

# WALLENBERGS FYSIKPRIS 2011

## Tävlingsuppgifter (Kvalificerings- och lagtävlingen)

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 27 januari 2011)

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!





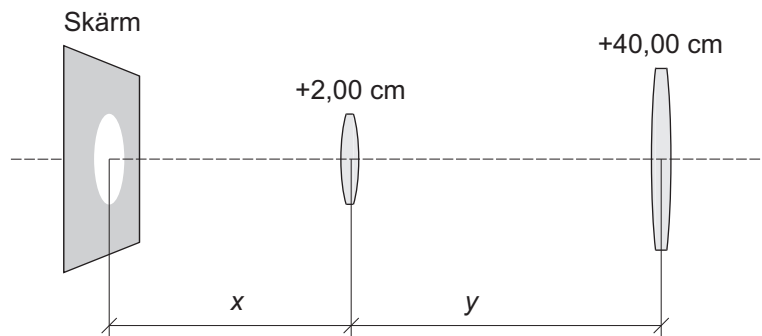
# WALLENBERGS FYSIKPRIS

KVALIFICERINGS- OCH LAGTÄVLING

27 januari 2011

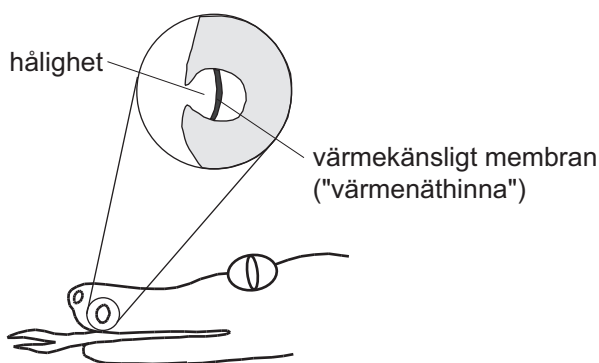
SVENSKA FYSIKERSAMFUNDET

1. (A) Den sportintresserade familjen tittar på simhoppstävlingar på TV. En säger: “Har ni lagt märke till att de kan göra lika många volter när de hoppar från 3-meterssvikten som när de hoppar från 10 meter?” “Beror inte det på att de hoppar upp från svikten” säger dottern som går i gymnasiet. “Kan det inte vara så att simhopparen är i luften lika länge i de båda fallen?”
- (a) Uppskatta hur lång tid en simhoppare som hoppar från 10 meter är i luften.
- (b) Med vilken fart behöver en simhoppare hoppa upp från 3-meterssvikten för att vara i luften lika länge som när hon/han hoppar från 10 meter?
- (c) Hur högt ska en simhoppare hoppa upp från 3-meterssvikten för att vara i luften lika länge som när hon/han hoppar från 10 meter?
2. (A) Om man vill studera solytan, till exempel solfläckar, kan man avbilda solen på en skärm.



Din uppgift är att designa ett sådant solteleskop. Till förfogande har du två linser med brännvidderna  $f_1 = +40,00$  cm respektive  $f_2 = +2,00$  cm. Du vill på skärmen ha en bild av solen som har diametern 10,0 cm. Solen upptar en synvinkel om  $0,53^\circ$ . Beräkna avstånden  $x$  och  $y$ .

3. (B) En del ormar har värmekameraliknande sinnesorgan som gör att de kan känna värmestrålningen från bytesdjur. Ett sådant "värmeöga" sitter längst fram på ormen och består av en hålighet liknande en liten lådkamera. I håligheten finns ett tunt membran som delar av håligheten i två delar. Membranet fungerar som en slags "värmenäthinna". Membranet är värmeisolerat från resten av kroppen eftersom det är omgivet av luft i håligheten. Vidare har det liten massa vilket gör att responstiden blir liten.



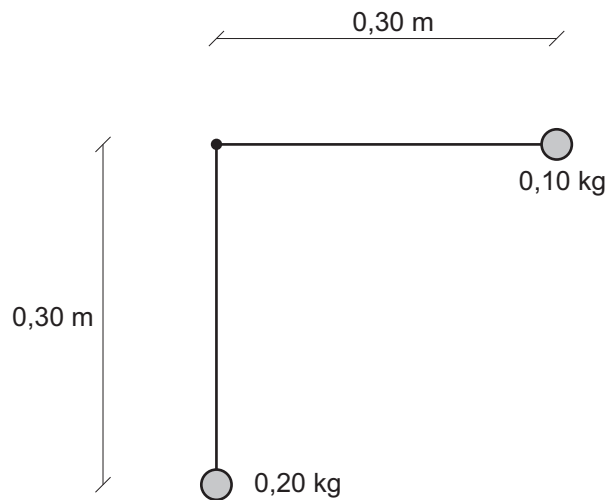
Beräkna temperaturhöjningen i värmenäthinnan om en orm tittar på en liten mus under tiden 0,5 s under följande förutsättningar:

- Musen har formen av ett klot med radien 3 cm.
- Musen befinner sig 10 cm från ormens värmeöga.
- Musen har temperaturen 290 K och emissiviteten 0,7.
- Bakgrunden har temperaturen 280 K, emissiviteten 0,6 och antas befinna sig på samma avstånd som musen.
- Öppningen till ormens värmeöga har diametern 3 mm.
- Det område på värmenäthinnan som träffas av strålning från musen och värms upp är lika stort som öppningen (det vill säga har diametern 3 mm).
- Värmenäthinnan är 0,1 mm tjock och kan antas ha samma specifika värmekapacitet och densitet som vatten.

Kommer temperaturhöjningen att vara större än värmenäthinns termiska upplösningsförmåga, som är ungefär  $\pm 3$  mK (B. Ahlborn, *Zoological Physics* (Springer, 2006), s. 284)?

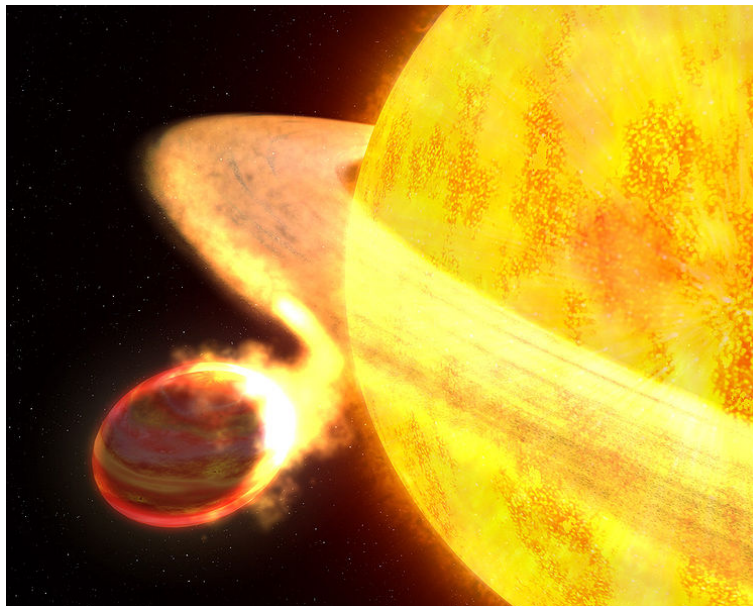
Ett föremåls *emissivitet* är förhållandet mellan föremålets emittans (utstrålningstäthet, det vill säga utstrålad effekt per areaenhet) och en svart kropps emittans.

4. (A) En pendel har satts samman av två små vikter med massorna 0,10 kg och 0,20 kg som sitter på två tunna och stela stänger som bildar vinkeln  $90^\circ$ . Stängernas längd är 0,30 m. Pendeln släpps från läget då stängen, som den lättare vikten är fäst i, är horisontell.



Bestäm vikternas största fart.

5. (B) Förra året vann Mikael Ingemyr från Rymdgymnasiet i Kiruna ett forskningsstipendium till MIT vid tävlingen Utställningen Unga Forskare, där han deltog med sitt projektarbete om exoplaneten WASP-12b. En exoplanet är en planet som kretsar kring en annan stjärna än solen.



En konstnärs bild av exoplaneten WASP-12b och stjärnan WASP-12 (från Wikipedia).

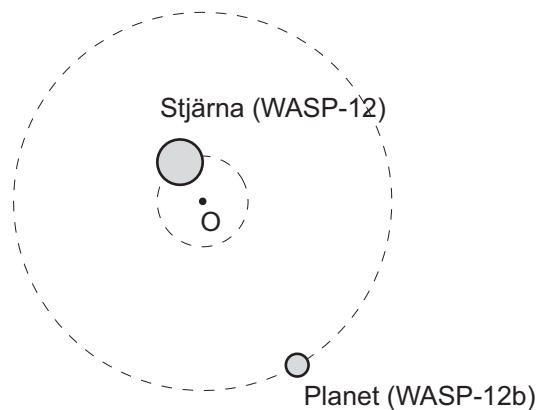
Tidigare undersökningar av stjärnan WASP-12 har gett följande resultat:

Medelradie	$1,10 \cdot 10^9$ m
Massa	$2,57 \cdot 10^{30}$ kg
Avstånd från solsystemet	871 ljusår

Metoden som Mikael använde för att detektera WASP-12b var den så kallade passagemetoden, vilken går ut på att man mäter hur mycket en stjärnas ljusstyrka minskar om en planet i omloppsbanan passerar framför den och delvis förmörkar den. År 2009 hade Mikael observationstid på det Nordiska Optiska Teleskopet (2,6 m) på La Palma, Kanarieöarna, där han under natten den 6–7 december kontinuerligt mätte stjärnan WASP-12:s ljusstyrka. Efter behandling av observationsdata såg han att stjärnan under några timmar hade blivit 1,6 % mörkare.

(a) Bestäm exoplanetens radie.

Exoplaneten och stjärnan rör sig i varsin bana runt en punkt O (deras gemensamma masscentrum). För att förenkla beräkningarna kan man anta cirkulära banor. Figuren nedan visar schematiskt de två kropparnas lägen vid någon tidpunkt (stjärnans banradie är kraftigt överdriven).



(b) Visa att

$$\frac{m}{M} = \frac{V}{v},$$

där  $m$  är planetens massa,  $M$  är stjärnans massa,  $V$  är stjärnans banhastighet och  $v$  är planetens banhastighet.

(c) Ur mätningar av ljuset från stjärnan med spektrografen SOPHIE kan man beräkna stjärnans banhastighet till 230 m/s och period till 1,09 dygn (mätmetoden bygger på att emissionslinjer dopplärförskjuts när stjärnan rör sig mot eller från oss på jorden). Bestäm utifrån detta exoplanetens massa och medeldensitet.

6. (B) En stavmagnet, med måtten  $94 \times 20 \times 8$  mm, har magnetiska flödeslinjer enligt figuren nedan (en större bild finns på nästa sida). Magnetens släpps genom en platt spole med 320 varv. I spolen induceras då en spänning,  $e$ , som registreras. Diagrammet nedan visar mätresultat från ett sådant försök.

(a) Hur stor är stavmagnetens flödestäthet omedelbart utanför dess ena kortsida?

En del av magnetens lägesenergi kommer att omvandlas till elektrisk energi i spolen. I vårt försök är denna del försumbar.

(b) Bestäm magnetens fart  $v_1$  när dess framkant passerar spolens plan, samt dess fart  $v_2$  när dess bakkant passerar spolens plan.

(c) Visa, såväl experimentellt som teoretiskt, att

$$\frac{v_2}{v_1} = -\frac{e_2}{e_1},$$

där  $e_1$  är den inducerade spänningen när farten är  $v_1$ , och  $e_2$  är den inducerade spänningen när farten är  $v_2$ .

