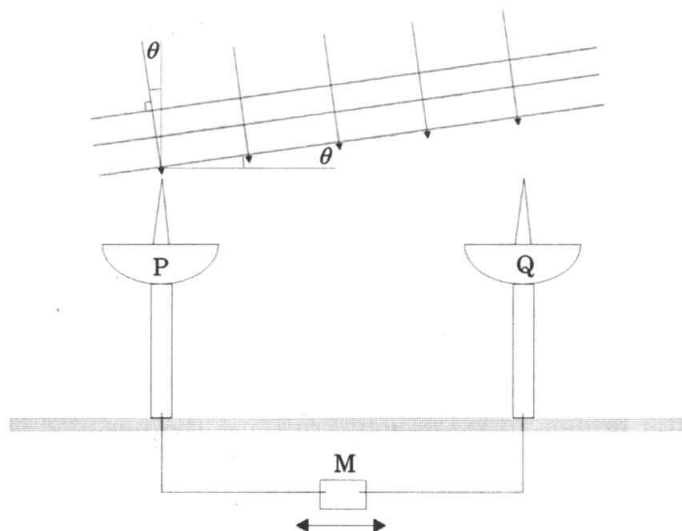
Et radioteleskop er indstillet til at modtage radiobølger med bølgelængden 0,750 m.

- a) Hvilken frekvens har disse radiobølger?

Radioteleskopets modtagerantenne har arealet 490 m^2 målt vinkelret på retningen til Cygnus A, hvorfra den modtager radiostråling med effekten $1,1 \cdot 10^{-13} \text{ W}$. Afstanden til Cygnus A er $6,62 \cdot 10^{24} \text{ m}$.

- b) Bestem den effekt, hvormed Cygnus A udsender radiostråling.

Retningsbestemmelse af fjerne radiobølgekilder kan gøres meget præcis ved at lade to radioteleskoper arbejde sammen. To ens radioteleskoper P og Q med en indbyrdes afstand på $1,00 \text{ km}$ er forbundet med samme slags kabler til en målestation M, der befinder sig mellem radioteleskoperne.

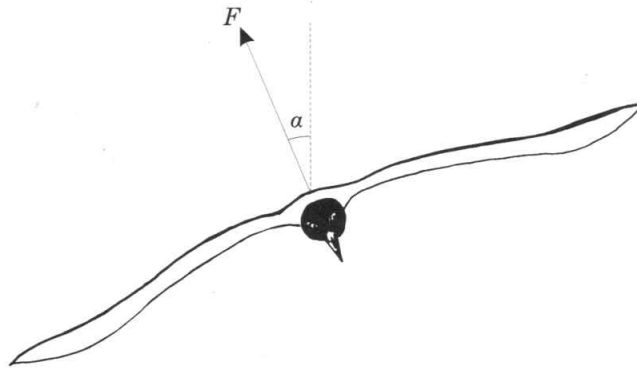


Hvis strålingens udbredelsesretning ikke er vinkelret på linjen mellem P og Q, opstår der en tidsforskel mellem de to signalers ankomst til radioteleskoperne. Man kan udligne denne tidsforskel ved at gøre længderne af kablerne fra målestationen til de to radioteleskoper forskellige.

Ved en observation af Cygnus A skal det ene kabel gøres $61,0 \text{ m}$ længere end det andet, for at signalerne ankommer samtidigt til M. I kablerne bevæger signaler sig med farten $2,10 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

- c) Bestem vinklen θ , der fastlægger retningen til Cygnus A.

5. Måge



Måger, der svæver, kan holde sig oppe, fordi bevægelsen gennem luften giver anledning til en kraft vinkelret på vingerne.

En måge svæver rundt i en vandret cirkelbevægelse med konstant fart. Omløbstiden vurderes til 17 s og radius til 15 m.

- a) Beregn mågens fart.

Mågens masse er 900 g.

- b) Bestem størrelsen af kraften F vinkelret på vingerne.
Hvor stor er den vinkel α , som kraften F danner med lodret?

6. Kuffert op og ned

En mand går af sted med 110 skridt pr. minut. Hvert skridt har længden 0,76 m.

- a) Beregn mandens fart.

Manden har en kuffert i hånden. I løbet af ét skridt foretager kufferten netop én svingning i en lodret, harmonisk bevægelse. Amplituden i svingningen er 1,5 cm.

- b) Beregn svingningens periode T , samt størrelsen af kuffertens maksimale acceleration.

Kuffertens masse er 15 kg.

- c) Bestem den største og den mindste værdi af den kraft, hvormed manden skal påvirke kufferten i dens lodrette svingninger.

1. Solfanger

En solfanger fyldes med 1,4 liter vand med temperaturen $10,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, og stilles ud i solen. Temperaturen af vandet i solfangeren måles derefter hvert halve minut. Tabellen viser resultaterne.

Tiden målt i sekunder	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
Vandets temperatur målt i $^{\circ}\text{C}$	10,0	12,9	15,7	18,3	22,0	24,2	26,9	29,7	32,7	35,6	37,5

- a) Brug oplysningerne i tabellen til at bestemme vandets gennemsnitlige temperaturstigning pr. tid.
Beregn den effekt, hvormed vandet i solfangeren modtager varme.

2. Et projektils fart

Et gevær affyres. Det tager projektilet $1,1\text{ ms}$ at bevæge sig igennem geværløbet. Mens projektilet befinder sig i geværløbet, er projektilets acceleration

$$a(t) = 15,4\text{ m/s}^2 \cdot e^{A \cdot t^4 + B \cdot t^3 + C \cdot t^2 + D \cdot t} \quad 0 \leq t \leq 1,1\text{ ms}$$

Konstanterne A , B , C og D er bestemt til:

$$A = -2,89 \cdot 10^{13}\text{ s}^{-4}, B = 9,89 \cdot 10^{10}\text{ s}^{-3}, C = -1,23 \cdot 10^8\text{ s}^{-2} \text{ og } D = 6,35 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}.$$

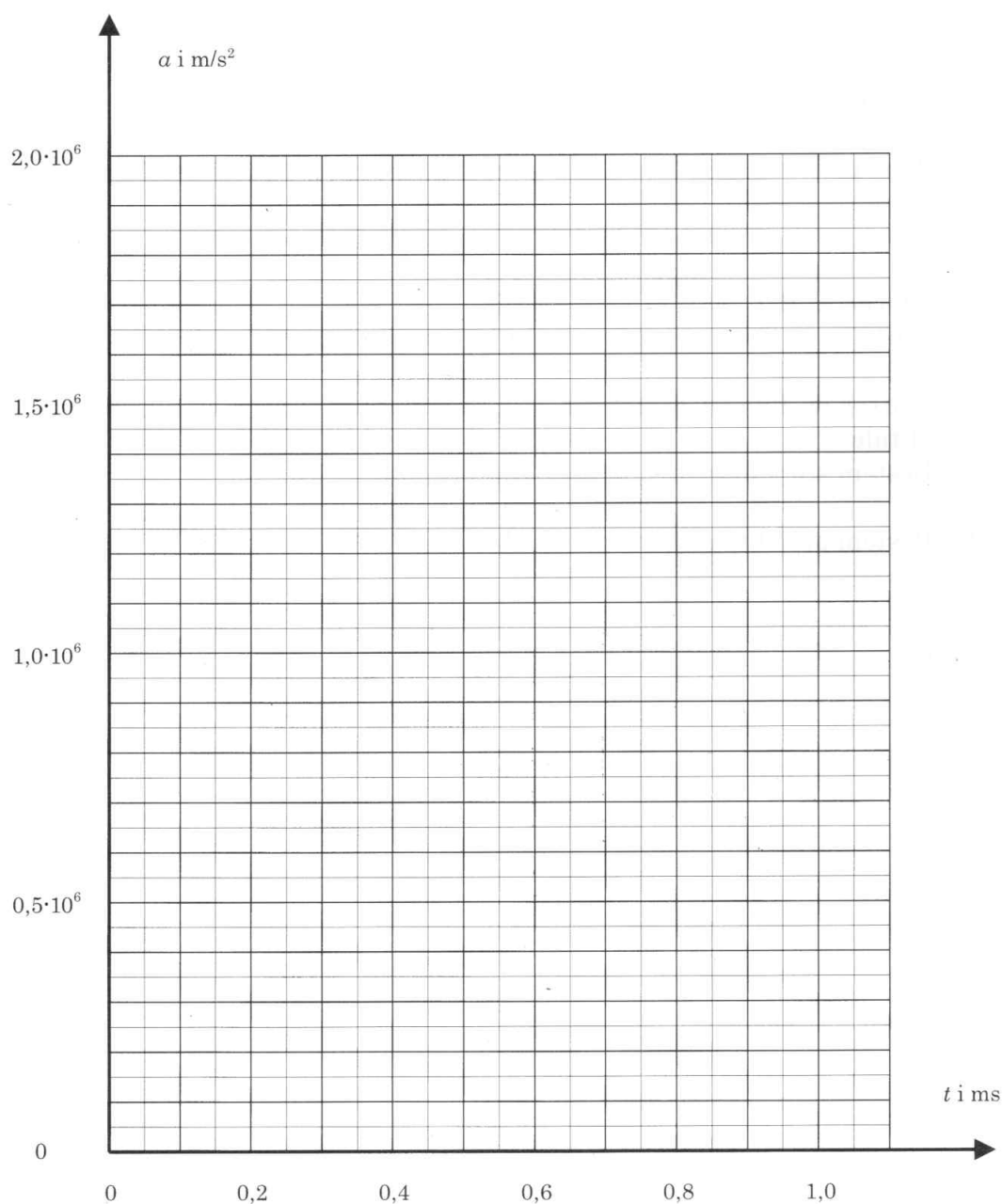
- a) Skitsér på Bilag 1 grafen for projektilets acceleration $a(t)$ som funktion af tiden t .
Bestem størsteværdien af accelerationen $a(t)$.
- b) Bestem projektilets fart, når det forlader geværløbet.

BILAG 1

Ark _____ af i alt _____ ark

Navn: _____

Skole / kursus _____ Klasse: _____



ISBN 87-7792-025-2



9 788777 920257

