

FYSIKTÄVLINGEN

KVALIFICERINGS- OCH LAGTÄVLING
3 februari 2005

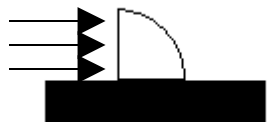
SVENSKA FYSIKERSAMFUNDET

1.

Ett Wien-filter används inom fysik forskningen när man vill få ut laddade partiklar med en viss hastighet. För att åstadkomma detta arbetar man med en kombination av ett elektriskt och ett magnetiskt fält. Principen som man använder är att en laddad partikel med en viss hastighet inte avlänkas utan rör sig opåverkad genom fältet, medan partiklar med ”fel” hastighet länkas av. Din uppgift är att konstruera ett Wienfilter som skall kunna välja ut elektroner med hastigheten $0,100 \text{ km/s}$. Du har tillgång till ett homogent magnetfält på $0,10 \text{ mT}$ samt ett elektriskt fält mellan två platta $5,0 \text{ cm}$ långa elektroder som är monterade med ett plattavstånd på $1,0 \text{ dm}$.

Rita en figur där fältens riktning framgår. Vilken spänning måste du lägga över elektroderna? Vad måste du ändra för att kunna välja ut protoner med samma hastighet?

2.



Figuren visar ett glasprisma i form av en $\frac{1}{4}$ av en cylinder som ligger på ett bord. Ett med bordet parallellt ljusknippe faller in mot den vertikala (vänstra) sidoytan. Hur nära prismats högra kant kan ljuset nå? Radien är $5,00 \text{ cm}$ och brytningsindex $n = 1,50$.

3.

Uppskatta hur mycket energi som solen strålat ut under sin livstid på $4,5 \cdot 10^9$ år under antagandet att dess utstrålning inte ändrats över tiden. Solarkonstanten är 1360 W/m^2 och avståndet mellan jorden och solen är $1,5 \cdot 10^8 \text{ km}$.

Energikällan i solen är fusion där 4 protoner slås samman till en heliumkärna, en process som ger $26,7 \text{ MeV}$ per heliumkärna som bildas. Hur mycket helium har skapats under solens livstid?

Observationer visar att c:a 25% av den nuvarande solmassan består av helium. Hur stämmer detta med ditt resultat? Kommentera.

4.

Today natural uranium consists of 99.28% of ^{238}U and 0.72% of ^{235}U . Assuming that nuclear reactions in a single supernova created these isotopes in equal proportions, how long ago were they made? The assumption of equal yields for the two isotopes is a reasonable approximation.

Note that the Earth's uranium was probably not all created in a single supernova event so this calculation gives the mean age (D. Schramm & E. Symbalisky, Rep. Prog. Phys. 1981)

5.

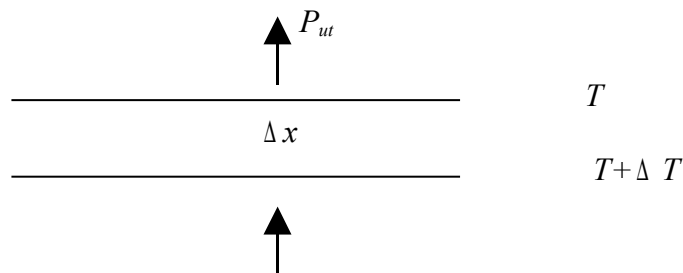
En 2,0 meter lång man skall genomföra ett bungy jump från en plattform 25 m över en sjö. Ett elastiskt rep är fäst med ena änden i mannens fot och den andra är fäst i plattformen. Repets längd och elastiska egenskaper har anpassats så, att mannens hastighet är noll i det ögonblick hans huvud når vattenytan. Till slut kommer huvudet att hänga 8,0 m över vattenytan i jämvikt.

a) Bestäm repets ursprungliga längd (innan det belastas).

b) Bestäm den maximala hastigheten respektive den maximala accelerationen under hoppet.

6.

a) Medeltemperaturen på jordens yta är 30°C lägre än den temperatur som råder på 1,0 km djup. Hur stor effekt per kvadratmeter förloras genom utstrålning från jordens inre, om värmeledningsförmågan i jordskorpan är $2,0 \text{ W}/(\text{K m})$?



För utstrålad effekt/areaenhet, P_{ut} , gäller att denna är proportionell mot skiktjockleken Δx samt mot temperaturskillnaden ΔT .

b) Jordskorpan innehåller små mängder av långlivade radioaktiva element, t.ex. uran, thorium och kalium, vilkas sönderfall producerar värmeeffekten $4 \cdot 10^{-10} \text{ J/s kg}$. (Physics of Planetary Interiors, G H A Cole, 1984). Visa att koncentrationen av dessa radioaktiva element i jordens inre inte kan vara lika hög som i skorpan. Jordens densitet är 5500 kg/m^3 .

7.

Om man skulle anordna en höjdhoppstävling på en asteroid gäller det att inte hoppa för högt. Då kan man försvinna ut i rymden!

Bestäm den minsta radie som en sfärisk asteroid kan ha, om hopparen skall återvända. Du kan anta att asteroidens densitet är $2,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. Världsrekordet i höjdhopp på jorden är 2,4 m.

8.

I H.G. Wells bok "The first man in the moon" uppfinner professor Cavor ett material, cavorite, som kan skärma av gravitationsfältet på samma sätt som ett elektriskt ledande material kan skärma bort elektriska fält. De elektriska fälten uppstår genom att det finns både positiva och negativa laddningar i naturen. För att åstadkomma gravitationell skärmning måste det finnas materia med negativ massa.

a) Visa att två partiklar med negativ massa repellerar varandra.

b) Vad händer om du har en partikel med negativ massa och en med positiv massa?