

# FYSIKTÄVLINGEN

Finalen - teori  
17 maj 2003

SVENSKA FYSIKERSAMFUNDET

1. I Stockholms skärgård stod, mellan åren 1967 – 1976, en fyr vars elektriska generator drevs av ett termoelement. Detta fick i sin tur värme från två behållare med strontium-90. Det var engelsmän som placerade ut dessa fyrar på några olika platser i England, Danmark och Sverige.

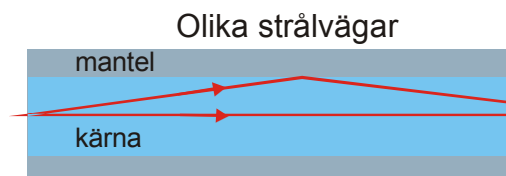
För att driva termoelementet användes 60 g av isotopen  $^{90}\text{Sr}$ . Detta låg i två 4 cm långa cylindrar med diametern 3 cm och gav en temperatur på 260 °C. Termoelementets verkningsgrad var 10 %.

Isotopen  $^{90}\text{Sr}$  är betaradioaktiv med halveringstiden 29 år och man kan räkna med att varje utsänd elektron i medeltal lämnade energin 200 keV till metallbehållarna.

a) Beräkna strontiets aktivitet.

b) Beräkna den elektriska effekt som termoelementet gav.

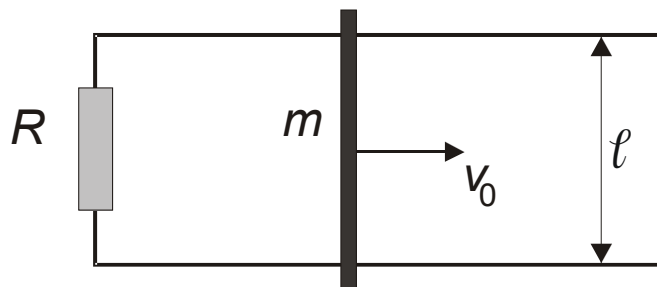
2. En optisk fiber enligt figuren har en kärna med brytningsindex 1,55 och en mantel med brytningsindex 1,52. Från en pulsad laser placerad utanför fiberns ände går ljuspulser in i fibern. En ljuspuls varar 20 ns. Ljuspulsen breddas på sin väg genom fibern på grund av att olika delar av pulsen går olika vägar.



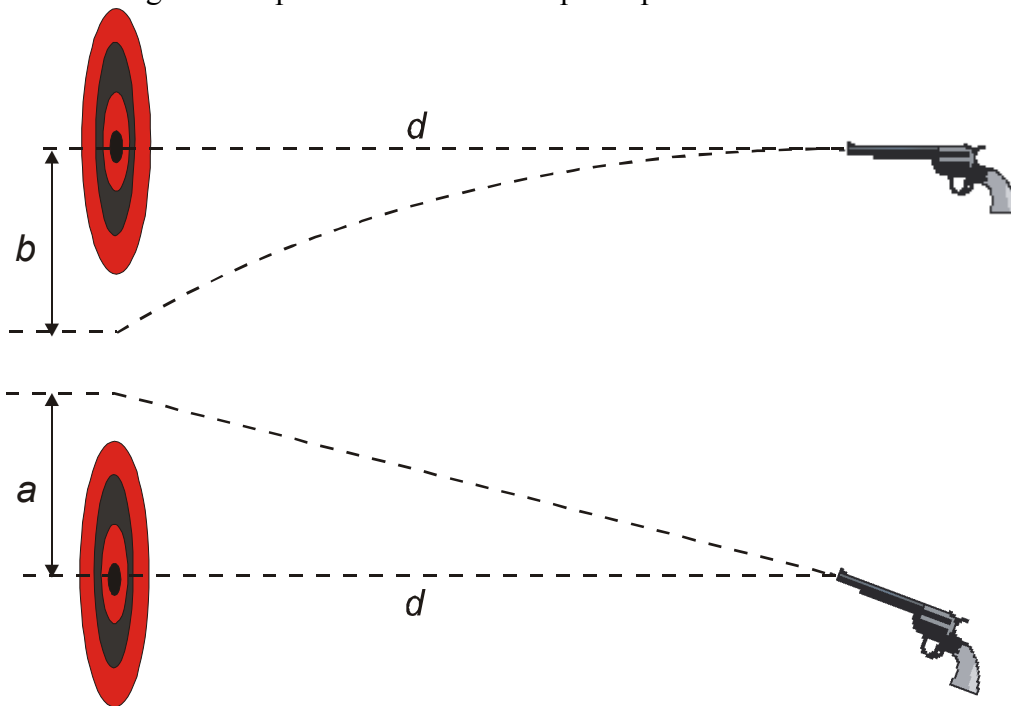
Hur lång blir den utgående pulsens varaktighet om fiberns längd är 500 m?

3. En metallstav med massan  $m$  kan glida friktionsfritt längs två parallella skenor på avståndet  $\ell$  från varandra. Skenorerna är anslutna till en resistor med resistansen  $R$  enligt figuren nedan.

Uppställningen befinner sig i ett vertikalt magnetfält med flödestätheten  $B$ . Staven ges en starthastighet  $v_0$  med hjälp av en hastig stöt. Bestäm den sträcka  $x$  som staven glider längs skenorerna innan den stannar.



4. En projektil avfyras från en horisontell fjäderpistol som är riktad längs siktlinjen mot oxögat på en avlägsen måltavla. På grund av gravitationen under projektilens färd mot måltavlan missar den oxögat och träffar väggen i en punkt på avståndet  $b$  rakt under oxögat. För att träffa oxögat måste pistolen riktas mot en punkt på avståndet  $a$  rakt ovanför oxögat.



- Bestäm ett värde på  $a$  om du vet att avståndet  $d$  mellan pistolen och måltavlan är 30 m och avståndet  $b = 1,000$  m.
- Visa allmänt att avståndet  $a$  skall vara större än avståndet  $b$ .

5. Skickliga kanonjärer som Blinde Pew, Svarta Hunden, Israel Hands och andra sjörövare förstod att rikta sina kanoner så att kanonkulorna studsade på vattnet, vilket väsentligt ökade skottvidden. ( De "kastade" alltså "smörgås" med kanonkulorna. Samma teknik användes för övrigt under andra världskriget vid bombfällning mot dammanläggningar. ) För att detta ska fungera, måste kanonkulan träffa vattenytan under tillräckligt liten vinkel. I en enkel modell träffar kanonkulan vattenytan med farten  $v$  och vinkel  $\alpha$  mot vattenytan, tränger maximalt ned så långt att halva kulan är under vatten och studsar sedan upp med farten  $v$  i samma vinkel  $\alpha$  mot vattenytan. Visa, att (sinus för) den maximala vinkel som leder till studs är proportionell mot kvadratroten ur förhållandet mellan vattnets och kanonkulans densiteter.

Ledning: Man kan i detta sammanhang helt bortse från effekter av Arkimedes' princip. Lyftkraften domineras fullständigt av vattnets strömning kring kulan. Lyftkraften på en kula som delvis rör sig genom vatten är proportionell mot  $A\rho v^2$ , där  $A$  är kulans area,  $\rho$  vattnets densitet och  $v$  kulans fart genom vattnet.