



Månadens problem – Så går det till

Månadens problem riktar sig till elever på gymnasiet som läser fysik, och är en möjlighet att arbeta med problemlösning i grupp. Dessutom kan man vinna biobiljetter! Månadens problem arrangeras av lektorsgruppen inom undervisningssektionen i Svenska Fysikersamfundet.

- Månadens problem läggs ut på Svenska fysikersamfundets hemsida den **första måndagen varje månad** (www.fysikersamfundet.se/manadens-problem).
- Man får arbeta i lag med att lösa månadens problem. I ett lag får man maximalt vara fyra personer.
- Lösningar (fullständiga och välmotiverade) skickas per post till

Månadens problem
Mattias Andersson
S:t Petri skola
Fersens väg 1
211 42 Malmö

och skall vara poststämplade senast **fredagen påföljande vecka**.

Det bästa är om en lärare på skolan skickar in samtliga bidrag från en skola, men ett lag kan också skicka in sin lösning direkt.

- Alla inkomna bidrag rättas i slumpmässig ordning. Först rättade lösningen med full poäng vinner biobiljetter till alla i laget, dock maximalt 4 stycken biljetter per lag.

Månadens vinnare presenteras tillsammans med ett lösningsförslag på Wallenbergs fysikpris-hemsidan den fjärde måndagen i månaden. Om någon inte vill ha sitt namn publicerat, så skriv detta i lösningarna.

Biobiljetter skickas enbart till en lärare på skoladress, så det är viktigt att en lärares adress anges på lösningarna.

- Lösningar skickas ej tillbaka (rättningsresurserna är begränsade).

Lycka till!

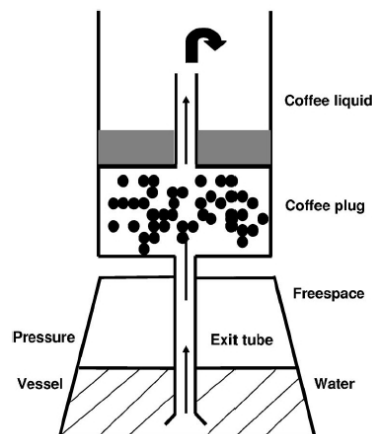


Månadens problem – JANUARI 2017



Figur 1. Bild från bakeanything.com.

Så här i vinterkylan kan det vara gott med en liten kopp kaffe, varför inte en espresso. Ett mycket enkelt sätt att brygga sig en kopp är att använda sig av en så kallad mokabryggare. Vid en första anblick är principen enkel: Man fyller nedre behållaren med vatten, fyller filtret i mitten med kaffepulver som trycks till lite, skruvar på den övre behållaren, och sätter sen hela bryggaren på spisen. Efter en liten stund på en varm spisring börjar det komma upp väldoftande kaffe i den övre behållaren.



Figur 2. Bild från artikeln i fotnoten på nästa sida.

a) Förklara kortfattat med hjälp av figuren ovan hur det kommer sig att kaffe börjar fyllas i den övre behållaren.

b) För att det hela ska fungera måste det finnas luft i den nedre behållaren¹. Totala gastrycket i den nedre behållaren ges av

$$p_{\text{tot}}(T) = p_{\text{luft}}(T) + p_{\text{ånga}}(T) \quad (1)$$

Både lufttrycket och ångtrycket beror på temperaturen. (För enkelhetens skull antar vi att hela bryggaren har samma temperatur.) Luften kan man betrakta som en ideal gas, men ångtrycket för vattenånga får man slå upp.

Temperatur/°C	Ångtryck/kPa
20	2,3388
30	4,2455
40	7,3814
50	12,3440
60	19,9320
70	31,1760
80	47,3730
90	70,1170
100	101,3200

Figur 3. Ångtryck för vatten. Källa: [Wikipedia](#).

Efter att bryggaren förberetts med vatten och kaffepulver, men innan den sätts på spisen, så är temperaturen 20°C och totala trycket uppmäts till 102,2 kPa. *Bestäm luftens partiella tryck $p_{\text{luft}}(20)$ i nedre behållaren.*

c) Använd ideala gaslagen till att visa att luftens partiella tryck $p_{\text{luft}}(T)$ vid olika temperaturer kan skrivas som

$$p_{\text{luft}}(T) = p_{\text{luft}}(T_0) \cdot \frac{V_0 \cdot T}{T_0 \cdot V} \quad (2)$$

där index 0 indikerar att det är startvärdet, i vårt fall att de gäller då temperaturen är 20°C.²

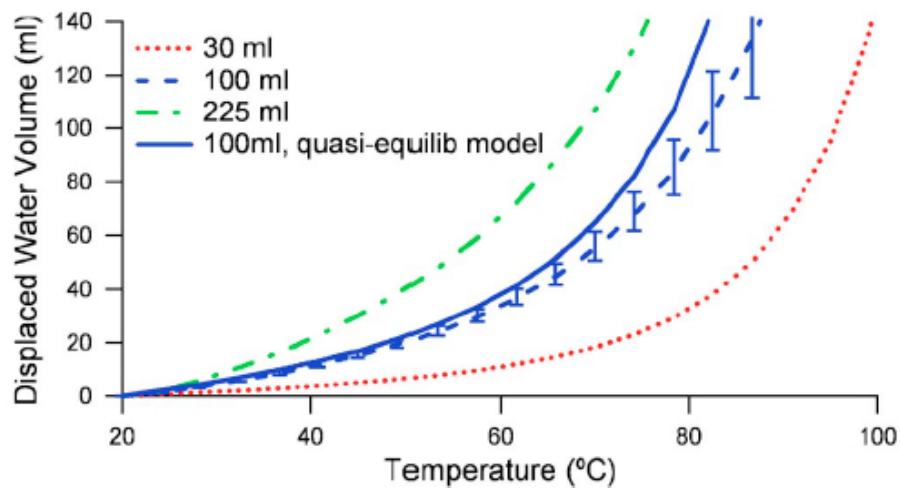
d) När temperaturen ökar kommer vatten att pressas upp i röret. Figur 4 på nästa sida visar hur mycket av vattnet pressats upp. De olika kurvorna representerar olika mycket luft (V_0) i nedre behållaren när bryggaren förbereds. *Vid vilken temperatur börjar kaffet fylla den övre behållaren i bryggaren*, om det fanns 100 ml luft i nedre behållaren (streckade linjen)? Vattnet måste först fylla röret hela vägen upp, inklusive utrymmet med kaffepulver, totalt 48 ml.

e) Med en uppvärmningshastighet på 10°C/min, efter hur lång tid har övre behållaren fyllts med tillräckligt med kaffe för två koppar, 100 ml? (Antag återigen att det fanns 100 ml luft i nedre behållaren från början.)

f) Vid kaffe-bryggning är den bästa vattentemperaturen 90°C – 95°C för att få största och fylligaste smaken. Vilken slutsats kan man dra angående kaffet från en mokabryggare?

¹Problemskaparen inspirerades av en artikel i American Journal of Physics: W. D. King, "The physics of a stove-top espresso machine," Am. J. Phys. **76**, 558-565 (2008)

²Kvoten V/V_0 kommer vara större än T/T_0 , så partiella trycket från luft kommer faktiskt att minska när temperaturen ökar. Men ökningen av ångtrycket kommer ändå att se till att totala trycket ökar.



Figur 4. Bild från artikeln i fotnoten på föregående sida. De olika kurvorna representerar olika volym V_0 . (Den heldragna blå linjen ignoreras, liksom felstaplarna.)