

FYSIKTÄVLINGEN

Finalen - teori
20 april 2002

SVENSKA FYSIKERSAMFUNDET

1. På följande webbadress finns en test av den svenska bilmodellen Volvo V70.

http://www.caranddriver.com/xp/Caranddriver/roadtests/2000/July/200007_roadtest_volvo_v70t5.xml?&Manufacturer=Volvo&Name=V70&class=54&page=6

Du kan där finna en tabell som visar bilens hastighet efter olika accelerationstider. Tabellen ser efter omräkning till SI-enheter ut på följande sätt:

Tid/s	Hastighet (m/s)
0,0	0,0
2,7	13,4
4,0	17,9
5,4	22,4
7,2	26,8
9,4	31,3
11,8	35,8
14,5	40,2
18,8	44,7
24,0	49,2
29,9	53,6
38,1	58,1



- Komplettera tabellen med kolumner som visar acceleration, kraft och tillryggalagd sträcka. Skissera grafer för bilens hastighet, acceleration och drivkraft som funktioner av tiden. Du vet, förutom tabellens värden, att bilen med förare väger 1760 kg.
- Visa att det arbete som har uträttats under accelerationen överensstämmer med bilens kinetiska energi efter 38,1 s

2. I årets första nummer av *europysicsnews* har Georges Charpak och Richard L. Garwin en artikel som innehåller ett förslag om en ny stråldosenhet - DARI:

We propose the establishment of a unit of irradiation dose to the individual that is equal to that provided to a human being by the naturally occurring radioactivity of human tissue: the "DARI," from the French for "Dose Annuelle due aux Radiations Internes"- annual dose from internal radioactivity.

To the extent of 90%, this radiation is due to potassium 40, (^{40}K) of half-life $1,28 \cdot 10^9$ years, which was present in the cosmic dust from which the Earth was formed about $4.5 \cdot 10^9$ years ago.

The DARI is to be defined as 0,2 millisieverts, precisely, although the annual dose itself is about 10% less. Taking into account the relative biological effectiveness of this radiation on different organs, this source contributes about 0,17 mSv per year.

Incidentally, it is the same 0,17 mSv per year for a child and for an adult of whatever weight, since it is the energy deposited per kg that is measured by the Sv = 1 joule per kg.

En person som väger 70 kg har cirka 0,2 kg kalium i sig varav 0,012 % utgörs av den radioaktiva isotopen ^{40}K .

- a) Hur stor blir aktiviteten från den radioaktiva isotopen ^{40}K i 1 kg av den mänskliga kroppsvävnaden?
- b) Strålningen från ^{40}K utgörs huvudsakligen av betastrålning med energin 1,31 MeV. Hur stor skulle den årliga dosen bli om all energi från denna strålning absorberades av den kroppsvävnad som utsänder den?

3. Som bekant sjunker jordatmosfärens lufttryck med höjden över havet. Vi kan uppskatta trycket med hjälp av "barometerformeln"

$$p = p_0 \cdot e^{-\frac{Mg}{RT}h}$$

där p är trycket på höjden h , p_0 trycket vid jordytan, M luftens "molmassa", R allmänna gaskonstanten och T temperaturen.

Vi antar att allmänna gaslagen gäller och att atmosfärens molekylära sammansättning är konstant 78,1 % kväve och 20,9 % syre oberoende av höjden.

Antag att vi fyller en behållare med vätgas till normalt atmosfärstryck.

- a) Uppskatta hur högt behållaren skulle stiga om tyngden av behållaren försummas. Du får anta att temperaturen är konstant 273 K och att behållarens volym är konstant.
- b) Hur mycket förändras lyftkraften om vi ersätter vätgasen med helium?

4. Ett föremål som placeras i fokus till ett brännglas, som avbildar solen, kan bli så hett att det antänds. Antag att en tunn svart skiva är placerad i fokus för en lins med brännvidden 0,50 m och öppningsdiametern 0,10 m. Skivans form och storlek har valts så att den sammanfaller med linsens bild av solen. Vilken är den högsta tänkbara temperaturen som den svarta skivan kan anta?

5. I en populärvetenskaplig bok beskrivs den elektromagnetiska kraft som håller samman en väteatom som cirka 10^{40} gånger så stark som gravitationskraften mellan elektronen och protonen. Ett annat sätt att jämföra dessa krafter är att föreställa sig ett universum som inte innehåller några laddningar och därmed inte heller några elektromagnetiska krafter. I ett sådant universum får väteatomen en oväntad storlek.

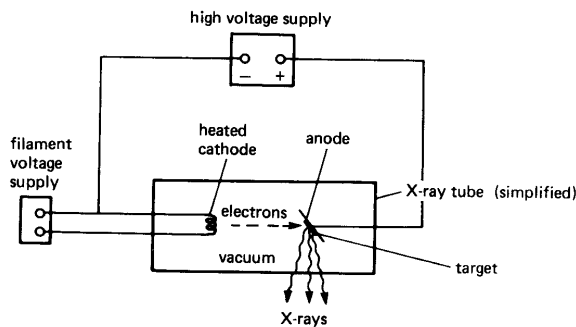
- a) Beräkna förhållandet mellan den elektromagnetiska kraften och gravitationskraften i en väteatom.
- b) Bestäm den innersta banradien i en väteatom om denna hålls samman av enbart gravitationskraften.
Ledning: Den innersta banans omkrets skall vara lika med elektronens de Broglievåglängd enligt Bohrs postulat.

6. Det är nu mer än 100 år sedan det första nobelpriset i fysik delades ut till Wilhelm Conrad Röntgen. Under adressen <http://www.nobelprize.org> kan man finna följande fakta.

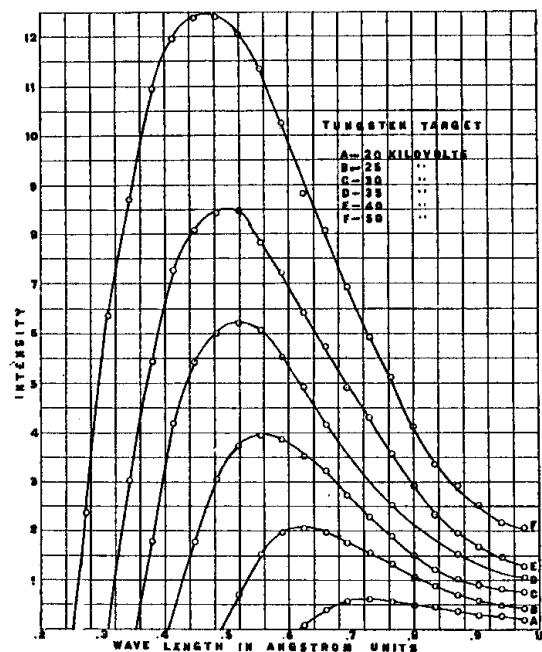
The Academy awarded the Nobel Prize in Physics to Wilhelm Conrad Röntgen, Professor in the University of Munich, for the discovery with which his name is linked for all time: the discovery of the so-called Röntgen rays or, as he himself called them, X-rays. These are, as we know, a new form of energy and have received the name "rays" on account of their property of propagating themselves in straight lines as light does. The actual constitution of this radiation of energy is still unknown.



I figuren nedan visas konstruktionen av ett röntgenrör. Röntgenstrålningen består av två delar - den kontinuerliga strålningen och den karakteristiska strålningen. Denna uppgift behandlar den kontinuerliga röntgenstrålningen. I början av 1900-talet sökte man efter samband som kunde beskriva den kontinuerliga delen. En undersökning av Clayton T. Ulrey finns publicerad i Phys.Rev , Nov, 1917. Den behandlar bland annat det kontinuerliga röntgenspektret från volfram som författaren har undersökt för accelerationsspänningar mellan 20 kV och 50 kV. Diagrammet nedan visar hans resultat. Data i tabellen nedan är hämtad ur artikeln. U är accelerationsspänningen, λ_0 är den kortaste våglängden i det kontinuerliga spektret och λ_{\max} är den våglängd som ger den maximala intensiteten för respektive spänning.

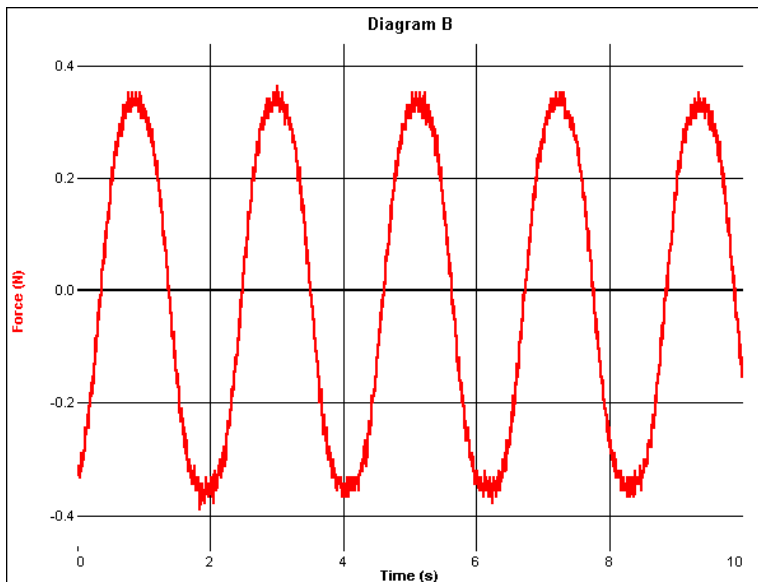
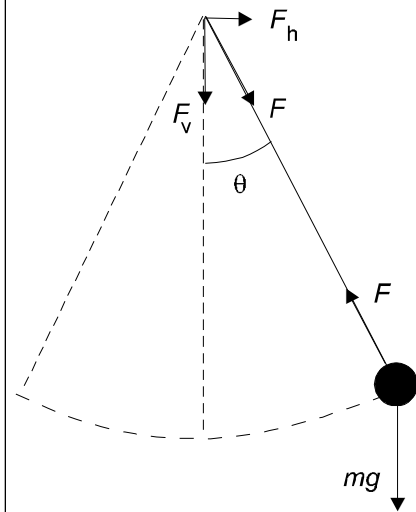
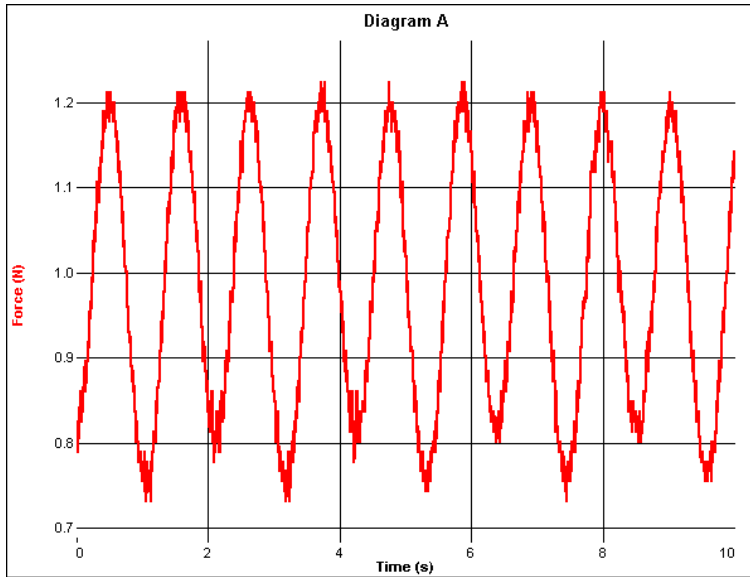


U/kV	λ_0/pm	λ_{\max}/pm	$U \cdot \lambda_0/\text{Vm}$
20	61,5	71,0	$1,230 \cdot 10^{-6}$
25	49,0	62,0	$1,225 \cdot 10^{-6}$
30	40,5	55,5	$1,215 \cdot 10^{-6}$
35	35,5	52,0	$1,243 \cdot 10^{-6}$
40	31,0	50,0	$1,240 \cdot 10^{-6}$
50	25,0	47,0	$1,250 \cdot 10^{-6}$



- Förklara varför produkten $U \cdot \lambda_0$ blir konstant och beräkna ett teoretiskt värde.
- Artikelförfattaren använde sina mätningar för att bestämma λ_{\max} som funktion av U . Sök ett samband på formen $\lambda_{\max} = A \cdot U^k$ med hjälp av tabellen ovan.

7. En vikt är upphängd i en tråd och får svänga i en plan pendelsvängning. Trådens andra ända är fastsatt i en kraftgivare som registrerar den vertikala komponenten, F_v , då kraftgivaren är orienterad så att den känner den vertikala komponenten av spännkraften i tråden. Om kraftgivaren vrids 90° kan istället den horisontella komponenten, F_h , av spännkraften i snöret registreras. Diagrammen visar kraftkomponenterna som funktioner av tiden.



Bestäm med hjälp av diagrammen

- Pendelns svängningstid
- Pendellängden
- Den maximala utslagsvinkeln.
- Kulans massa.

8. Ett klassiskt kondensatorproblem: En laddad kondensator har kapacitansen C_1 och är uppladdad till spänningen U_0 . En annan, oladdad, kondensator med kapacitansen C_2 ansluts till den första kondensatorn - se kopplingsschema nedan. Laddning transporteras därvid från den första kondensatorn till den andra och vid denna transport förloras energi. Beräkna energiförlusten och visa att denna energiförlust motsvaras av värmeutvecklingen i ledningarna samt att den är oberoende av resistansen i ledningarna, som i kopplingsschemat samlats som en resistans R .

