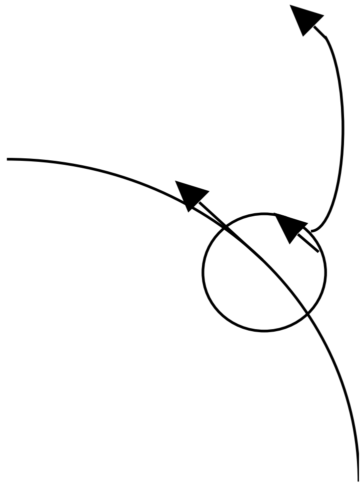
FYSIKTÄVLINGEN

FINALTÄVLING
LÖSNINGSFÖRSLAG
24 maj 1997

SVENSKA FYSIKERSAMFUNDET

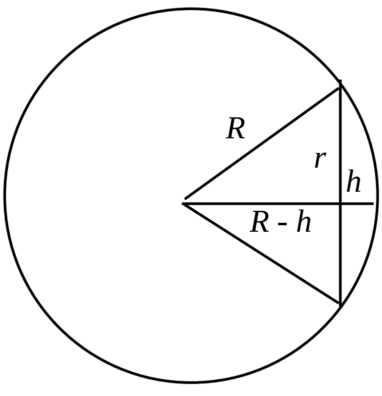
1. Vid midnatt (lokalt) han man utnyttja både jordens fart i banan och dess rotationshastighet. I praktiken startar man rätt upp för att komma ur atmosfären och svänger sedan av. Jordens fart i sin bana är cirka 30 km/s. Jordrotationen ger ytterligare 0,5 km/s



2. Eftersom magneten accelererar kommer induktionsspikarna att komma tätare och tätare. Eftersom flödet från magneten är konstant kommer arean under varje spik att vara densamma. Av spänningen som induceras ser vi att magneten är kraftig.
Om vi nu istället byter glasröret mot ett kopparrör kommer det att induceras vivelströmmar i kopparröret som bromsar magnetenns fall. Eftersom magneten är kraftig blir dessa virvelströmmar stora och inbromsningen blir kraftig. Efter mycket kort tid kommer magneten att falla med konstant fart. Spänningsdiagrammet blir alltså en serie likadana spikar på lika tidsavstånd.

3. Kalla bollens radie *R*, radien på intryckningen *r* och intryckningen *h*. Med Pythagoras sats får vi

$$r^2 = R^2 - (R-h)^2 = 2Rh - h^2 \approx 2Rh$$



där vi utnyttkat att intryckningen är liten. Om övertrycket i bollen är *P* blir kraften på bollen

$$F = P\ \pi r^2 = 2\pi PRh$$

Men detta är fjäderkraft med fjäderkonstanten $k = 2\pi PR$.
Om bollens massa är *M* kommer en halvperiod (tiden för at bollen börjar deformeras till den precis slutat deformeras) att bli

$$\tau = \pi\sqrt{\frac{M}{k}} = \pi\sqrt{\frac{M}{2\pi PR}} \approx 9\text{ms}$$

vilket är stöttiden.

4. Anta att laserljusets energi är W. Laserstrålen går ut genom en ”spalt” med vidden d = 0,1 m. Vi får ett diffraktionsminimum i vinklar θ sådana att

$$\lambda \approx d\sin\theta \approx d\theta$$

Vi antar att väsentligen att laserljus ligger innanför första diffraktionsminimet. Om avståndet till månen är L kommer diffraktionsfläcken där att ha en diameter som är

$$D = 2L\theta = \frac{2L\lambda}{d}$$

Retrospegeln (med diameter δ) upptar en bråkdel av diffraktionsfäckens area och den återsända energin blir

$$W\,\frac{\delta^2}{D^2} = W\,\frac{\delta^2 d^2}{4L^2\lambda^2}$$

Vi kan nu anta att det reflekterade ljuset är nästan parallellt och går ut genom en spalt = retrospegelns öppning. Ljuset från spegeln kommer att ge upphov till en fläck på jorden med en diameter av storleksordningen $D' = \dfrac{2L\lambda}{\delta}$ (möjligen dubbelt så mycket på grund av den dubbla diffraktionen). Den energi som kommer in i ögat blir, om vi antar att pupillens diameter är p

$$W\,\frac{\delta^2 d^2}{4L^2\lambda^2}\,\frac{p^2}{D'^2} = W\,\frac{\delta^4 d^2 p^2}{16L^4\lambda^4} \approx W\ \ 2\ \ 10^{-21}$$

Här har vi antagit att p = 0,01 m, L = 384 000 km,

Fotonenergin för laserljuset är av storleksordningen 2 eV. För att ögat skall registrera krävs det av storleksordningen 10 - 100 fotoner dvs en energi av storleksordningen$\cdot 10^{-18}$ J. Laserpulsen måste alltså ha en energi av storleksordningen 1 kJ.

5. Om tabellen plottas får man ur diagrammet att spänningskällans inre resistans är 4,47 Ω och dess elektromotoriska spänning 88,3 V. Den effekt som utvecklas i en yttre resistor R kopplad till en spänningskälla med elektromotorisk spänning E och inre resistans r visas lätt vara

$$P = \frac{E^2 R}{(r+R)^2}$$

Effekten har ett maximum för $R = r$, sättes detta in i uttrycket fås

$$P_{\max} = \frac{E^2}{4r}$$

För två seriekopplade spänningskällor med vardera ems E och inre resistans r får vi

$$P_{\max} = \frac{4E^2}{2\ \ 4r} = \frac{E^2}{2r}$$

För två parallellkopplade spänninskällor med vardera ems E och inre resistans r får vi

$$P_{\max} = \frac{E^2}{4r/2} = \frac{E^2}{2r}$$

Den utvecklade effekten blir alltså lika stor. Stoppar vi in siffror blir effekten 0,83 kW.

6. ${}^{12}_{6}\mathrm{C}$ kommer att bestå av tre α-partiklar i en liksidig triangel, ${}^{16}_{8}\mathrm{O}$ av fyra α-partiklar i tetraederform. Det finns alltså tre parbindningar i kolkärnan och sex i syre Bindningsenergierna blir för kol

$$3 \cdot 4.0026033 - 12,0000000 = 0.007809900$$

För syre får vi

$$4 \cdot 4.0026033 - 15,994915 = 0.015498200$$

Energin per bindning blir för kol

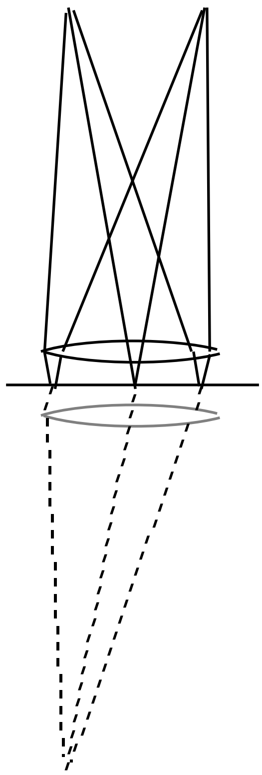
$$0.0078099 / 3 = 0.002603300$$

och för syre

$$0.015498200 / 6 = 0.002583033$$

Eftersom talen är någotsånär lika är modellen inte så dum.

7. Lägg spegeln på bordet (eller golvet on det inte finns något bord). Lägg linsen på spegeln. Ställ stativet bredvid spegeln och fäst pennan horisontellt över linsen med spetsen över linsens mittpunkt. Placera pennspetsen på ungefär brännviddsavstånd över linsen. Titta mot linsen via pennan. Du ser då en omvänd bild av pennan. Justera pennan så att pennspetsarna precis möts. Flytta ögat fram och tillbaka i ett horisontalplan så att ögat rör sig vinkelrätt mot pennornas längdriktning. Eftersom pennan och bilden av pennan inte sannolikt inte ligger i samma plan kommer spetsarna att röra sig relativt varandra. Justera pennans höjd över linsen tills pennspetsen och bilden av pennspetsen blir utan parallax. Pennspetsen och bilden av spetsen ligger nu mycket exakt på samma höjd över linsen.Detta betyder att vi har en strålgång enligt figuren. Uppenbart är strålarna efter passagen genom linsen parallella d v s pennspetsen och bilden av denna ligger på precis brännviddsavstånd från linsen. Mät detta avstånd med linjalen. Med denna metod kan brännvidden snabbt bestämmas med millimeterprecision.



8. Jordens omkrets på en latitid av 52˚ är

$$2\pi R \sin 38^\circ$$

där R är jordens radie.

På en latitud som skiljer med den lilla vinkeln δ från denna latitud blir jordens omkrets

$$2\pi R \sin\left(38^\circ + \delta\right) = 2\pi R\left[\sin 38^\circ \cos\delta + \cos 38^\circ \sin\delta\right] \approx 2\pi R \sin 38^\circ + 2\pi R \delta \cos 38^\circ$$

Skillnad i omkrets är således

$$2\pi R \delta \cos 38^\circ$$

Om avståndet i längd i nordsydlig riktning mellan två punkter med denna latitudskillnad är D har vi

$$\delta = \frac{D}{R}$$

Detta medför att skillnaden i jordens omkrets blir

$$2\pi D \cos 38^\circ$$

Eftersom jorden roterar ett varv på 24·3600 sekunder blir skillnaden i jordytans rotationshastighet på de två latituderna

$$\frac{2\pi D \cos 38^\circ}{24\;\;3600} \approx 1{,}72 \mathrm{m/s}$$

med insatt D = 30 000 m. En projektil som skjutes rakt norrut får alltså en ”extra” fart i sidled som har denna storlek. Skottvidden på kanonerna var 30 000 m. Beräknar vi utgångsfarten för en kastparabel med 45˚ vinkel får vi en utgångsfart av cirka 550 m/s. Farten i horisontell led blir cirka 400 m/s. Tiden för projektilen att gå 30 000 m blir då cirka 75 sekunder. Med ovanstående fart åt sidan blir felet i sidled cirka 100 m. Eftersom siktena var inställda för skjutning på norra halvklotet där korrektionen blir lika stor men åt andra hållet, blir det totala felet i sidled ungefär 200 m.