

FYSIKTÄVLINGEN

KVALIFICERINGS- OCH LAGTÄVLING
4 februari 1999

SVENSKA FYSIKERSAMFUNDET

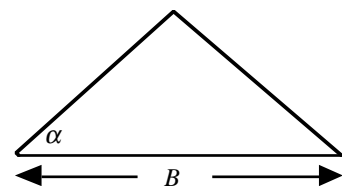
1. Vissa CD-spelare är numera gjorda så att de hänger på väggen och man kan se CD-skivans framsida under avspelningen. Man kan då uppskatta att skivans rotationsfrekvens är cirka 10 varv per sekund. Uppskatta ljusets våglängd.

2. Om man gång på gång dubbelviker ett vanligt A4-papper (med dimensionerna 297 x 210 mm och en tjocklek av 0,1 mm), så att pappret behåller sina proportioner (förhållandet längd/bredd), finner man att man högst kan vika det 7 gånger. Du skall nu a) förklara detta. Din förklaring skall vara sådan att du sedan b) kan förutsäga hur många gånger man högst skulle kunna vika ett A4-papper som är 0,01 mm tjockt.

3. En intressant storhet när man kartlägger universum är fördelningen av antalet galaxer med olika absolut ljusstyrka. När man undersöker denna har man dock problem med att för avlägsna galaxer blir de ljussvaga galaxerna alltför svaga för att ses vilket ger en skenbar övervikt av antalet ljusstarka galaxer. Anta att vi gör en grov modell av detta genom att anta att det bara finns två typer av galaxer: typ A som sänder ut mycket ljus och typ B som sänder ut lite. Anta vidare att en galax av typ B inte kan ses om avståndet till den är större än d_B men att galaxer av typ A kan ses ut till avståndet $d_A > d_B$.

Anta att man räknar totala antalet synliga galaxer och finner att kvoten mellan antalet galaxer av typ A och typ B blir Q_0 . Vad blir den riktiga kvoten om man antar att fördelningen mellan galaxytyperna är densamma i hela universum.

4. Vilken takvinkel skall man ha på ett hus för att vattnet skall rinna av så fort som möjligt? För att uppskatta detta kan man göra en mycket grov modell som följer. Vi antar att huset har en fix bredd B och ersätter taket med lutande plan med lutningsvinkeln α



(se figur). Vi ersätter regnet med en kloss som startar från vila från takets topp och kräver att takvinkeln skall vara sådan att klossen skall glida ner till takfoten så snabbt som möjligt. Vi antar att det finnes en friktion mellan tak och kloss som vi beskriver med en friktionskoefficient (friktionsstal)

som är 0,1. Vilken takvinkel ger modellen? Trots att modellen är mycket grov bör den ge ett ganska bra resultat. Varför?

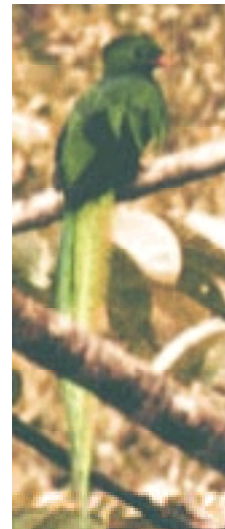
5. Due to the rotation around the axis, the Earth is flattened (oblate), which means that the distance from the centre of the Earth to a point on the equator, the equatorial radius r_e , is somewhat larger than the distance from the centre to the pole, the polar radius r_p . The flattening (oblateness) is defined by

$$\frac{r_e - r_p}{r_e}$$

and for the Earth the flattening has the approximate value 1/300.

Now consider a typical so called "millisecond pulsar". This is a neutron star that rotates around its axis with a period of typically 20 milliseconds, that is, it rotates 50 turns per second. Such a neutron star/pulsar is a very compact object with a radius of 10 km and a mass about the same as the Sun. Estimate the flattening of such a pulsar due to its rotation.

6. Om man står framför trappan på Kulkulkan-pyramiden i Chichen Itza och gör en handklappning svarar pyramiden med ett eko som låter mycket likt skriet från den heliga Quetzalfågeln på figuren till höger. Ett Mayaskrivtecken från Dresdenhandskriften visar guden Quetzalcoatl, "den befjädrade ormen", med en gigantisk Quetzalfågel i bakgrunden. Enligt en del vetenskapsmän är pyramiden medvetet konstruerad så att den skall ge ifrån sig Quetzalfågeln läte. Fysiken bakom detta fenomen är att en handklappning innehåller en blandning av ljud med olika frekvenser. När ljudet reflekteras mot trappans steg får vi reflexer med olika frekvenser som återvänder något tidsförskjutna till den som klappat.



Trappan på pyramiden har 91 trappsteg, trappans lodräta höjd är cirka 20 meter och trappans lutningsvinkel mot horisontalplanet kan antas vara 45° . Anta för enkelhets skull att den klappande klappar och lyssnar i marknivå rakt framför trappan, 10 meter från nedersta trappsteget. Uppskatta den lägsta och högsta frekvens som hörs i ekot samt tids-



förskjutningen och tidsordningen mellan dessa frekvenser.

(Du kan läsa mer om detta och lyssna till fågeln och ekot från pyramiden på

<http://www.ocasa.org/MemberLinks.html>)

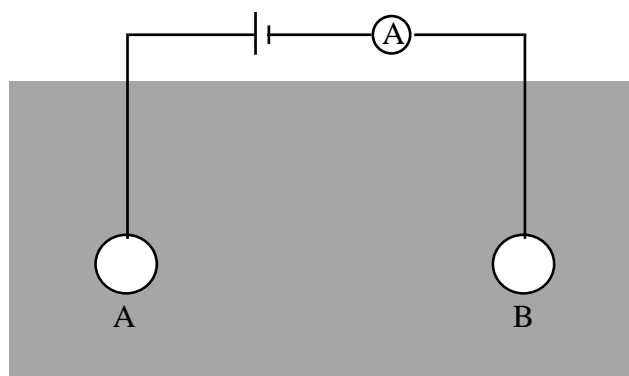
7. Anta att man har en plattkondensator som med vakuum mellan de parallella plattorna har kapacitansen C .

a) Visa att om man fyller mellanrummet mellan plattorna med ett material som har resistiviteten ρ så kommer resistansen R mellan plattorna att ges av

$$R = \frac{\epsilon_0 \rho}{C}$$

Resultatet innehåller inte någonting om att kondensatorn är en plattkondensator vilket gör att man kan förmoda att formeln även gäller för en godtycklig kondensator. Detta är också fallet, vilket vi utnyttjar i fortsättningen.

b) När man letar efter malmkroppar i marken, kan dessa ofta lokaliseras genom mätningar av markens resistivitet. Man har då två metallkulor A och B vardera förbundna elektriskt med en lång isolerad metalltråd vars resistans vi försummar. Kulorna begravs djupt ned i marken med trådarna stickande upp ur marken. Avståndet mellan kulorna är stort jämfört med kulornas radie.



Man kan visa att spänningen U mellan två kulor med radien r och med laddning q och $-q$ respektive, upphängda i luften på ett avstånd som är stort jämfört med kulornas radie, ges av uttrycket

$$U = \frac{|q|}{2\pi\epsilon_0 r}$$

Man ansluter en strömkälla med känd polspänning och en ampermeter, båda med försumbar inre resistans, till trådarna och mäter strömmen. Ur resultatet kan resistansen R för marken mellan kula A och B beräknas. Härled ett samband som uttrycker markens resistivitet ρ i den uppmätta markresistansen R och kulornas radie r .

8. En ring av aluminium med diametern 25 mm, massan 1,6 g och en resistans på 0,5 mΩ läggs på en plexiglasskiva strax ovanför mynningen på en spole med järnkärna. När man släpper ström genom spolen kommer ringen att befinna sig i ett nästan homogent magnetfält men där de magnetiska flödeslinjerna längs med ringen divergerar med en vinkel av 10,0° från den vertikala lodlinjen (se figur). Strömmen genom spolen startar från noll och växer sedan linjärt med tiden så att magnetfältet i ringens plan till en början ges av $B = k \cdot t$, där $k = 10,0$ T/s. Beräkna hur lång tid det tar innan ringen lyfter från plexiglasskivan.

