

# WALLENBERGS FYSIKPRIS 2014

## Tävlingsuppgifter (Kvalificeringstävlingen)

Riv loss detta blad och **häfta ihop** det med de lösta tävlingsuppgifterna. Resten av detta uppgiftshäfte får du behålla.

Fyll i uppgifterna nedan. Texta! E-post och telefonnummer behöver vi om du går till final och vi behöver komma i kontakt med dig.

Namn: \_\_\_\_\_ Årskurs: \_\_\_\_\_

Skola och ort: \_\_\_\_\_

E-post: \_\_\_\_\_ Telefon: \_\_\_\_\_

Markera med ett kryss i respektive ruta de uppgifter du lämnat lösningar till. Även en påbörjad men ej slutförd lösning kan ge poäng.

Uppgift	1	2	3	4	5	6
Lösning lämnad						

**Endast markerade uppgifter kommer att bedömas!**

---

Skrivtid: 5 timmar (den 23 januari 2014)

Tillåtna hjälpmedel: Räknare (ej symbolhanterande), gymnasieformelsamling, linjal

- Motivera dina resonemang ordentligt!
- Dåligt motiverade lösningar ger lägre poäng. En lösning som endast består av ett antal rader med ekvationer utan kommentarer betraktas som dåligt motiverad.
- Rita tydliga figurer och ange vad dina beteckningar betyder!
- Bemöda dig om att göra dina lösningar lätta att följa!

---

Uppgift	1	2	3	4	5	6	$\Sigma$
Poäng							
Signatur							

Skriv inget i denna tabell!





# WALLENBERGS FYSIKPRIS

KVALIFICERINGSTÄVLING

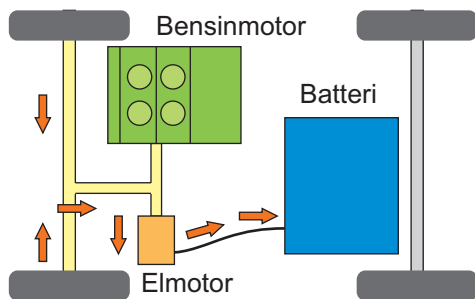
23 januari 2014

SVENSKA FYSIKERSAMFUNDET

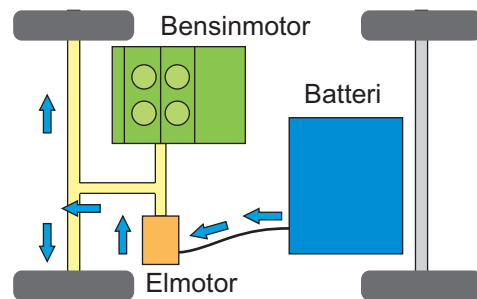
1. När bilar bromsar på konventionellt sätt övergår rörelseenergi till värmeenergi. Härigenom förlorar man nyttig energi. Inom bilindustrin pågår projekt med syfte ta fram metoder för att återvinna denna energi.

I en hybridbil finns både en vanlig bensen- eller dieselmotor samt en elmotor som drivs av batterier. När batterierna behöver laddas körs den konventionella motorn. Elmotorn kan fungera både som motor och generator. Detta innebär att man kan bromsa bilen genom att låta elmotorn generera elenergi som laddar batterierna. På detta sätt tar man tillvara på bilens rörelseenergi som vid traditionell bromsning omvandlas till onyttig värme. Vi ska i detta problem undersöka vilka energivinster man kan göra med denna teknik.

Inbromsning



Enbart batteridrift



Betrakta en medelstor bil i stadstrafik med massan 1,5 ton. Under en sträcka på 10 km antas bilen bromsa från 50 km/h till stillastående 10 gånger. Verkningsgraden för en bensinmotor är i detta sammanhang så låg som cirka 20 %. Verkningsgraden för elmotorn, både som motor och som generator, kan antas vara 80 %. Man kan i detta sammanhang anta att all elenergi som tillförs batteriet kan återfås. Vid förbränning av bensen frigörs 44 MJ/kg i form av värme. Densiteten för bensen är  $750 \text{ kg/m}^3$ .

- (a) Hur mycket energi tillförs batterierna vid en inbromsning?
- (b) Hur mycket energi tas från batteriet när bilen accelererar igen (till 50 km/h) om endast elmotorn driver bilen?
- (c) Jämför med en motsvarande bil med enbart bensinmotor. Hur mycket bensen går åt per mil (under förhållandena beskrivna ovan) för att accelerera efter stopp?

2. Du är hemma hos en släkting som har ett gammalt frysskåp. Du hämtar ett paket med glasspinnar. När du efter en kort stund ska lägga tillbaka glasspaketet märker du att dörren till frysskåpet är mycket svårare att öppna än den var första gången. Men du lyckas ändå med handkraft dra upp dörren.

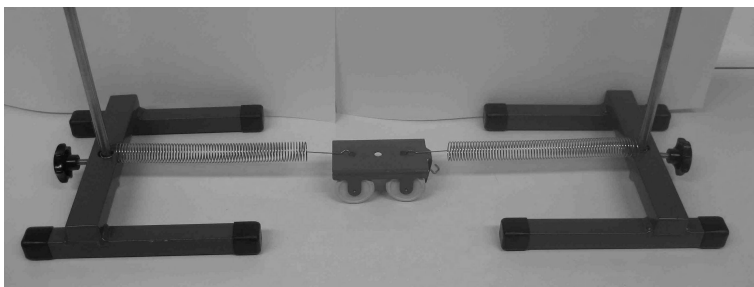
(a) Förklara varför det är svårare att öppna dörren den andra gången.

(b) Gör en ungefärlig beräkning av hur stor kraft det behövs andra gången. Du får själv göra nödvändiga uppskattningar, bland annat utifrån bilden nedan som visar ett typiskt frysskåp.



(c) Beskriv hur frysskåp kan konstrueras för att denna olägenhet inte ska uppstå.

3. En vagn med massan 0,10 kg sätts fast i två likadana fjädrar enligt bilden nedan. När vagnen är i sitt jämviktsläge är vardera fjäder utdragen 11,5 cm.

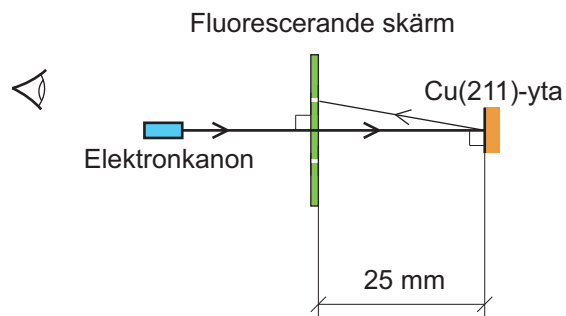


Massa (g)	Förlängning (mm)
100	39
200	78
300	118
400	157

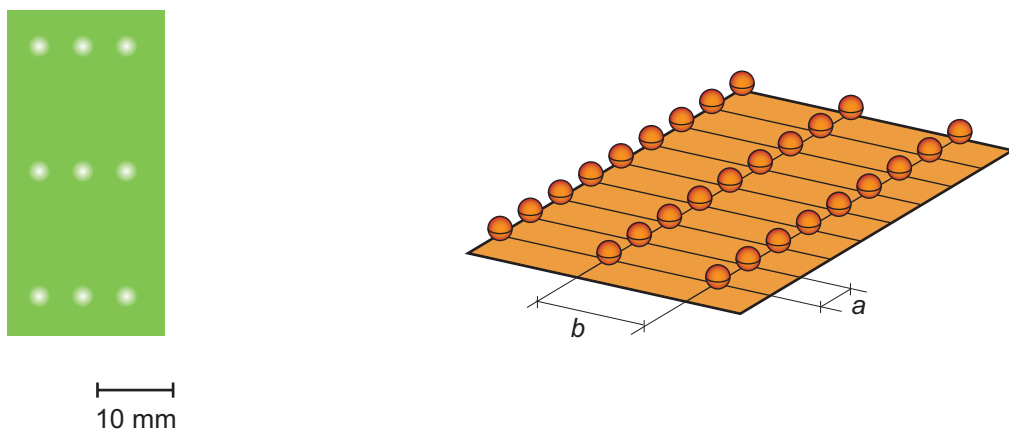
Om vagnen dras 4,0 cm från jämviktsläget och släpps kommer den att oscillera fram och tillbaka. Hur stor blir vagnens största fart och med vilken frekvens oscillerar vagnen?

Tabellen till höger om bilden visar mätvärden från en undersökning där en av fjädrarna monterades hängandes lodrätt i ett stativ. Fjäders belastes med vikter med olika massor och förlängningen mättes för var och en av vikterna.

4. För att undersöka den atomära strukturen på metallytor används elektrondiffraction där atomerna på ytan verkar som ett reflektionsgitter för elektronerna. En elektronstråle skjuts in mot ett prov där ytomerna är ordnade i ett regelbundet mönster. De reflekterade elektronerna interfererar på liknande sätt som till exempel ljusvågor och bildar ett diffraktionsmönster som kan observeras på en fluorescerande skärm.



Vid ett försök med elektrondiffraction undersöks en kopparyta, kallad Cu(211). Elektroner med rörelseenergin 76 eV används vid undersökningen. På den fluorescerande skärmen syns då ett diffraktionsmönster som det nedan till vänster. Avståndet mellan provet och den fluorescerande skärmen är 25 mm.

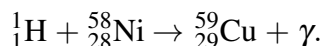


I en “bollmodell” av atomerna på ytan av Cu(211) ser ytan schematiskt ut som i figuren ovan till höger.

Beräkna atomavstånden  $a$  och  $b$ .

5. Kärnfysikern Sergio Focardi och uppfinnaren Andrea Rossi säger sig ha konstruerat en så kallad energikatalysator, där väte- och nickelatomkärnor fusioneras vid låg temperatur till koppar. Vid processen utvecklas enligt uppfinnarna effekten 12 kW. Apparaten syns på bilden nedan.

Uppfinningens funktion har starkt ifrågasatts, och följande räkneexempel är tänkt att visa hur orimlig energikatalysatorn är. Detaljerna om vilka reaktioner som sker hålls ännu hemliga, men för att undersöka trovärdigheten av det hela gör vi några antaganden.<sup>1</sup> För beräkningarnas skull antar vi att den reaktion som sker är



Kopparkärnan sönderfaller sedan direkt med ett  $\beta^+$ -sönderfall



- (a) Hur många fusionsreaktioner per sekund måste ske för att angiven effekt ska frigöras som värme?
- (b) Vid reaktionerna utsänds gammastrålning. Apparaten 2 cm tjocka blyskydd kan antas absorbera ungefär hälften av denna strålning. Hur stor stråldos kan man misstänka att åskådarna på bilden nedan får per timme? Dosen 5 Sv brukar anses vara dödlig.



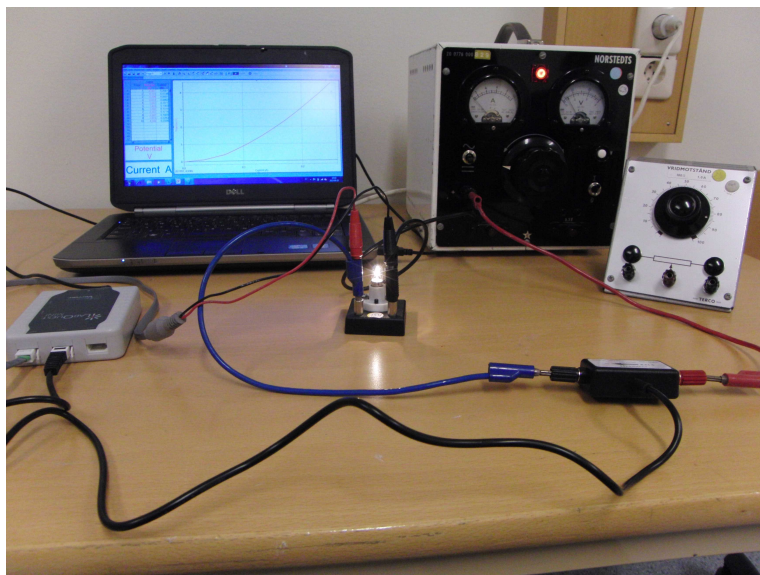
Bild tagen från <http://ecat-news.com>

Relevanta nuklidmassor (från <http://atom.kaeri.re.kr/ton/index.html>):

${}^1\text{H}$	1,0078250 u
${}^{58}\text{Ni}$	57,9353479 u
${}^{59}\text{Ni}$	58,9343516 u
${}^{59}\text{Cu}$	58,9395041 u

<sup>1</sup>Problemet bygger på en uppsats i Kosmos 2012 av Peter Ekström.

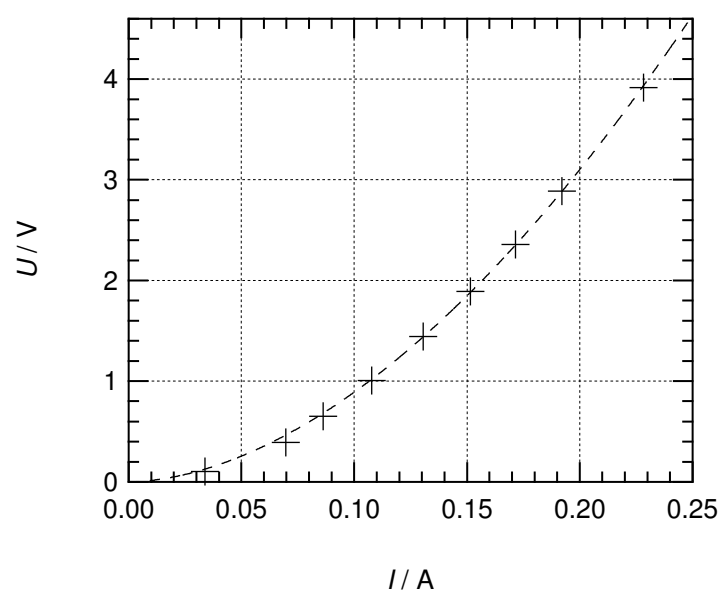
6. Sambandet mellan spänningen över och strömmen genom en glödlampa registrerades med den avbildade utrustningen.



Diagrammet nedan visar mätdata tillsammans med en anpassning till en potensfunktion

$$U = aI^b,$$

där  $a = 56,2$  och  $b = 1,80$ .  $U$  är spänningen mätt i V, och  $I$  är strömmen mätt i A. Eftersom glödtrådens resistans ökar med temperaturen blir sambandet inte linjärt.



Använd resultatet för att undersöka hur resistansen hos lampan beror av temperaturen.