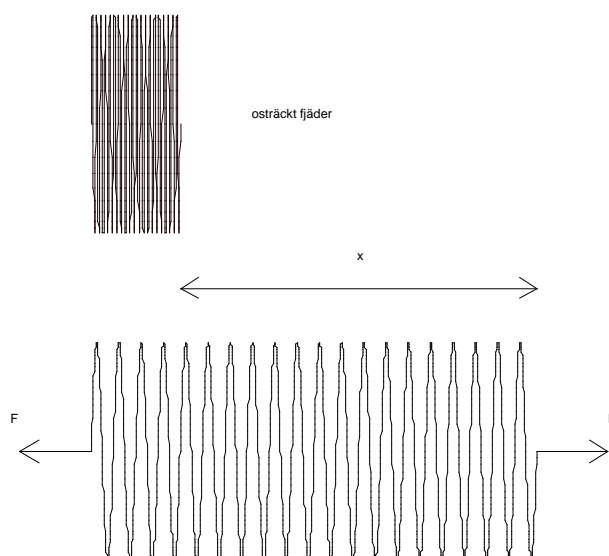


UPPGIFT 1: SLINKY SPRING

Tid: 50 min.

Materiel: Fjäder, plåt, linjal, kronometer, stativ och klämmor.

Beskrivning: En "slinky spring" på horisontellt underlag sträcks ut sträckan x under inflytande av kraften F . Alla varven är då *lika sträckta*. Om kraften F inte är för stor kan man vänta sig att Hookes lag $F=kx$ gäller, där k kallas fjäderkonstanten. Hookes lag gäller inte om kraften är så stor att fjädern är på väg att deformeras.



Om man hänger upp en sådan här fjäder vertikalt och låter den utföra vertikala svängningar under inflytande av sin egen tyngd visar experiment att svängningstiden T (tiden för en hel svängning fram och tillbaka) kan skrivas som

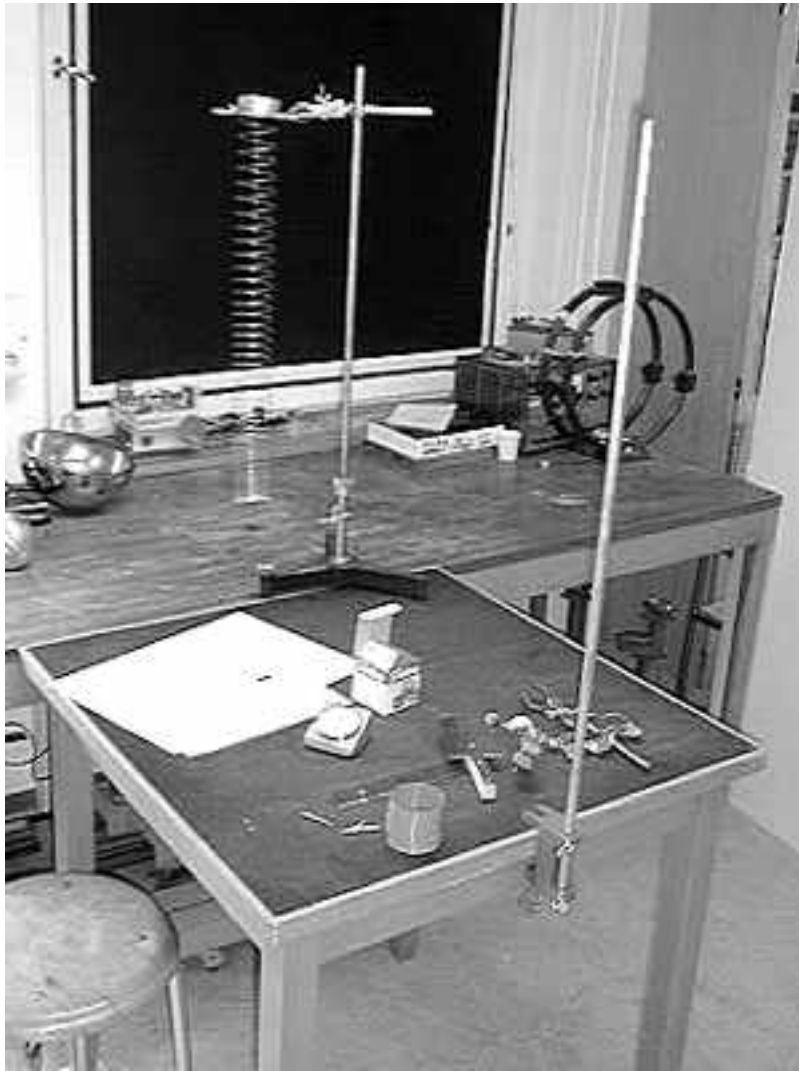
$$T = A \sqrt{\frac{M}{k}}$$

M = den svängande fjäderns massa

K = den svängande fjäderns fjäderkonstant

A = dimensionslös konstant

Uppgift: Häng upp c:a 60 varv av fjädern vertikalt. Bestäm konstanterna k och A . För fjädern finns angivet hela dess massa och antalet varv. Man kan dela av 60 varv av fjädern med en plåt. Vart tionde varv på fjädern finns markerat med vit färg.



Experimentuppställning för uppgift 1.

UPPGIFT 2: ELEKTRONENS LADDNING

Tid: 50 min

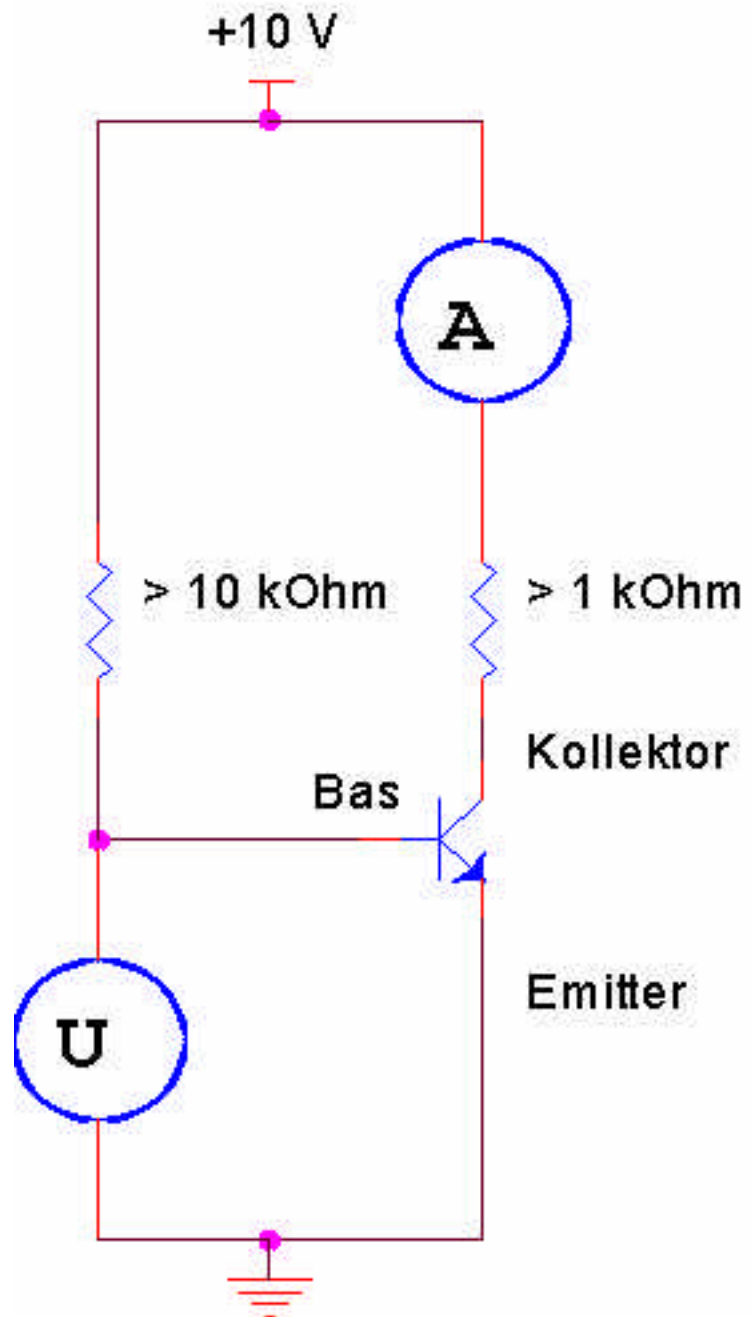
Materiel: transistor, mätinstrument, spänningsaggregat, dekadresistanser, millimeterpapper, linjal och räknedosa.

Beskrivning: Sambandet mellan en transistors kollektorström och dess bas-emitter spänning ges av Ebers-Moll's ekvation

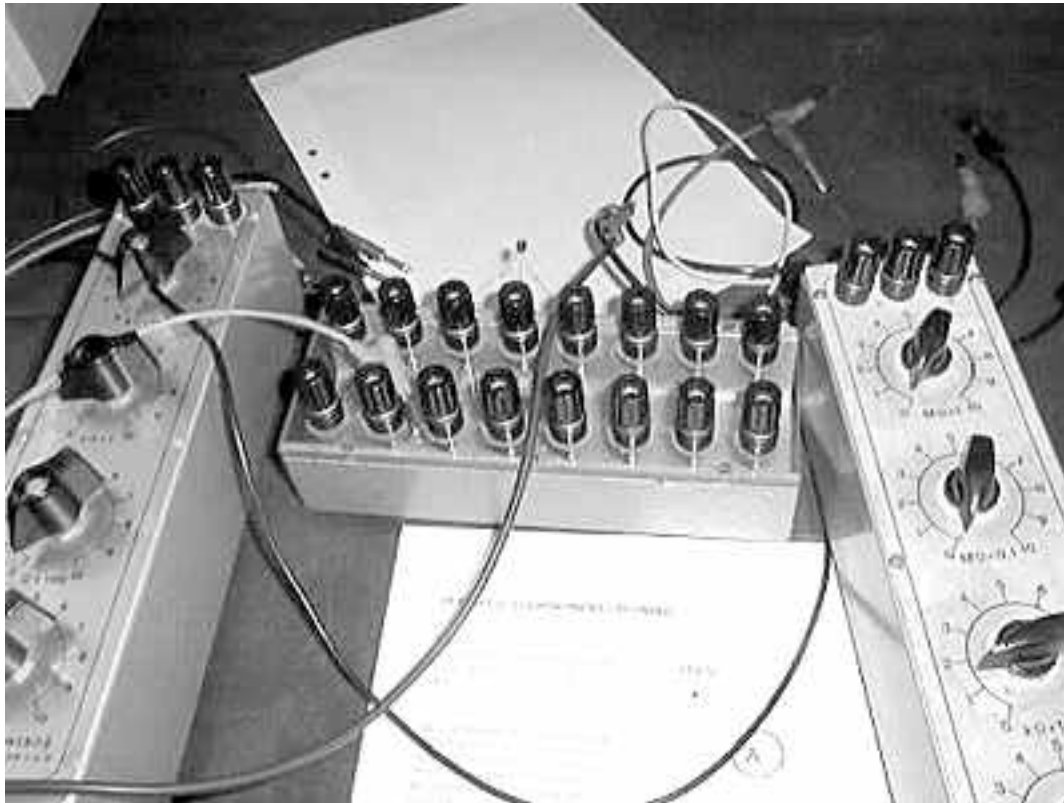
$$I_c = I_S e^{\frac{U_{BE} q_e}{k T}} - 1$$

där I_C är kollektorströmmen, U_{BE} är spänningen mellan bas och emitter, q_e är elektronens laddning, T den absoluta temperaturen och k är Boltzmanns konstant = $1.38 \cdot 10^{-23}$ J/grad. I_s är en konstant som beror på transistorns tillverkning och 1 kan försummas jämfört med exponential-uttrycket.

Tänk på att transistorn skall hållas vid rumstemperatur, så begränsa effektutvecklingen i denna.



Uppgift: Bestäm elektronens laddning ur transistorns egenskaper



Experimentuppställning för uppgift 2.

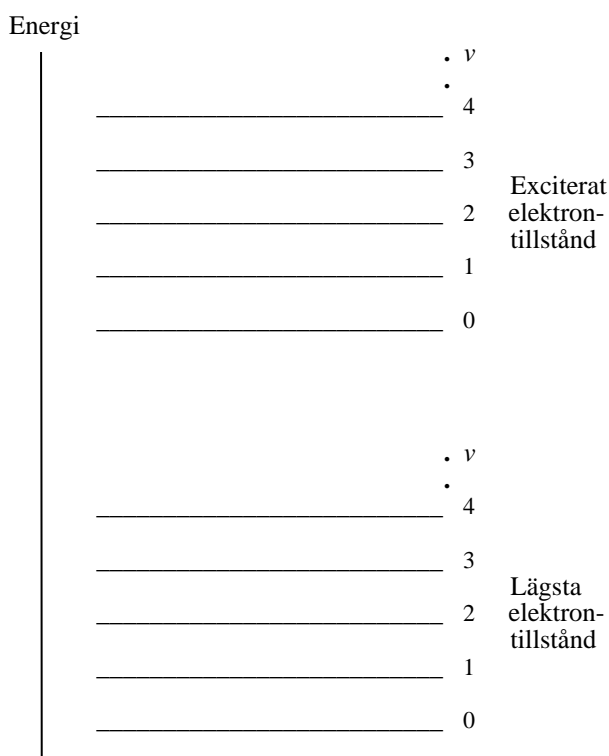
UPPGIFT 3: VIBRATIONSENERGIN HOS MOLEKYLEN I₂**Tid:** 50 min**Materiel:** Cell med jodånga, He-Ne laser, spektrometer med gitter, optiska komponenter.**Beskrivning:** Enligt kvantmekaniken kan en molekyl endast befinna sig i vissa bestämda, s.k. diskreta *energinivåer*, E_{total} . Bara om en energimängd motsvarar energidifferensen mellan två sådana nivåer hos molekylen kan energimängden tillföras till eller avges från molekylen.

Med den begränsning i upplösning som ges av den aktuella experimentella utrustningen kan energin hos en tvåatomig molekyl skrivas

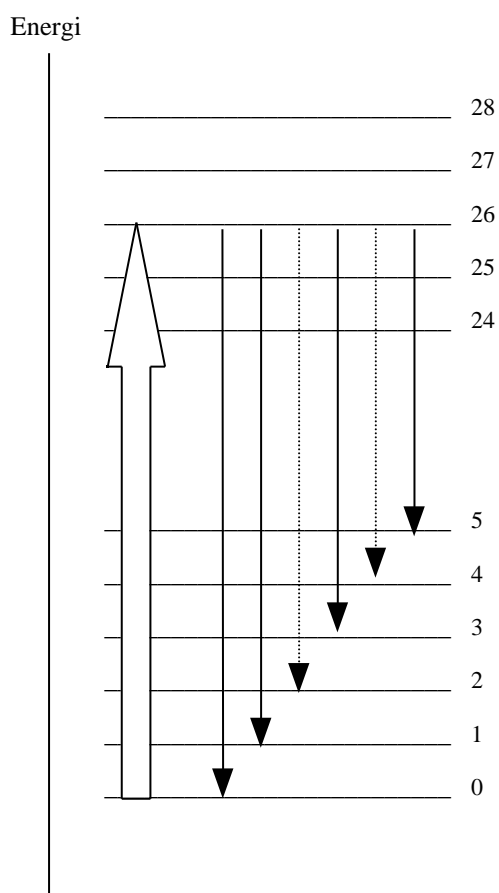
$$E_{\text{total}} = E_e + E_v$$

där E_e anger, i likhet med det atomära fallet, elektronenergin som förknippas med elektron-banorna och E_v anger energitillskottet p.g.a. molekylen vibration. Figur 1 visar två olika elektrontillstånd (med olika E_e) med sina tillhörande vibrationsnivåer, numrerade med s.k. vibrationskvanttal ν (och med olika vibrationsenergies E_ν). Inom ett elektrontillstånd kan energinivåerna i det aktuella fallet approximativt beskrivas med formeln

$$E_\nu = a(\nu + \frac{1}{2})$$

där vibrationskonstanten a är specifik för molekylen.*Figur 1*

Laserljus från en He-Ne laser med våglängden 543 nm fokuseras i en cell med jod-ånga vid lågt tryck. Fluorescensen som induceras av lasern i form av en ljussträng kan iaktas i en gitterspektrometer, varvid man finner att ljuset är sammansatt av flera diskreta spektral-linjer. Laserljuset exciterar nämligen molekylerna från vibrationsnivån $\nu = 0$ i det lägre elektrontillståndet (grundtillståndet) till $\nu = 26$ i ett övre tillstånd, se figur 2, ty fotonenergin motsvarar denna energidifferens och fotonerna kan alltså absorberas. Fluorescensen uppstår när molekylerna återgår till grundtillståndet, men då till olika vibrationsnivåer, jmf figur 2. Några av dessa deexcitationer är svagare än de andra och motsvarande fluorescens kan vara svår att se i spektrometern, men åtminstone 4 spektrallinjer går att mäta.



Figur 2

Uppgift: Bestäm konstanten a i uttrycket för vibrationsenergierna i grundtillståndet.

Ledning: Gitterekvationen i dess enklaste form förutsätter parallellt ljus som infaller vinkelrätt mot gittret, vilket kan åstadkommas med hjälp av kollimatoren på spektrometern. Dessutom ska interferensen som iakttas i kikaren ske i objektivets fokalplan, där infallande ljus bryts samman, om det är parallellt. Dessa villkor kan du uppfylla hyfsat, om du gör följande inställning:

1. Justera kikarens okular så att du ser hårkorsen skarpt utan ansträngning. Hårkorsen kan belysas med en fast monterad lampa. Rikta kikaren mot ett föremål någotsånär långt bort ("oändligt långt bort") och ställ in kikaren så att det avlägsna föremålet syns skarpt samtidigt som hårkorsen. Objektivets fokalplan och hårkorsen sammanfaller nu (kikaren är inställd för parallella strålar).
2. Placera kollimatoren symmetriskt mittför fluorescenssträngen. Observera att fluorescenssträngen får ersätta ingångsspalten, som är bortmonterad. Om du nu försiktigt förskjuter spektrometern så att hårkors och fluorescenssträng samtidigt syns skarpt i kikaren måste fluorescensljuset ut från kollimatoren vara parallellt, om kikaren är inställd för parallella strålar.
3. Placera gittret centralt på spektrometers prismabord. Notera att spektrometers vinkelskala är graderad i hela och halva grader och att nonieskalan är graderad i bågminuter (60 bågminuter = 1 grad).



Experimentuppställning för uppgift 3

UPPGIFT 4: LJUSETS HASTIGHET I EN VÄTSKA

Tid: 50 min

Materiel: Vanna med vätska, tidtagarur, några knappnålar, linjal, ett höj- och sänkbart labbord, stativ, treetexskiva, papper och pennor, rengöringsmtrl och räknedosa.

Beskrivning: Ljusets hastighet i vakuum är exakt $= 299792458$ m/s. När ljus utbreder sig i ett medium erhålles en fashastighet som vanligtvis blir lägre än ovanstående värde. Ofta är denna fashastighet liktydig med utbredningshastigheten.

I vågrörelseläran behandlas fall när detta inte gäller och andra uttryck för hastighet måste då införas. Vi utgår nu från den enkla definitionen.

Uppgift: Bestäm ljusets utbredningshastighet i en obekant vätska på två olika sätt.



Experimentuppställning för uppgift 4

UPPGIFT 5: EN OKÄND METALL

Tid: 50 min

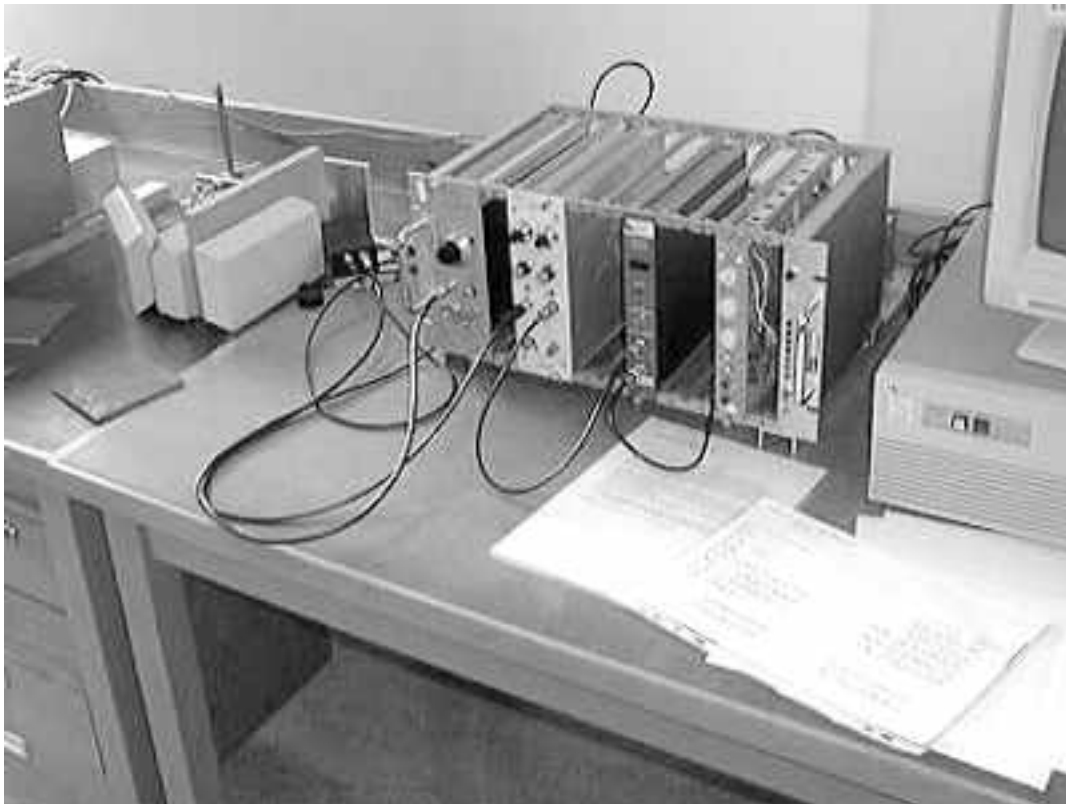
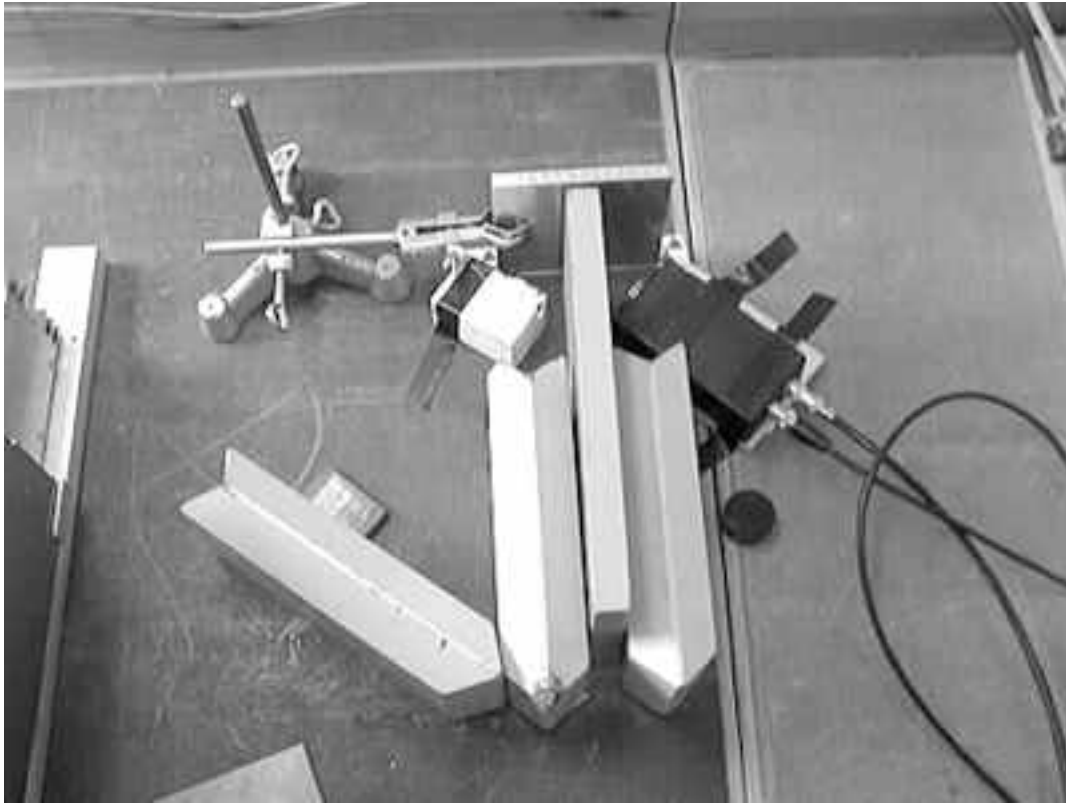
Hjälpmedel: Periodiska systemet samt logaritmpapper

Beskrivning: Skilda typer av strålning växelverkar med materia på olika sätt. Laddade partiklar och fotoner växelverkar främst med höljeselektronerna i ett material. För elektroner som faller in mot en yta gäller att vissa kommer att tränga in i materialet och absorberas eller transmittas medan andra kommer att spridas tillbaka, s.k. bakåtspridning. Hur många elektroner som transmittas, absorberas respektive sprids tillbaka beror dels på elektronernas energi och dels på vilket material de växelverkar med.

Din uppgift är att med hjälp av den givna informationen bestämma vilken metall det okända provet är tillverkat av. Utrustningen består av en detektor (GM-rör) med tillhörande elektronik för att mäta antalet bakåtspridda elektroner per tidsenhet. Ett α -strålande radioaktivt preparat (^{207}Bi) samt lika stora bitar av Al, Cu och Pb för kalibrering.

Var försiktig så att du inte stöter till utrustningen, mätresultatet är starkt beroende av de geometriska förutsättningarna.

Uppgift: Bestäm vilken metall som använts som provmaterial med hjälp av den tillgängliga vetenskapliga utrustningen.



Experimentuppställning för uppgift 5