

# WALLENBERGS FYSIKPRIS 2013

## 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 24 januari 2013)

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

24 januari 2013

SVENSKA FYSIKERSAMFUNDET

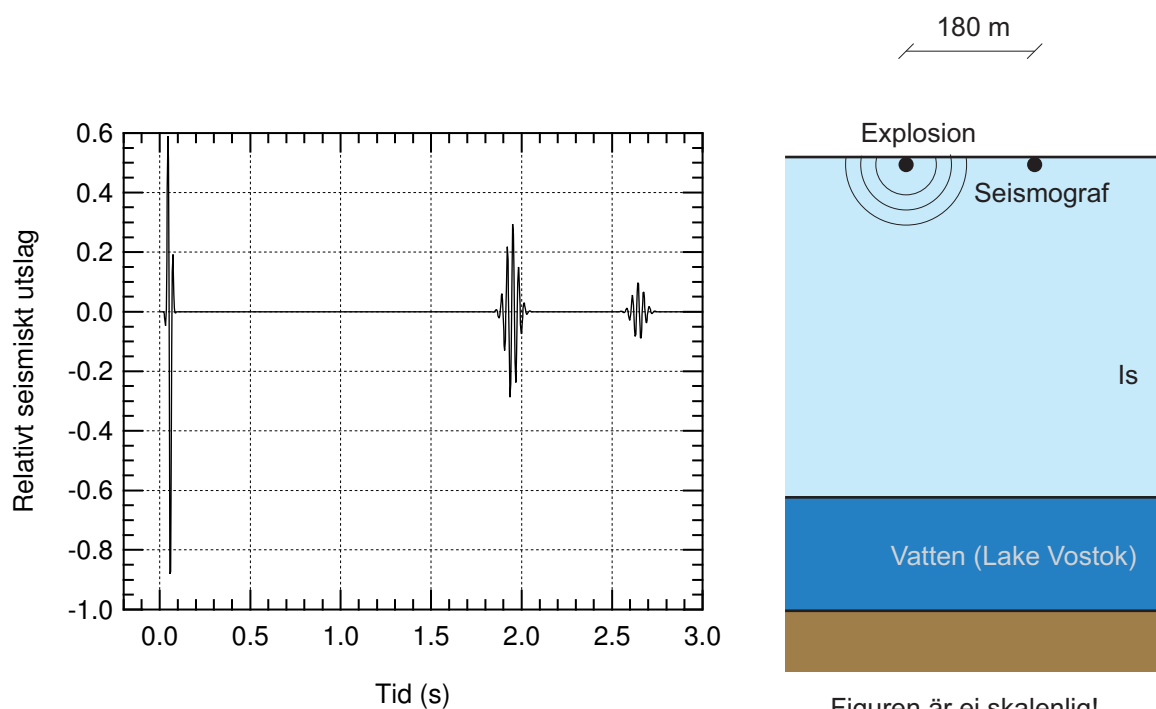
1. (1) Lake Vostok ligger under Antarktisk istäcke. Sjön, som är en av världens största, är biologiskt intressant för att studera hur liv kan utvecklas i extremt isolerade miljöer. I februari 2012, under den antarktiska sommaren, lyckades ryska forskare för första gången borra sig ned till sjön.

För att upptäcka sjön och undersöka dess geometri har bland annat seismiska metoder använts. En explosion skapar då tryckvågor i isen och vattnet som sedan registreras av en seismograf nedsänkt i isen.

Lake Vostok upptäcktes vid seismiska undersökningar 1959 och 1964. Vid en undersökning var det 180 meter mellan seismografen och explosionen. Bilden nedan visar en förenklad reproduktion av de seismiska data som erhöles. Den första detektionen vid seismografen skedde 55 ms efter explosionen.

(a) Beräkna istäckets tjocklek. Antag att ljudhastigheten i isen är lika stor i hela istäcket.

(b) Uppskatta sjöns djup. Antag att ljudhastigheten i vattnet är 1 500 m/s. Motivera eventuella approximationer som du gör. Brytningseffekter i gränssytor kan försummas.



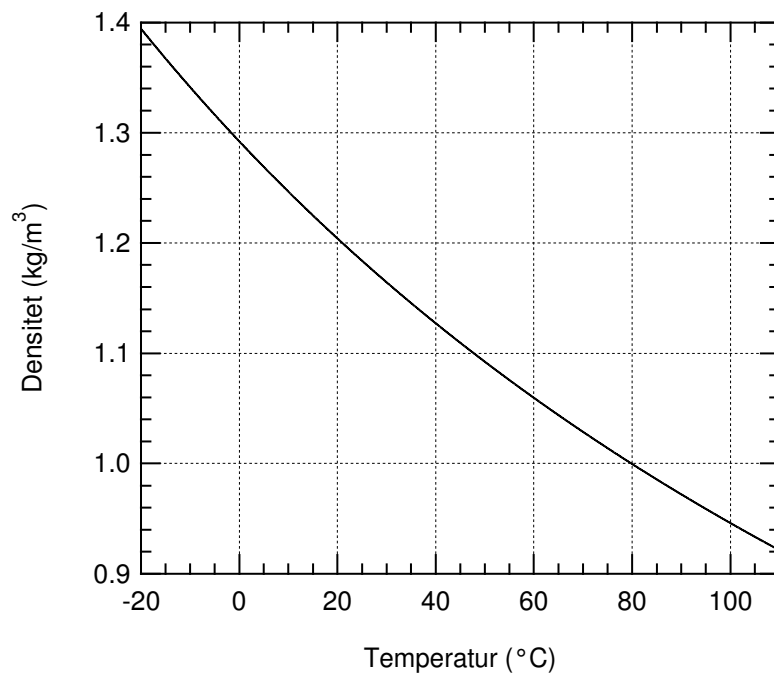
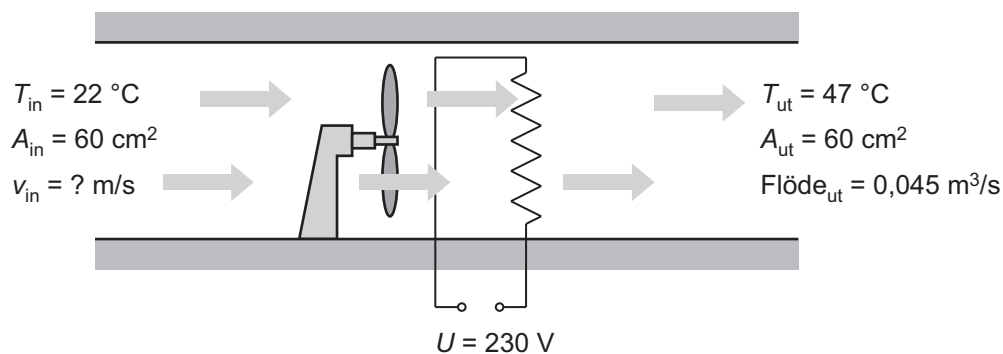
Figuren är ej skalenlig!

2. (1) Ett företag ska producera en ny hårtork. En hårtork kan betraktas som en cylinder vilken innehåller ett elektriskt värmelement och en liten fläkt (se figuren nedan). Värmeelementet kopplas till vägguttagets 230 V. Fläkten drar in kall luft med temperaturen 22 °C, vilken passerar värmeelementet och värms upp.

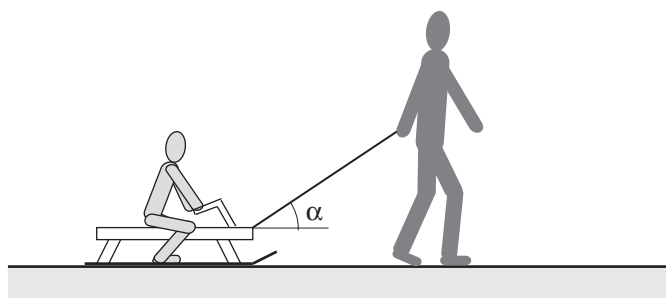
En studie visar att de flesta konsumenter föredrar en temperatur på behagliga 47 °C och ett flöde på 0,045 m<sup>3</sup>/s på den varma luft som hårtorken avger. Studien visar även att en behändig storlek på tvärsnittsarean är 60 cm<sup>2</sup>.

(a) Bestäm värmeelementets resistans,  $R$ , för att hårtorken ska kunna tillgodose konsumenternas krav. Du kan bortse ifrån värmeförluster via cylinderns väggar. Till din hjälp har du diagrammet nedan, vilket visar hur luftens densitet varierar med dess temperatur.

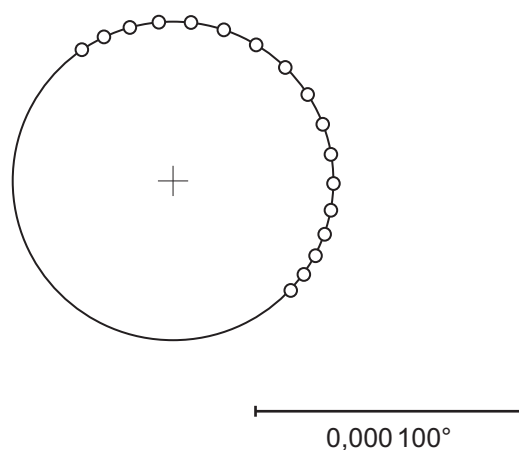
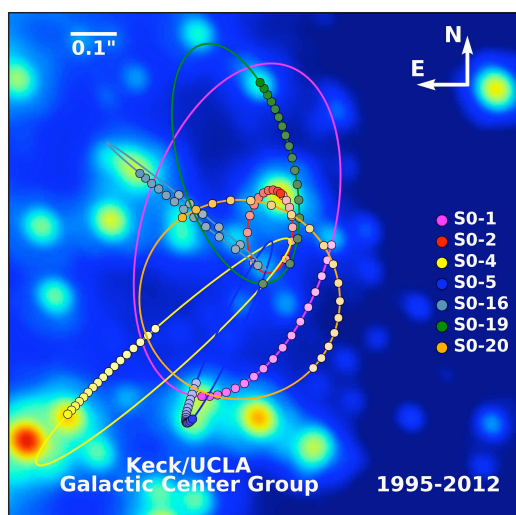
(b) Bestäm farten på den kalla luften som fläkten suger in.



3. (1) Marie ska dra sin lillebror på en kälke. Kälken med lillebror har tyngden  $0,30 \text{ kN}$ . Om Marie drar med en horisontell kraft på  $0,10 \text{ kN}$  kommer kälken att röra sig med konstant fart. Marie märker att om hon drar i dragsnöret i en annan vinkel mot marken behöver hon inte använda lika stor kraft för att kälken ska röra sig med konstant fart.
- (a) Rita en kraftfigur som visar de krafter som verkar på kälken med lillebror.
- (b) Bestäm den vinkel som minimerar kraften och beräkna det minsta värdet på kraften.
- (c) Visa att vinkeln som minimerar kraften är lika stor oberoende av lillebror och kälkens tyngd.



4. (B) I Vintergatans centrum roterar stjärnor runt ett objekt, Sgr A\*, som inte lyser med synligt ljus och som tros vara ett massivt svart hål. En amerikansk forskargrupp har sedan 1990-talet följt flera stjärnors rörelse runt Sgr A\*. Figuren nedan till vänster visar dessa stjärnors positioner vid tidpunkter med ett års mellanrum.<sup>1</sup> Till höger visas en förenklad bild för stjärnan S0-20. Med hjälp av skalstreckket kan vinkeln mellan två objekt på den avbildade delen av stjärnhimlen bestämmas.



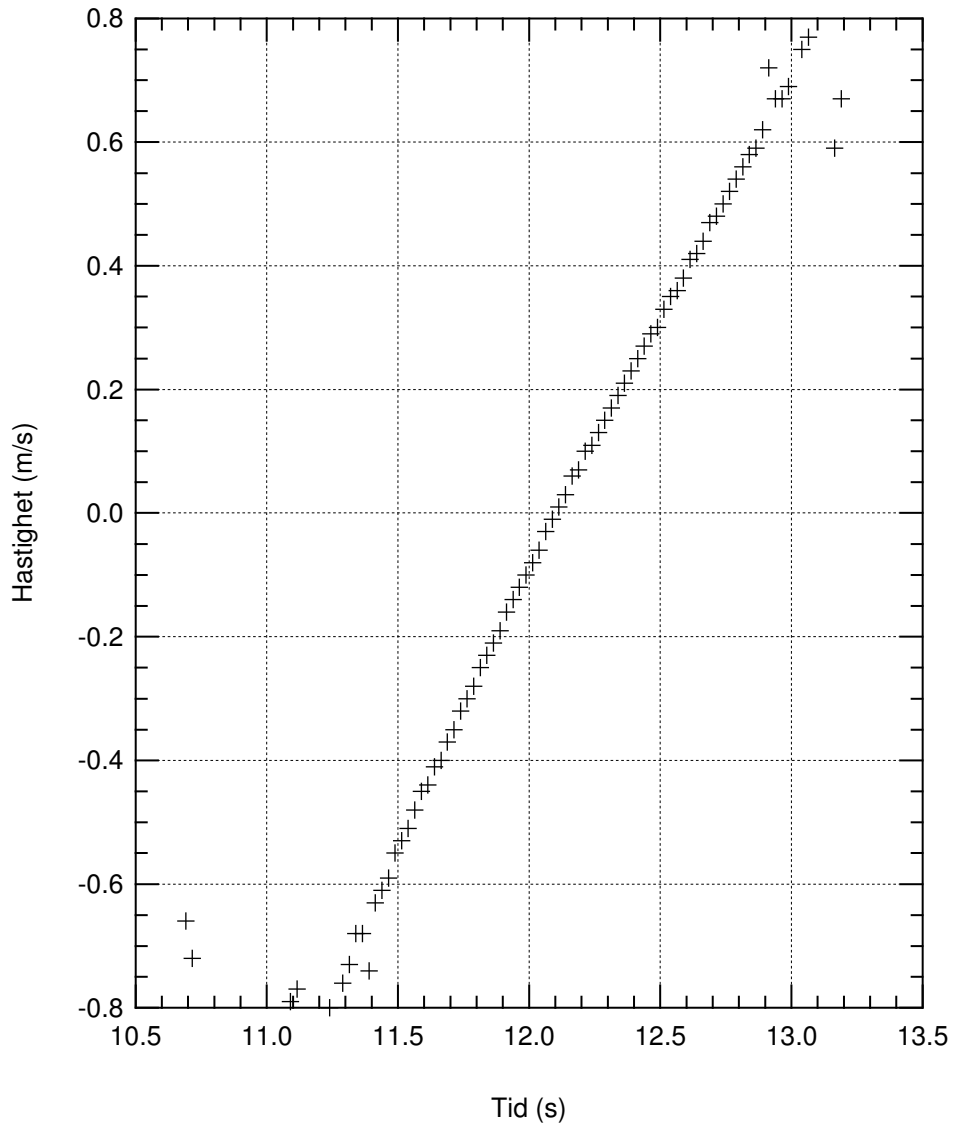
Uppskatta det svarta hålets massa. Svara i solmassor (solen har massan  $1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ ).

Avståndet från solen till Vintergatans centrum är svårsmänt men du kan räkna med att det är  $27 \cdot 10^3$  ljusår.

Vilka felkällor kan tänkas finnas i din bestämning av det svarta hålets massa?

<sup>1</sup>Bilden är gjord av Prof. Andrea Ghez och hennes forskningsgrupp vid UCLA och är baserad på mätningar gjorda med W. M. Keck-teleskopen.

5. (1) En vagn med massan 0,50 kg sattes i rörelse uppför ett lutande plan med lutningsvinkeln  $5,2^\circ$ . Vagnens rörelse registrerades med hjälp av en lägesgivare kopplad till en dator. I diagrammet nedan visas  $v-t$ -grafen för vagnens rörelse. Bestäm med hjälp av diagrammet storleken av motståndskraften på vagnen och ett värde på tyngdaccelerationen.



6. (B) Infraljud med frekvenser på 6,8 Hz upplevs som väldigt obehagligt och kan användas som ljudskydd. Smärtgränsen för ljud är cirka  $10 \text{ W/m}^2$  för alla frekvenser.

På en öppen slätt utanför sin lantegendom har världens slugaste skurk bestämt att det ska stå två högtalare 150 meter från varandra. Högtalarna är kopplade i fas till samma spänningskälla som ger en signal med frekvensen 6,8 Hz. Då högtalarna opererar ensamma ger de ljudnivån 160 dB på avståndet 2,0 meter. Ljud avges likformigt i alla riktningar runt vardera högtalare.

Världens fiffigaste agent har fått i uppdrag att närma sig anläggningen för att förstöra högtalarna. Högtalarna är kopplade så att om en av högtalarna slås ut tystnar också den andra. För att slå ut en av högtalarna måste agenten komma närmare än 50 meter ifrån den.

Du är agentens skyddsombud och ska undersöka om agenten kan klara uppdraget utan att röra sig i områden där ljudnivån överstiger smärtgränsen. Kommer agenten att klara uppdraget inom skyddsombudets rekommendationer? Och hur ska i så fall uppdraget utföras?

Kompletterande formelsamling: En ljudvågs intensitet kan beräknas enligt

$$I = \frac{A^2}{2\rho v},$$

där  $A$  är ljudvågens (tryck-) amplitud,  $\rho$  är mediets densitet och  $v$  är ljudhastigheten (antas här vara 340 m/s).