FYSIKTÄVLINGEN

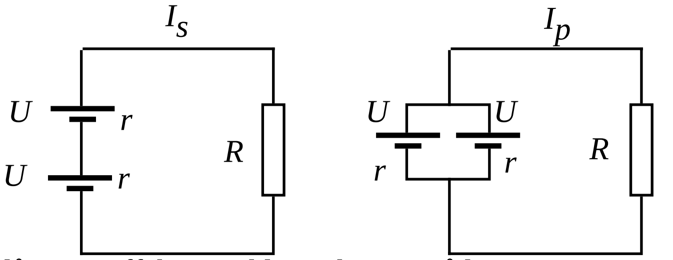
KVALIFICERINGS- OCH LAGTÄVLING

6 februari 1997

SVENSKA FYSIKERSAMFUNDET

LÖSNINGSFÖRSLAG

1. Seriekretsen ger $I_s = \dfrac{2U}{R+2r} \approx \dfrac{U}{r}$



Parallellkretsen ger

$$I_p = \frac{U}{R + r/2} = \frac{2U}{2R+r} \approx \frac{2U}{r}$$

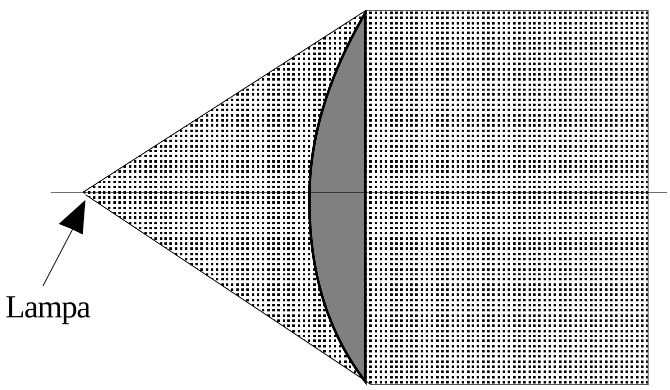
Parallellkretsen ger alltså störst ström och då störst effektutveckling i kopparträden.

2. Vi antar att en lastbil kan ta 5 ton snö. Smältvärmet för snö (is) är 334 kJ/kg. För att smälta snön behövs alltså 5000*334 kJ = 1,6 GJ. Om man i stället skall köra bort den måste snön lyftas upp på lastbilens flak, låt oss säga ett lyft på 2 m. För detta åtgår en ungefärlig energi 5000·10·2 J = 0,1 MJ. För att köra bort snön, säg 10 km och sedan återvända med bilen, åtgår, om bilen antas dra 2 liter bränsle/mil, 4·30 MJ = 120 MJ. Lyftarbetet är då i detta sammanhang försumbart. Energikostnaden att smälta bort snön är alltså omkring en tiopotens större än att köra bort snön. Slutsatsen är mycket okänslig för variationer i modellen.

3. De kolkorn som fastnar på stora svarta ytor kommer att skärma den positiva laddningen på pappret. Det blir därför svårare för senare anlända kolkorn att attraheras till pappret. Vid gränsen mellan vitt och svart kan kolkorn bara fastna på den svarta sidan, vilket ger mindre skärmning.

4. Kalla lampans avstånd till linsens plana yta för *L*, linsens radie för *R* = halva diametern, linsens tjocklek för *d* och brytningsindex för *n*.
Vi kan utan att förändra problemet anta att linsens kanttjocklek är noll.
Optiska vägen för en ljusstråle som går till kanten på linsen blir

$$\sqrt{L^2 + R^2}$$

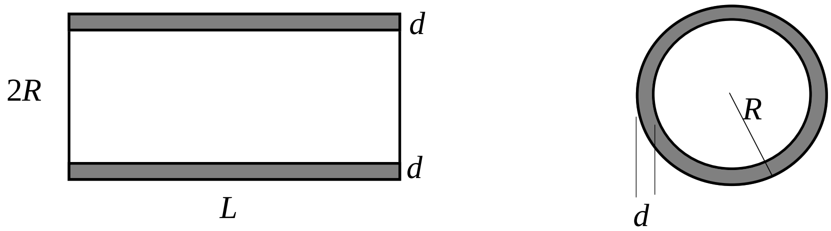


Optiska vägen gör en stråle som går genom linsens centrum blir $L - d + n \cdot d$
Villkoret att ljuset går ut parallellt är att dessa optiska vägar är lika vilket direkt ger

$$d = \frac{\sqrt{L^2 + R^2} - L}{n-1}$$

Sätter man in siffror får man d = 12 mm.

5. Anta att ”trycket” i korven är p. Kraften som verkar på längdsnittet blir då $p \cdot 2R \cdot L$



Kraften per area av skinnet blir då $\dfrac{p \cdot 2R \cdot L}{2 \cdot d \cdot L} = \dfrac{pR}{d}$

Kraften som verkar på tvärsnittet är $p \cdot \pi R^2$

Kraften per area av skinnet blir nu $\dfrac{p \cdot \pi R^2}{2\pi R \cdot d} = \dfrac{pR}{2d}$

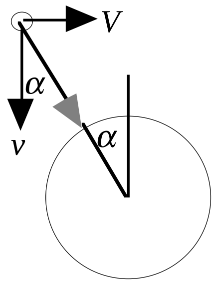
Korvskinnet utsätts för dubbelt så stor påfrestning i längdsnittet.

6. Vi använder energilagen på meteoriten. Summan av gravitationell lägesenergi och rörelseenergi är konstant. Långt bort från solen är både rörelseenergin och lägesenergin noll. Om solens massa är M, meteoritens μ, ger energilagen följande samband mellan meteoritens fart v och avståndet r = jordavståndet från solen.

$$\frac{\mu v^2}{2} - \frac{GM\mu}{r} = 0 \text{ eller } v = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$$

Beteckna jordens massa med m. Vi antar att jorden rör sig i en cirkelbana med farten V. Solens gravitation skall då ge jorden en centripetalacceleration och vi har

$$\frac{mV^2}{r} = \frac{GMm}{r^2} \text{ eller } V = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$



Sedd från jordens vilosystem kommer då meteoriten att förefalla ha en hastighetskomponent v rakt mot solen och en hastighetskomponent V vinkelrätt däremot.

Vinkeln α får vi lätt ut förhållandet mellan meteoritens och jordens hastigheter. Vi får

$$\alpha \approx 35^\circ$$

Midnatt har vi på jordytan där den lodräta linjen från jordens centrum skär jordytan. Översätter vi nu vinkeln till tid får vi

$$\frac{35}{360} \cdot 24 = 2 \text{ timmar } 20 \text{ minuter}$$

Jorden roterar kring sin axel i samma led som den roterar kring solen d v s den angivna tiden blir efter midnatt. Man kan fråga sig om man också måste ta hänsyn till jordens rotation kring sin axel

för beräkningen av meteoritens relativa hastighet. Detta bidrag blir dock litet. Rotationsfarten vid ytan är omkring 0,5 km/s medan jordens fart i banan är omkring 30 km/s.
Detta ger en korrektion i tiden av storleksordningen några minuter.

7. För enkelhets skull kan vi anta att fotonerna absorberas av livsfröet. Varje foton ger då fröet en rörelsemängdsändring av W / c. Anta att vi har N stycken fotoner per tid och area. Kraften på fröet blir då

$$\frac{NW}{c} \cdot \pi R^2$$

där R är fröets radie. Produkten NW är solstrålningens effekt/area. Eftersom solen strålar lika i alla riktningar blir effekten per area på avståndet r från solen

$$NW = \frac{P}{4\pi r^2}$$

där P är solens totala effektutstrålning. Detta ger oss

$$\frac{P}{4\pi r^2 c} \cdot \pi R^2$$

Gravitationskraften på ett frö med radien R och densiteten ρ på avståndet r från solen blir

$$\frac{GM}{r^2}\left(\frac{4\pi R^3}{3}\rho\right)$$

där M är solens massa. Sättes krafterna lika får vi (oberoende av avståndet från solen)

$$R = \frac{3P}{16\pi GM\rho c} \approx 0,6\ \mu\text{m}.$$

8. Kalla antalet roddare för n och båtens fart för v. Den totala framdrivande effekten blir då proportionell mot n. Den framdrivande kraften F multiplicerad med farten ger den totala effekten d v s F proportionell mot n / v eller $F \propto n / v$. Den av skrovet undanträngda vattenvolymen är proportionell mot roddarnas massa d v s mot n. Den våta arean blir då proportionell mot $n^{2/3}$ eftersom volymen är kuben på längskalan och arean kvadraten på längdskalan. Motståndskraften på båten blir därmed proportionell mot $v^2 \cdot n^{2/3}$. Vid kraftjämvikt har vi alltså

$$\frac{n}{v} \propto v^2 n^{2/3}$$

Detta ger

$$v \propto n^{1/9}$$

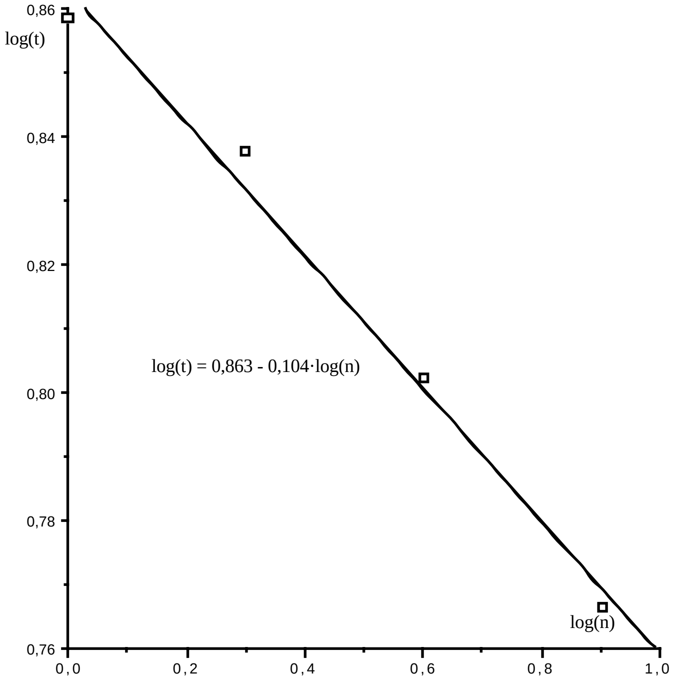
Tiden T för ett lopp är omvänt proportionell mot farten d v s vi har

$$T = C \cdot n^{-1/9} \text{ eller } \log T = \log C - \tfrac{1}{9} \log n$$

med någon konstant C. Den sista formeln är lämplig att testa modellen med eftersom vi får en rät linje med riktningskoefficienten $-1/9 \approx -0{,}11$.

Vi behandlar nu data. Vi tar medelvärden för de fyra loppen och får tabellen till höger. Plottar vi nu data logaritmiskt får vi följande diagram

n	T
8	5, 84
4	6, 34
2	6, 88
1	7, 22



Riktningskoefficienten på den passade räta linjen stämmer väl med modellen, möjligen kan man ana att den stämmer mindre väl för $n = 1$.