

Strömning

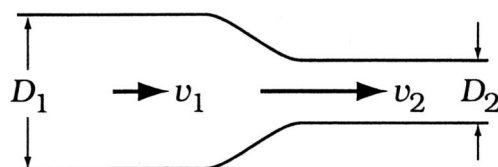
Förberedelser

Läs i "Fysik i vätskor och gaser" om *strömmande gaser och vätskor* (sid 141-160). Titta därefter genom utförandedelen på laborationen så att du vet vilka moment som ingår. Om du kommer tidigt till laborationen finns det möjlighet att välja vilken av de fyra uppgifterna som du vill göra.

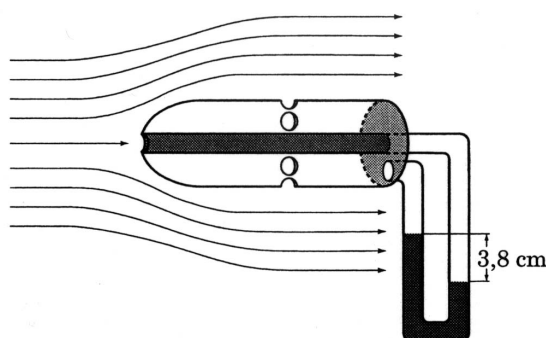
Gör följande uppgifter:

Varje laborant ska vid laborationens början lämna renskrivna lösningar till handledaren för kontroll.

1. En vätska strömmar med hastigheten v i ett rör med diametern D .
 - a) Uttryck volymflödet med hjälp av dessa storheter.
 - b) Skriv upp sambandet mellan v_1 , v_2 , D_1 och D_2 i figuren nedan.



2. Figuren nedan visar schematiskt ett mätinstrument som används för att mäta hastigheten för ett segelflygplan.



Den vänstra skänkeln i manometern står i direktförbindelse med cylindern som har hål på sidan. Planet flyger på höjden 1000 m. Vid mätningen är luftens tryck 89 kPa och temperatur 6 °C. Molmassan för luft är $29 \cdot 10^{-3}$ kg/mol.

- a) Beräkna luftens densitet på 1000 meters höjd.
- b) I manometern finns vatten. Höjdskillnaden mellan skänklarna är 3,8 cm. Beräkna segelflygplanets hastighet.

Svar: a. $1,11 \text{ kg/m}^3$ b. 26 m/s .

3. I ett horisontellt glasrör med innerdiametern 4,50 mm strömmar vatten. Det tar 70,7 s för 2,00 dm³ vatten att strömma genom röret. Vattnets densitet är 1,00·10³ kg/m³ och dess viskositet är 1,00·10⁻³ Ns/m².

a) Beräkna flödet i röret både i enheten 1 m³/s och i 1 liter/h.

b) Bestäm strömningshastigheten.

c) Beräkna Reynolds tal.

d) Är strömningen laminär?

Svar: **a)** 2,83·10⁻⁵ m³/s = 102 liter/h **b)** 1,78 m/s **c)** 8,00·10³

d) Nej, ty Reynolds tal > 2300.

4. En fontän ska spruta vatten rakt upp i luften. Fontänens mynningshål har diametern 1,0 cm och befinner sig 2,0 m ovanför den pump som driver fontänen. Pumpen driver ut vattnet med farten 2,5 m/s i ett rör med diametern 2,0 cm.

a) Vilket övertryck måste pumpen åstadkomma?

b) Hur högt ovanför mynningshålet når fontänens vattenstråle?

Svar: **a.** 66,5 kPa **b.** 5,1 m

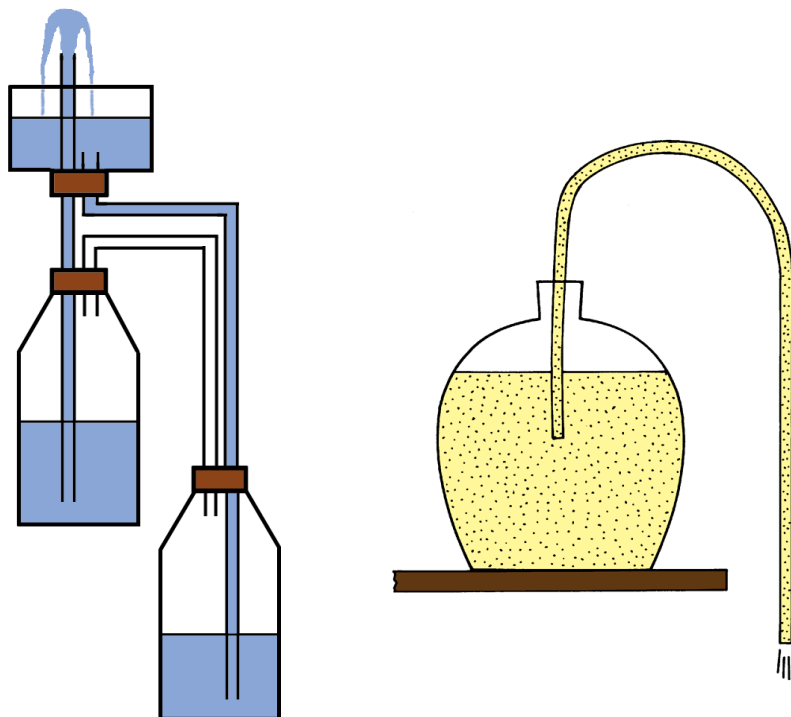
Utförande

Handledaren fördelar följande fyra uppgifter bland laboranterna. Du och din labkamrat skriver sedan en gemensam redogörelse för den uppgift ni genomfört. Redogörelsen ska läsas av ett annat laborationspar som ska göra en sk kamratgranskning. På samma sätt ska du och din labkamrat granska ett annat pars rapport. Vid granskningen ska ett protokoll fyllas i och lämnas in. Man kan med fördel använda granskningsprotokollet som hjälp när man skriver sin egen rapport!

Uppgift 1

Hérons fontän.

Hérons fontän består av tre vattenbehållare och ger upphov till en liten fontän som till synes fungerar utan energitillförsel. Det verkar alltså vid första anblicken som om Herons fontän är en evighetsmaskin! Se figuren. Hur fungerar Herons fontän? Vad händer när du höjer eller sänker den undre vattenbehållaren? Vad är det som bestämmer hur högt vattenstrålen kan nå? Kan fontänen hålla på och spruta hur länge som helst utan yttre påverkan?



Figur 1 Till vänster visas principen för Herons fontän. Fontänen drivs av tre vattenflaskor som är förbundna med dubbla rör. Till höger finns en sughävert som bara består av en plastslang.

Sughävert.

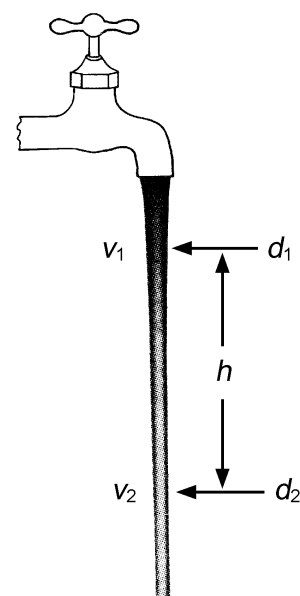
En sughävert består bara av en vätskefylld plastslang. Se figuren ovan. Hur fungerar en sughävert? Hur startar man en hävert? Vad händer när du höjer eller sänker slangens mynningshåll?

Vattenstråle från en kran.

Ställ in flödet från vattenkranen så att strömningen är laminär (virvelfri). Mät vattenstrålens diameter (d_1 och d_2) på två höjder och notera avståndet h mellan mätpunkterna. Se figuren.

a) Utnyttja Bernoullis ekvation för att beräkna flödet i vattenstrålen. Beräkna också de båda hastigheterna (v_1 och v_2) i vattenstrålen.

b) Bestäm flödet direkt genom att med stoppur mäta tiden det tar att fylla ett litermått. Jämför resultatet med det som Bernoullis ekvation ger.

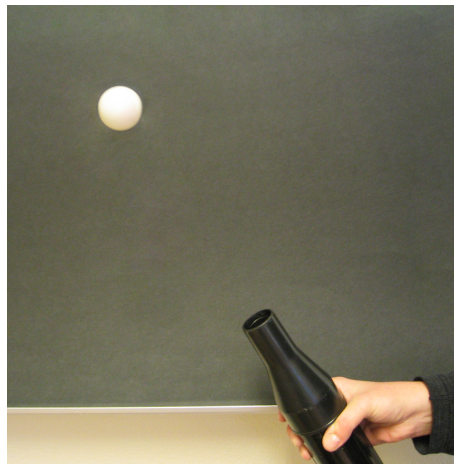


Uppgift 2

Boll i luftström

a) Håll en tratt lodrätt och lägg i en pingisboll i tratten. Blås luft från en kompressor genom tratten. Luta tratten. Varför blåser inte bollen ut ur tratten?

b) Låt luft från en kompressor strömma rakt upp. Fixera en pingisboll i luftstrålen. Vinkla luftstrålen. Pingisbollen kan då hållas fast i luftstrålens undre del. Förklara hur det fungerar.

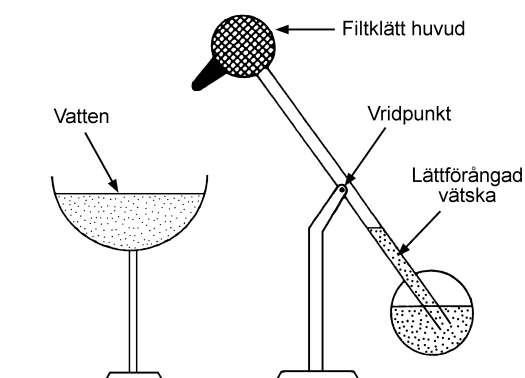


Strömningshastighet

Mät hastigheten hos luftströmmen från kompressorn med hjälp av en öppen vätskemanometer.

Den drickande fågeln.

Det finns en fascinerande leksak som kallas "den drickande fågeln". Den består av två behållare som är förbundna med ett glasrör, se figurerna. Den undre glasbehållaren ("kroppen") innehåller en lättförångad vätska av samma typ som används i kylskåp. Efter att ha doppat den filtklädda näbben i vattenglaset behöver man bara vänta några minuter sen "dricker" fågeln själv med jämna mellanrum.



- a)** Vilka är kretsprocessens två värmereservoarer?
- b)** Förklara hur leksaken fungerar.
- c)** Vissa dagar dricker fågeln oftare än andra, vad beror det på?
- d)** Vad är kretsprocessens ideala verkningsgrad om du betraktar den som en värmemaskin? Utnyttja den psykrometer som finns i laborationssalen för att få fram temperaturvärdena. Obs – uppgiften fortsätter på nästa sida!

e) Vad är kretsprocessens verkningsgrad η om den definieras som

$$\eta = \frac{\text{Nyttig energi}}{\text{Tillförd energi}}$$

Uppgift 3

Luftflödet från en hårtork.

Du ska försöka bestämma hur fort luften strömmar ut från en hårtork med hjälp av tre olika metoder. Hårtorkens har två fläkthastigheter med var sin värmeeffekt. Dessutom finns det en kalluftsknapp som kopplar ur värmeelementet. (En av laborationens hårtorkar har permanent urkopplat värmeelement, vilket motsvarar att den blå knappen hålls intryckt.)

- a) Använd en sopsäck och ett stoppur för att bestämma flödet ut från hårtorken. Beräkna därefter strömningshastigheten.
- b) Mät strömningshastigheten direkt med hjälp av ett venturirör.
- c) Mät effekten med och utan värmespiralen inkopplad och temperaturen i rummet respektive i luftströmmen. Beräkna därefter ett värde på flödet och strömningshastigheten.
- d) Vilka fördelar och nackdelar har de tre mätmetoderna?



Uppgift 4

Vattensug.

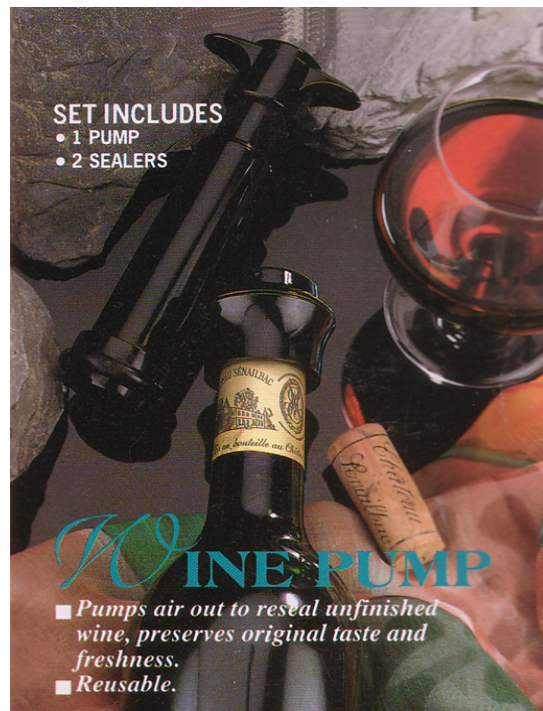
Förklara hur en vattensug fungerar. Vilket är det teoretiskt lägsta tryck som en vattensug kan åstadkomma?

Vakuumpump för vinflaskor.

Under rubriken "prylar du inte visste att du behöver" finns det en liten sugpump som (enligt reklamen) kan pumpa ut luften ur en halvt urdrucken vinflaska. Tanken är att vinet ska kunna förvaras utan att fördärvas genom kontakt med luften. Din uppgift är att bestämma hur lågt tryck som sugpumpen kan åstadkomma.

a) Sätt pumpen på en *tom* vinflaska och pumpa ut luften. Under vatten lossas backventilen ("vakuumkorken") och vattnet får strömma in i flaskan. Med hjälp av hur mycket vatten som strömmar in i flaskan ska du beräkna vad trycket var. Håll flaskan uppochnar med öppningen precis i vattenytan och markera (med ett gummi-band) hur högt vattnet stigit. Rita en figur över försöket så att det framgår hur du resonerar.

b) Om du använder en vattensug i stället vad blir då trycket i vinflaskan?

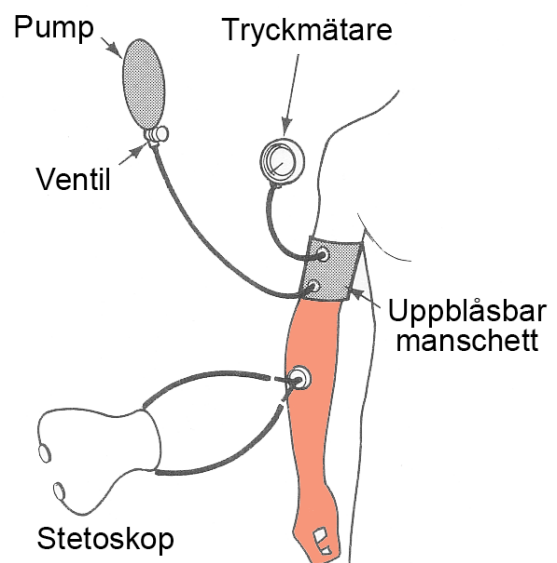


Mätning av systoliskt och diastoliskt blodtryck.

Använd en blodtrycksmanschett och ett stetoskop för att mäta upp systoliskt och diastoliskt tryck på varandra.

a) Beräkna det genomsnittliga statiska trycket i hjärthöjd (medelvärde av systoliskt och diastoliskt tryck).

b) I en artär nära hjärtat är strömningshastigheten 20 cm/s medan den i en artär i foten är ungefär 1,0 cm/s. Beräkna det statiska trycket i en artär i foten när du står rakt upp respektive ligger ner. Densiteten för blod är 1 059,5 kg/m³.



Bestämning av utströmningsräckvidd.

När man borrar sidohål i en vätskebehållare når den utströmmande vätskan olika långt ifrån behållaren innan den träffar bordsytan. Se figuren på nästa sida.

a) Om man försummar alla förluster ges vätskans utströmningshastighet v ur ett sidohål av

$$v = \sqrt{2gh}$$

där g är tyngdaccelerationen och h anger hur långt under vätskeytan som hålet finns. (Sambandet kallas för Torricellis teorem.) Härled ett matematiskt uttryck som visar hur långt en vätskestråle maximalt når.

Ledning: Kalla den totala vätskehöjden för H . Hur ser falltiden t för fritt fall ut som funktion fallhöjden, $H - h$?

b) Använd en perforerad petflaska eller motsvarande och mät upp vattenstrålens räckvidd. Stämmer experimentet med din teoretiska beräkning? Förklara eventuella skillnader.

