

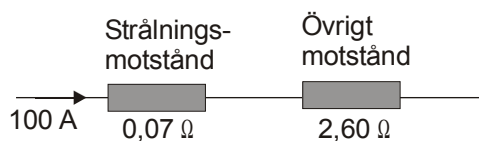
# FYSIKTÄVLINGEN

KVALIFICERINGS- OCH LAGTÄVLING

6 februari 2003

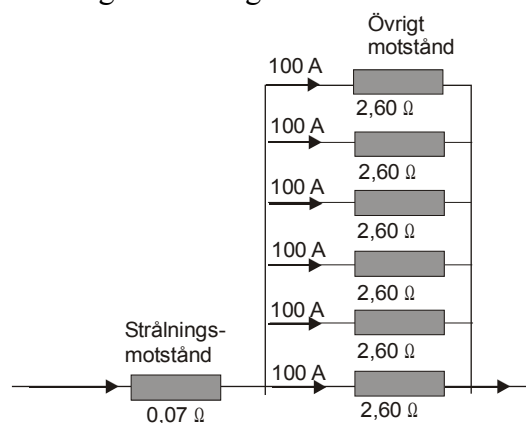
SVENSKA FYSIKERSAMFUNDET

1. Strax utanför Varberg ligger den byggnadsminnesförklarade radiostationen Grimeton. Radiostationen togs i drift den 1 december 1924 och den huvudsakliga uppgiften var telegramtrafik till och från Amerika ( <http://www.telemuseum.se/grimeton/> ). Idag, snart 80 år senare, har telegrafi och telegrampojkar ersatts av mobiltelefoni och SMS och radiostationen i Grimeton är den enda fungerande långvågssändaren i världen. Sverige försöker därför nu att få den med på UNESCO:s världsarvslista. Den tekniska konstruktionen av radiostationen bygger bland annat på flera uppfinningar av den svenske elektroingenjören Ernst F.W. Alexanderson (1878 – 1975). I Tekniska Meddelanden från Kungliga Telegrafstyrelsen N:o 2 – 3, 1921 behandlas två av dessa, Alexandersons högfrekvensgenerator och Alexandersons multipelantenn. Med hjälp av multipelantennen kunde en större andel av den tillförda effekten användas för strålning. Alexanderson delade upp antennens motstånd i tre delar, jordmotståndet ( $2,00 \Omega$ ), variometermotståndet ( $0,60 \Omega$ ) och strålningsmotståndet ( $0,07 \Omega$ ). En antenn kan alltså beskrivas med följande figur.

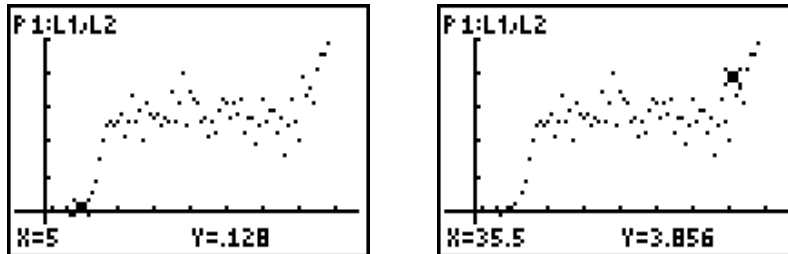


a) Bestäm hur stor den totala effekten i antennen blir om antennströmmen är 100 A. Bestäm även hur stor del av denna effekt som utgör strålningseffekt.

b) För att öka verkningsgraden konstruerade Alexanderson sin multipelantenn som elektriskt motsvaras av följande koppling. Hur stor blir den totala effekten i denna multipelantenn och hur stor andel av denna effekt utgör strålningseffekt?



2. An accelerometer was used taking acceleration data during take off of a Boeing 737. The collected data were registered on a graphic calculator. The result is shown in the following two screen pictures from a graphic calculator with acceleration ( $\text{m/s}^2$ ) as a function of time (s). They are identical and differ only by the given coordinates for two different points in the diagram.



- Explain the acceleration graph. How do you know when the airplane leaves ground?
- Estimate with help of the two diagrams the velocity of the plane when it leaves the runway.
- What is the minimum length of the runway that is required for a safe start?

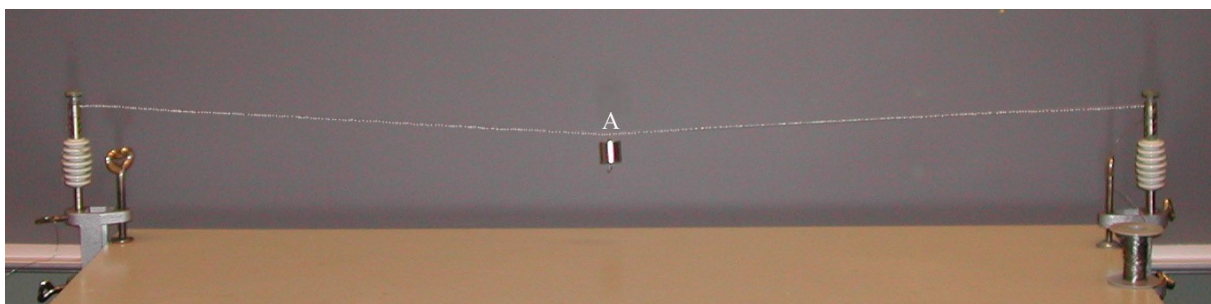
3. Då en satellit skjuts upp i sin bana måste den ges tillräckligt mycket energi för att den skall nå avsedd höjd och på denna höjd ha kvar en sådan hastighet att den kan gå in i en bana runt jorden. Det är då en fördel att skjuta upp bäraraketen i närheten av ekvatorn i en sådan riktning att den hastighet som jordens rotation ger utnyttjas.

- I vilken riktning bör raketen skjutas upp?
- Många amerikanska satelliter skjuts upp från Kennedy Space Center, Cape Canaveral som ligger på  $28,5^\circ$  nordlig latitud. Hur stor horisontell hastighet ger jordrotationen en raket som skjuts upp på denna latitud?

4. Hjärtat är en ihålig muskel vars uppgift är att pumpa ut syresatt blod till kroppens olika delar. Då hjärtat drar ihop sig för ett pulsslåg blir övertrycket i de utgående artärerna ca 120 mm Hg om blodtrycket mäts i nivå med hjärtat ( av tradition mäts blodtrycket i mm Hg). Med hjälp av pulsslagen drivs varje minut  $5 \text{ dm}^3$  blod runt i blodloppet.

- Uppskatta med beräkningar blodtrycket i foten på en vuxen människa om trycket i höjd med hjärtat är 120 mm Hg.
- Beräkna hjärtats medeleffekt med hjälp av uppgifterna i texten.

5. En äldre typ av amperemeter är ett så kallat varmtrådsinstrument. Det är användbart för såväl likström som växelström. Det består av en mättråd som värms upp av strömmen. En modell av instrumentet kan byggas upp enligt bilden nedan.



En koppartråd med längden 1,25 m och diametern 0,45 mm spändes upp mellan två hållare enligt bilden. Då ingen ström flöt genom tråden befann sig upphängningspunkten A 8,7 cm

ovanför bordsskivan. Trådens ändpunkter befann sig då 11,4 cm ovanför bordsskivan. När en viss ström sändes genom tråden sjönk trådens mittpunkt A så att den istället befann sig 7,2 cm ovanför bordsskivan.

- Hur stor effekt lämnar tråden i form av strålning?
- På vilket annat sätt kan effekt lämna tråden?

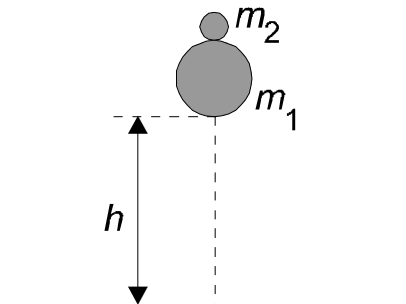
6. 1960 genomförde R. Pound och G. Rebka vid Harvarduniversitetet experiment som visade att fotoner som sänts ut vid foten av ett 22,57 m högt torn hade lägre frekvens då de nådde toppen på tornet än när de sändes ut. Resultatet av experimenten stöder den allmänna relativitetsteorins tolkning av gravitationell rödförskjutning.

( <http://www.peterallport.com/gravrs.htm> )

- Om vi behandlar experimentet teoretiskt på ett halvklassiskt sätt, dvs ger fotonen en ekvivalent massa enligt Einsteins samband, kan kvoten mellan fotonens frekvensskillnad och fotonens startfrekvens beräknas. Trots den enkla modellen är det teoretiska resultatet i god överensstämmelse med Pounds och Rebkas uppmätta värde. Bestäm värdet på denna kvot.
- Diskutera hur du med hjälp av denna modell skulle kunna förklara att inget ljus kan lämna ett "svart hål". Vilka svagheter har en sådan halvklassisk modell?

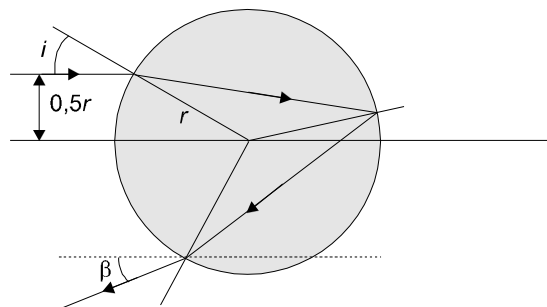
7. Två bollar med massorna  $m_1$  respektive  $m_2$  börjar samtidigt falla från höjden  $h$  enligt figuren. De efterföljande stötarna sker helt i vertikal led och är fullständigt elastiska.

- Vilket massförhållande skall bollarna ha om bollen med massan  $m_1$  skall få hastigheten noll efter kollisionen med bollen med massan  $m_2$ ?
- Hur högt når i så fall bollen med massan  $m_2$ ?



8. I fysiktävlingens logo kan du se hur olika strålar bryts och reflekteras i en sfärisk vattendroppe. Strålarna beskriver hur regnbågen bildas för en bestämd våglängd med samhörande brytningsindex.

- Bestäm den spetsiga vinkel  $\beta$  som den infallande strålen i figuren nedan kommer att bilda med en stråle som reflekteras en gång i vattendroppen och sedan bryts ut ur vattendroppen.



- Uttryck denna vinkel  $\beta$  som funktion av infallsvinkeln  $i$  mot vattendroppen och bestäm dess största tänkbara värde.
- Regnbågens färger beror ju på att brytningsindex är något olika för olika våglängder. Vad hade vi sett om alla våglängder hade haft samma brytningsindex?