FYSIKTÄVLINGEN

Finalen - teori
12 maj 2001

SVENSKA FYSIKERSAMFUNDET

1. The web contains the following link - http://www.howstuffworks.com/question185.htm.
There you can find a new question every day. Some weeks ago the question was:
”How many regular sized helium filled ballons would lift someone? ”
Make the necessary assumptions and estimate the number by calculation.

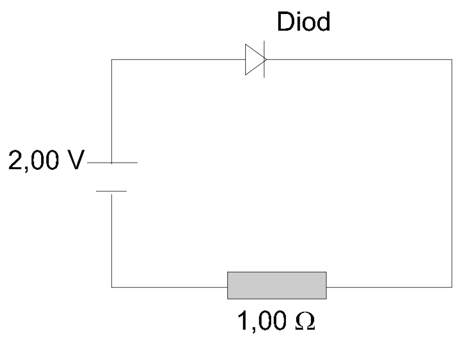
2. Uran är en naturligt förekommande tungmetall som är radioaktiv. Den finns i luft, vatten och livsmedel så vi människor kommer dagligen i kontakt med små mängder av uran. Uran är mest känd i den anrikade form som kommer till användning i kärnkraftverk och kärnvapen. Vid anrikningen av uranet får man en biprodukt - så kallat utarmat uran. Detta uran har olika kommersiella och militära användningar. Det används bland annat i pansargenomträngande ammunition. I samband med bland annat Gulfkriget har hälsoaspekter på användningen av utarmat uran diskuterats. Det kan i detta sammanhang vara motiverat att jämföra aktiviteten från 1 g naturligt uran med aktiviteten från 1 g utarmat uran. Din uppgift är att beräkna aktiviteterna och göra en sådan jämförelse med hjälp av följande tabell.

Naturligt uran			**Utarmat uran**		
Isotop	Procentuell del (%)	Halveringstid/år	Isotop	Procentuell del (%)	Halveringstid/år
^{238}U	99,2745	$4{,}468 \cdot 10^{9}$	^{238}U	99,8000	$4{,}468 \cdot 10^{9}$
^{235}U	0,7200	$7{,}037 \cdot 10^{8}$	^{235}U	0,2000	$7{,}037 \cdot 10^{8}$
^{234}U	0,0055	$2{,}450 \cdot 10^{5}$	^{234}U	0,0010	$2{,}450 \cdot 10^{5}$

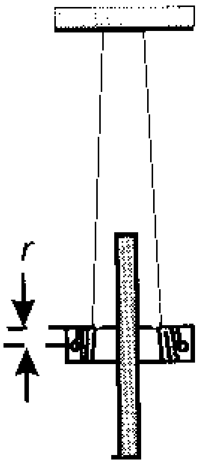
3. Sambandet mellan ström och spänning för en halvledardiod ges av

$$I = I_s\left(e^{\frac{eU}{kT}} - 1\right)$$

där I och U är strömmen genom dioden respektive spänningen över dioden. I_s är en konstant och e, k och T är beteckningar för kända storheter. Dioden kopplas in i en elektrisk krets enligt kopplingsschemat nedan. Bestäm spänningen över dioden om I_s = 1,50 mA och T = 293 K.



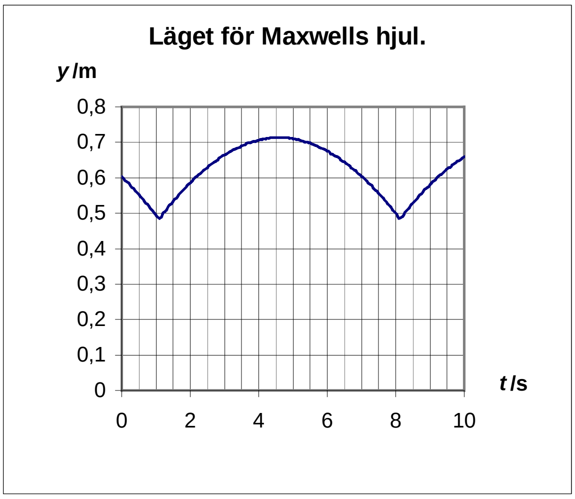
4. Maxwells hjul används som en demonstration av omvandlingen av lägesenergi till rotationsenergi och translationsenergi. Det består av ett hjul med en axel med radien *r* som är upphängd i två trådar som lindas kring axeln. I startläget har trådarna lindats upp på axeln så att hjulet befinner sig i sin högsta punkt. Då hjulet släpps kommer det att rotera samtidigt som det rör sig neråt. I den lägsta punkten är trådarna helt avrullade och hjulet fortsätter sin rotationsrörelse varvid trådarna åter lindas upp på axeln. Du kan jämföra Maxwells hjul med en jojo. Det här använda hjulet har massan 438 g och axelns radie är 3,0 mm.

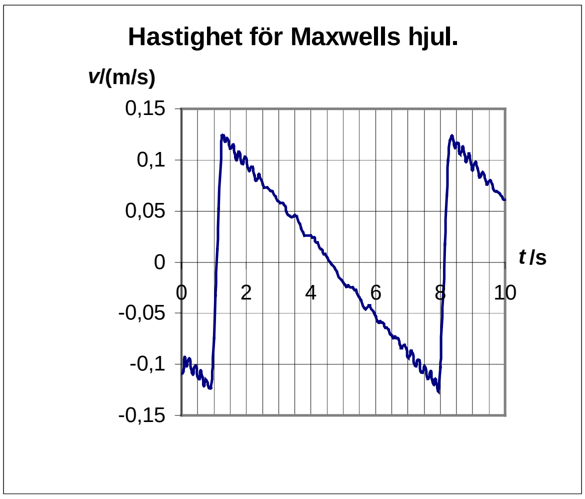


Graferna nedan beskriver läget och hastigheten för detta hjul i ett experiment. De har registrerats med hjälp av en lägesgivare och en datalogger. Den ursprungliga lägesenergin W_{pot} i det övre läget omvandlas till rotationsenergi

$$W_{rot} = \frac{I\omega^2}{2}$$, där I är hjulets tröghetsmoment

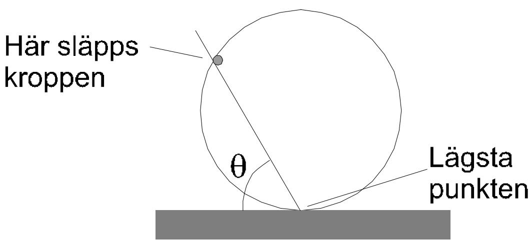
och ω är hjulets vinkelhastighet, samt kinetisk translationsenergi W_{kin}. Använd diagrammen för att beräkna hjulets rotationsenergi och vinkelhastighet i den lägsta punkten. Bestäm dessutom det använda hjulets tröghetsmoment.



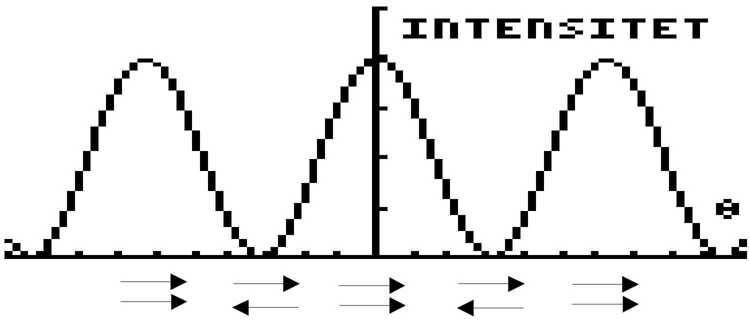


5. Galileo formulerade 1602 följande problem till sin aristoteliske motståndare, Guidobaldo del Monte som ett inlägg i en diskussion om en pendels rörelse:

”En liten kropp släpps från en godtycklig punkt på periferin av en vertikal cirkel (se figur) så att den utan friktion får glida ner längs en rak bana (korda) till cirkelns lägsta punkt. Banan kan roteras kring cirkelns lägsta punkt. För vilken vinkel θ blir tiden från en punkt på periferin till den lägsta punkten så kort som möjligt?”



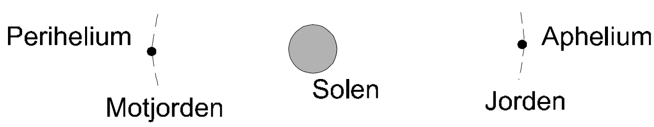
6. Intensitetsmönstret från en dubbelspalt kan beskrivas som en överlagring av två vågor med lika stora amplituder, *A*. Om vägskillnaden mellan vågorna är ett helt antal våglängder är vågorna i fas d v s fasvinkeln $\theta = n \cdot 2\pi$ och vi får intensitetsmaximum. Det betyder att den resulterande amplituden är $2A$ och intensiteten är $4A^2$ eftersom intensiteten är proportionell mot kvadraten på den resulterande amplituden. På motsvarande sätt ger en vägskillnad av ett udda antal halva våglängder, $\theta = (2n+1)\pi$, intensiteten noll eftersom vågorna då är i motfas. Intensiteten vid andra fasskillnader ges av kvadraten på den resulterande amplituden vid den aktuella fasskillnaden. Den resulterande amplituden kan bestämmas genom vektoraddition och figuren nedan visar en graf av intensitetsfunktionen för en dubbelspalt som funktion av fasskillnaden, θ, samt vektorerna och deras inbördes fasförhållanden i några lägen. I denna härledning tas ingen hänsyn till böjning (diffraktion) i de enskilda spalterna.



Din uppgift är att genomföra en analys av intensitetsförhållanden för en trippelspalt. Redovisa ett skalenligt diagram enligt ovan (-10 rad $<\theta<$10 rad). Det räknas som en förtjänst om du även härleder ett uttryck för intensiteten som funktion av fasskillnaden θ mellan vågor från närliggande spalter.

7. En homogen kula retarderar under 4,0 s likformigt till vila på ett jämnt, horisontellt plan. Bromssträckan är 1,5 dm. Vilken lutningsvinkel ska planet ha för att kulan istället ska rulla med konstant hastighet?
Kraftmomentet (vridmomentet) på en homogen kula, då den roterar kring en axel genom mass-centrum kan skrivas $I\alpha$, där $I = \frac{2}{5}mR^2$ är tröghetsmomentet och α är vinkelaccelerationen. Om kulan rullar utan att glida är $\alpha = a/R$, där a är accelerationen. R och m betecknar kulans radie respektive massa.

8. I den pythagoreiska världsbilden ingick en motjord, en himlakropp helt identisk med jorden men ständigt dold för våra ögon bakom centralelden, solen. Detta skulle kunna tänkas vara möjligt under förutsättning att himlakropparna rörde sig i cirkulära banor, men som vi nu vet rör sig planeterna i elliptiska banor med solen i den ena brännpunkten. Det betyder att en planet rör sig olika fort i olika avsnitt av sin bana och en hypotetisk motjord skulle därför ibland kunna vara synlig från jorden.



Antag alltså att det finns en motjord som rör sig i samma bana som jorden kring solen och åt samma håll, men så att motjorden befinner sig i perihelium (närmast solen) samtidigt som

jorden befinner sig i aphelium (längst från solen). Beräkna hur lång tid det tar innan motjorden i så fall blir synlig från jorden.
Jorden och motjordens periheliumavstånd är $147 \cdot 10^9$ m och apheliumavståndet är $152 \cdot 10^9$ m. Övriga data hämtas ur tabell.
Ledning: Enligt Keplers andra lag överfar förbindelselinjen mellan centralkroppen och jorden i den elliptiska banan lika stora areor på lika tider.