

# WALLENBERGS FYSIKPRIS 2009

SVENSKA FYSIKERSAMFUNDET

## Kvalificerings- och lagtävling

### Tävlingsuppgifter

Detta försättsblad skall du lämna in tillsammans med de lösta tävlingsuppgifterna.  
Riv loss det från uppgiftshäftet – behåll resten av uppgiftshäftet!

Fyll i uppgift om skola, namn och klass. Texta!

Skola: \_\_\_\_\_

Namn: \_\_\_\_\_ Klass: \_\_\_\_\_

Markera med ett kryss i respektive ruta de uppgifter du lämnat lösningar till. Du måste ha markerat minst 3 uppgifter för att kunna delta i tävlingen. Även en påbörjad men ej slutförd lösning kan ge poäng.

Uppgift	1	2	3	4	5	6	7	8
Lösning lämnad								

**Endast markerade uppgifter kommer att bedömas!**

---

Skrivtid: 5 timmar

Tillåtna hjälpmedel: Räknare (ej symbolhanterande), gymnasieformelsamling

- 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 din lösning lätt att följa!





# WALLENBERGS FYSIKPRIS

KVALIFICERINGS- OCH LAGTÄVLING

22 januari 2009

SVENSKA FYSIKERSAMFUNDET

1. På malmbanan mellan Kiruna och Narvik har man inköpt nya lok där el-maskinerna fungerar både som motorer och generatorer. I en artikel från [www.fremover.no](http://www.fremover.no), där man beskriver delsträckan Riksgränsen-Narvik (Ofofbanan) som en evighetsmaskin, går att läsa följande:

## Evighets- maskinen

**lore-lokene som kjører malm mellom Kiruna og Narvik er kjipe på strømmen.**

Publisert 02.08.2007 - 08:01

Det er mye mulig det koster mer å holde brødristeren din i gang enn å trekke et tog fra Narvik til Sverige. En sannhet med modifikasjoner, riktignok.

...

–Når togene er på toppen av “bakken” i Sverige og på vei ned mot Narvik, så har loket en hel haug med potensiell energi, forklarer overingeniør i Jernbaneverket, Steinar Danielsen.

Og med de nye togene går det omsider å utnytte energien togene genererer på vei ned langs Ofofbanan - en tanke som har vært tenkt siden 1930-årene.

–De elektriske motorene fungerer som generatorer, som gjør at malmtog kan levere strøm tilbake til kontakledningen, forklarer Steinar Danielsen.

På alle nyere tog er systemet innebygd, men ikke alle togbaner har samme unike situasjon som Ofofbanan.

–Togene kommer jo fullastet inn i Norge, altså på toppen og tunge, mens de kjører tilbake til Sverige tomme og lette, forklarer Steinar Danielsen.

–På grunn av vekten på togene og høydeforskjellen fra Riksgränsen og ned til Narvik, greier et tog på tur ned å produsere røft regnet samme mengde strøm et tog på vei opp bruker, utdyper Steinar Danielsen.

Av artikeln framgår att ett lastat malmtåg på nervägen till Narvik ger lika mycket energi till elnätet som ett olastat tåg på väg upp förbrukar. Med hjälp av detta och nedanstående data kan man beräkna det rörelsemotstånd som verkar på ett malmtåg om man antar att rörelsemotståndet hela tiden är en konstant,  $k$ , gånger tyngden (så att rörelsemotståndet kan skrivas  $F_{\text{motst}} = k \cdot mg$ , där  $mg$  är malmtågets tyngd).

(a) Visa att energiförlusten på grund av rörelsemotstånd är  $2,29 \cdot k$  TJ på nervägen och  $0,58 \cdot k$  TJ på oppvägen.

(b) Beräkna konstanten  $k$ .

Ett malmlök väger 180 ton. En malmvagn väger lastad 100 ton och olastad 20 ton.

Ett malmtåg består av två lok och 52 vagnar.

Sträckan Riksgränsen–Narvik är 42 km lång och höjdskillnaden är 0,52 km.

Verkningsgraden hos ellokets motor är 90 %.

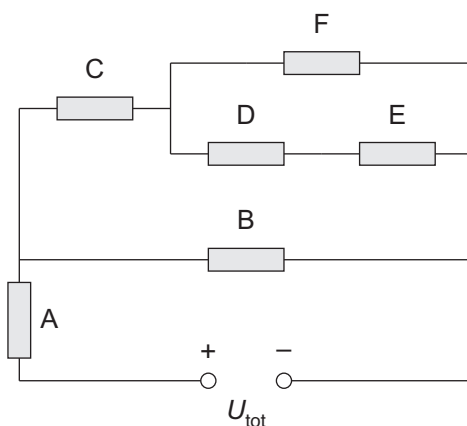
Verkningsgraden hos ellokets generator med omformare antas vara 88 %.

2. Följande observationer görs i ett kök:

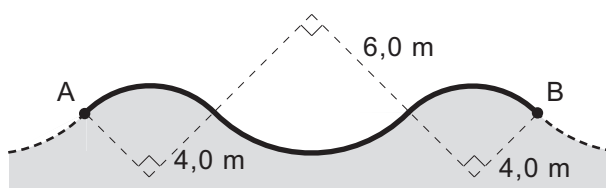
Det tar 12 s att fylla ett vattenglas med vatten från kranen  
Vattenstrålen har diametern 8 mm uppe vid munstycket och  
diametern 4 mm nere vid köksvaskens botten  
Vattenglasets rymmer 3,3 dl  
Avståndet mellan kökskranens munstycke och vaskens botten är 24 cm

Ur detta kan ett värde på tyngdaccelerationen  $g$  bestämmas. Vilket värde får man?

3. Sex resistorer, A, B, C, D, E respektive F, är kopplade till en spänningskälla enligt figur. Resistorerna är avpassade så att effektutvecklingen i alla resistorer är lika stor. Man vet att  $R_B = 0,100 \text{ k}\Omega$  och att den pålagda spänningen,  $U_{\text{tot}}$ , är 72 V. Bestäm resistansen i de övriga resistorerna samt den uttagna strömmen från spänningskällan.



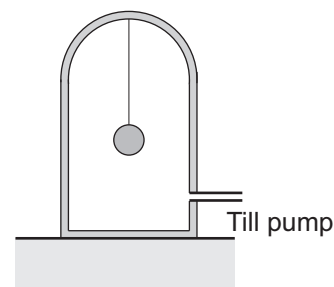
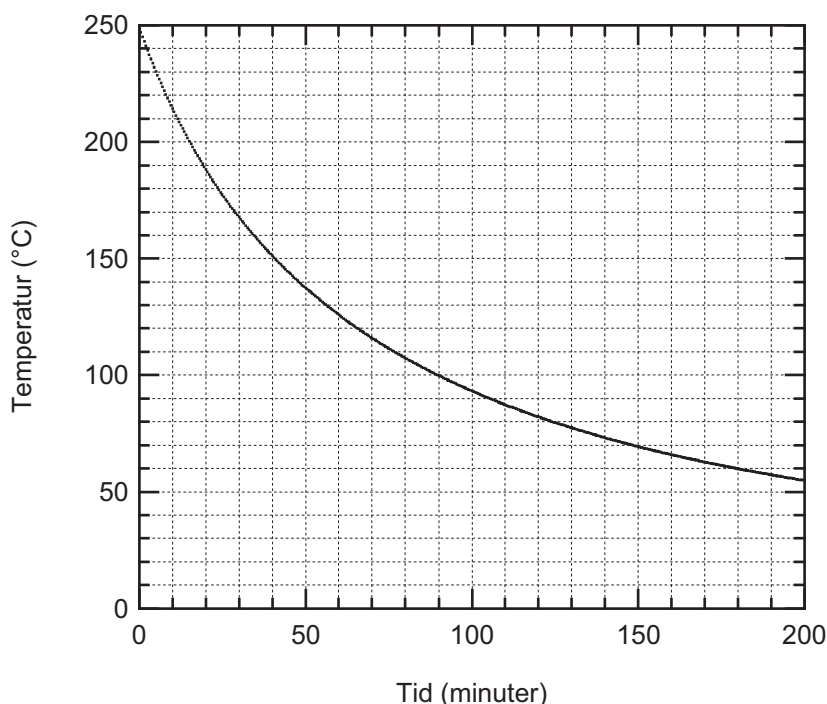
4. Vid de olympiska spelen i Peking förra året var BMX-cykling för första gången med på programmet. En BMX-bana innehåller en mängd gupp, både enstaka och i grupper. Den tävlande kan ha två olika taktiker när ett dubbelgupp ska passeras: Antingen hålla hög fart så att båda guppen tas i ett hopp eller hålla så låg fart att cykeln har markkontakt hela tiden. I denna uppgift ska du beräkna den tidsvinst man gör genom att flyga över de två guppen (från A till B) i jämförelse med att ha största möjliga *konstanta* hastighet utan att man lämnar vägbanan i någon punkt.



Vid beräkningarna betraktar du cyklisten som punktformig. Utgå från att banprofilen kan beskrivas med två kvartscirklar med radien 4,0 m och däremellan en kvartscirkel med radien 6,0 m, som i figuren ovan.

5. *Emissivitet* (gråhet) är en materialegenskap som beskriver ett materials temperaturstrålningsförmåga. Ett materials emissivitet är förhållandet mellan materialets emittans (utstrålningsförmåga), det vill säga utstrålad effekt per areaenhet) och en svart kropps emittans.

I ett försök att bestämma emissiviteten för koppar användes ett kopparklot med massan 2,32 kg. Klotet värmdes till ca 600 °C och hängdes upp i en tunn tråd i en kammare tillsammans med en temperaturgivare vars mätpunkt var fastsatt på klotets yta. Kammaren slöts och luften pumpades ur. Klotets temperatur mättes som funktion av tiden enligt nedanstående graf. Kammarens yta hölls hela tiden vid temperaturen 20 °C. Vilket värde på emissiviteten för koppar kan beräknas från experimentet? Du kan anta att temperaturminskningen (per tidsenhet) i varje tidsögonblick är lika stor på ytan av klotet som inuti.



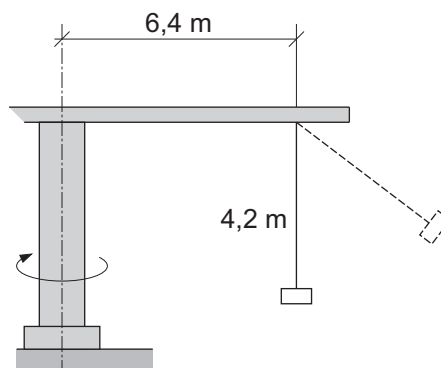
6. En solig vårdag låter man ljuset strila in i ett rum genom en öppning i en mörkläggningsgardin. Man placerar ett gitter i öppningen vinkelrätt mot solstrålarna och på en skärm 1,3 m bakom gittret markeras kl. 12.53 läget av den ljusstrimma som syns där.

Efter några minuter syns ett spektrum på skärmen vars gula färg befinner sig på det markerade stället kl. 13.17. Klockan 13.21 befinner sig en röd färg vid denna markering. Något senare, kl. 13.34, syns en grön färg vid markeringen. Vilken färg kan ses vid markeringen kl. 13.50?

Olika ljusvåglängders motsvarigheter i färger (ungefärliga värden)

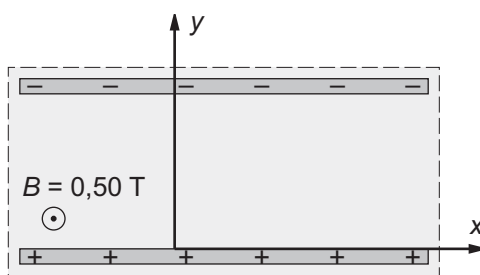
Färg	Våglängd (nm)
Violett	400 – 420
Blått	420 – 480
Grönt	480 – 560
Gult	560 – 610
Rött	610 – 750

7. Att åka slänggunga är en upplevelse. I var och en av de vajrar som håller dig svävande när du åker runt induceras en varierande elektrisk spänning mellan ändpunkterna eftersom vajrarna rör sig i jordens magnetfält.



På Liseberg i Göteborg roterar slänggungan med 11 varv per minut. Mellan vilka värden varierar den elektriska spänningen mellan en vajers båda ändpunkter om vajern är infäst 6,4 m från rotationscentrum och dess längd är 4,2 m? Jordens magnetfält har flödestätheten  $50 \mu\text{T}$  och inklinationen (vinkeln mellan flödeslinjerna och horisontalplanet) är  $70^\circ$ . Du kan anta att slänggungan vid rotationen rör sig i en horisontell cirkelrörelse.

8. Figuren nedan visar ett område med ett magnetfält riktat vinkelrätt ut ur pappret. Den magnetiska flödestätheten är  $0,50 \text{ T}$ . Vinkelrätt mot papprets plan finns två parallella uppladdade plattor. Det homogena elektriska fältet mellan plattorna har styrkan  $1,0 \text{ MV/m}$ . Vid origo frigörs en proton från vila. Protonen kommer ursprungligen att röra sig mot den negativa plattan. Efter ett tag vänder den dock tillbaka till den positiva plattan.



Hur långt i y-led kommer protonen innan den vänder? Vilken hastighet har protonen i vändläget?