

Vakuutförsök med en vinpump som vakuumpump

En vinpump är en vakuumpump som skall användas för att ta bort luften ur en delvis tömd vinflaska för att innehållet inte skall försämrats så fort. Pumpen ger emellertid ett så bra vakuum att den är användbar för flera enkla vakuutförsök. Som vakuulkammare för en del av försöken kan användas en vakuumburk, en "Food Saver", från samma tillverkare. En enkel vakuulkammare kan tillverkas av en glasburk med plåtlock. Anvisningar för detta i avsnittet "Tillverkning".

När man undersökt vad som händer med föremål i vakuum blir man nyfiken på vad som händer när trycket i stället blir större än normalt lufttryck. Ett sådant experiment finns också i slutet av samlingen.



En vinpump med tillhörande proppar



Vakuumburk med pump

1. Marshmallows i vakuum

I en "Food Saver" eller en egentillverkad vakuumburk (se avsnittet "Tillverkning") hålls marshmallows och luften pumpas ut. Fyll burken ganska mycket så att det verkligen blir trångt när marshmallowsen sväller.



Bilderna visar dels hur det ser ut vid normalt lufttryck dels också efter att luften sugits ut med vinpumpen.

Förklaringen till att marshmallowsen sväller är att bitarna består av ett stort antal luftfyllda blåsor. När trycket utanför blåsorna sjunker kommer luften inne i blåsorna att expandera och få godiset att svälla.

En del av blåsorna kommer att spricka när de är uppsvällda så när luften åter släpps in i burken blir godisbitarna mindre än vad de var från början. Försöket lyckas alltså bäst med nya färska bitar.

Försöket kan med fördel kompletteras med försök med många andra typer av godis och andra föremål i burken. Slutsatsen kommer då att bli att föremål som i likhet med skumgodis består av luftfyllda blåsor kommer att svälla, andra blir opåverkade.

Experimentet "Blås upp genom att suga ut luften" kan användas för att närmare förklara vad som händer i blåsorna i skumgodiset.

Det klassiska "Gräddbullförsöket" går också utmärkt att utföra med vinpumpen som vakuumpump! På en chokladöverdragen gräddbulle blir resultatet bäst om chokladskalet först krossas, detta gör det lättare för gräddbullen som helhet att svälla.

2. Blås upp genom att suga ut luften

Detta försök visar mer i detalj vad som händer när olika typer av skumgodis sväller i vakuum.

Knyt ihop en liten plastpåse så att den innehåller lite luft, knyt ihop så att den blir helt lufttät. Placera påsen i vakuulkammare, egentillverkad eller i en "Food Saver", och sug ut luften med vinpumpen.



Bilderna visar den ihopknutna plastpåsen och hur den ser ut med vakuum i burken. Använd någon form av färgad plastpåse, en genomskinlig påse blir nästan osynlig när den trycks mot burkens väggar.

I plastpåsen finns hela tiden samma mängd luft. När trycket utanför påsen minskar ökar påsens volym så att trycket inne i påsen hela tiden är lika stort som trycket utanför. De båda trycken balanserar varandra.

3. Blås upp en ballong med vinpumpen.

En delvis uppblåst ballong placeras i vakuumburken, en egentillverkad eller en "Food Saver". Blås upp ballongen helt ett par gånger i förväg för att töja ut den, det kan annars hända att det låga trycket i burken inte är tillräckligt för att "blåsa upp" den på grund av motståndet i ballongmaterialet. Detta motstånd finns inte i plastpåsen i experimentet "Blås upp genom att suga ut luften".



Bilderna visar en ballong dels med normalt tryck i burken dels efter att den svällt upp genom att luften sugits ut.

Sugröret som syns i bilden har som uppgift att ge en förbindelse mellan övre och nedre delen av burken. Den svällande ballongen stänger annars av den nedre delen av burken så att luften där inte kan pumpas ut.

4. Experiment med skumbjörnar

Som vakuumkanare denna gång har använts en vinflaska med vitt glas, vilken glasflaska som helst där vinpumpens propp passar går naturligtvis också att använda. Det går tyvärr inte att använda PET-flaskor. Trycket blir så lågt i flaskan att det yttre lufttrycket trycker ihop också de tjockväggiga PET-flaskorna. Till det här försöket har vi använt chokladöverdragna skumbjörnar.



Skumbjörnarna har visat sig ha den fördelen vid vakuutförsöket att chokladhöljet spricker när luften pumpas ut. När skumbjörnarna sväller kommer det vita innehållet i godiset att synas. Det blir då mycket uppenbart att godisbitarnas volym har ökat.

När flaskan evakueras packar sig de uppsvällda skumbjörnarna. Ett bra sätt att få större volym är att då och då under pumpningen skaka flaskan så att björnarna kommer loss. Resultatet blir då att flaskan blir ganska välfylld med uppsvällda skumbjörnar.

Glasflaskan är naturligtvis också användbar som vakuumburk för det tidigare beskrivna försöket med marshmallows. I det fallet behöver man dela bitarna av marshmallows för att kunna stoppa ner dem i flaskan. De delade bitarna blir dock ganska kladdiga i snittytan. För att undvika att bitarna klibbar ihop under försöket kan man skaka dem i i en plastpåse tillsammans med lite potatismjöl innan de stoppas i flaskan.

5. Koka vid lågt tryck

Att vattnets kokpunkt är 100 grader är allmänt känt men att detta bara gäller vid normalt lufttryck påpekas nästan aldrig. Det behöver inte heller påpekas eftersom de variationer vi normalt har i lufttrycket knappast påverkar den temperaturen där vattnet kokar. (Se kommentar om lufttrycket i slutet av experimentet).

Vinpumpen som vakuumpump ger tillräckligt lågt tryck för att det skall vara möjligt att visa att vatten kokar vid lägre temperatur än 100 grader om trycket sänks.

Vid det försök som illustreras här används varmvatten direkt från vattenledningen. Detta kräver att vattnet har ganska hög temperatur, det blir enklare med varmare vatten t ex från en vattenkokare. Flaskan värmdes genom att den sköljdes med det varma vattnet ett par gånger. Flaskan bör innehålla ganska mycket vatten eftersom vattnet då svalnar långsammare och man får en mindre mängd luft att pumpa ut



När trycket blivit tillräckligt lågt för att kokningen skall komma igång ser man att kokningen är häftigast under själva pumptaget. Detta beror på att trycket är som lägst just då, den vattenånga som bildas vid kokningen höjer snabbt trycket igen. Fortsätter man pumpa har man snart fått ut det mesta av luften och sedan pumpar man i huvudsak ut vattenånga som kondenserar i pumpen.

Man ser också mycket kondens på flaskans väggar men den gas, vattenångan, som finns i flaskan är genomskinlig. Detta kan man använda för att påpeka att moln inte består av vattenånga utan av mycket små vattendroppar.

När man slutat pumpa upphör kokningen ganska snart eftersom vattenångan som bildats höjer trycket. Eftersom det är kallare i rummet än i flaskan kommer vattenånga att kondensera och därmed sänks trycket men det är inte säkert att detta medför någon tydlig kokning igen.

Med en kraftigare avkylning av flaskan kan man få kokningen att fortsätta under ganska lång tid. Nästa bild visar vad som händer när flaskan kyls, i det här fallet med ett papper som blötts med kallt vatten.



Man skulle här kunna vänta sig att avkylningen medför att kokningen upphör. Eftersom flaskan kyls i det område där vattenångan finns medför kylningen att den kondenserar snabbare. Kondensationen av vattenångan medför att trycket sjunker vilket i stället medför att kokningen blir något intensivare. Denna kokning kan fortsätta under en ganska lång stund där systemet självt reglerar intensiteten i kokningen. Blir kokningen häftigare ökar mängden vattenånga vilket ökar trycket och dämpar kokningen. Om kokningen däremot tenderar att avstanna medför kondenseringen att trycket minskar vilket i sin tur ökar intensiteten i kokningen.

För yngre elever är det svårt att förstå att vattnet inte blir varmare, man är så van vid att kokande vatten har temperaturen 100 grader. Man kan övertyga sig om att vattnet hela tiden har samma temperatur genom att känna på flaskan före och under försöket. Om man har en termometer som får plats i flaskan så kan den finnas med i vattnet hela tiden så att eleverna när som helst kan kontrollera att temperaturen inte ändrats.

Kommentar om lufttrycket.

Normalt lufttryck, 1013 hPa, är ett genomsnittvärde för lufttrycket vid havsytans nivå för hela jordklotet under hela året. Temperaturen då vatten kokar varierar med hur stort lufttrycket är men variationen är så liten att det inte har någon betydelse i normala sammanhang. I Sverige varierar lufttrycket vid havsytans nivå mellan 950 och 1050 hPa (från ett djupt lågtryck till ett bra högtryck) och inom detta intervall varierar kokpunkten mellan 98 och 101 grader. Variationen med höjden är betydligt större än variationen vid havsytans nivå. Kommer man upp på 2000 meters höjd (sydtoppen i Kebnekaise som är Sveriges högsta punkt har höjden 2103 meter) har trycket sjunkit till ca 800 hPa och här kokar vattnet redan vid en temperatur kring 93 grader. Vid större höjd blir sänkningen allt mer påtaglig. Om man skulle komma på idén att koka vatten på toppen av Mount Everest (8850 m) skulle vattnet koka redan när det var 69 grader varmt.

6. Att väga luft

Med vinpumpen som vakuumpump och en vinflaska som vakuumburk kan man göra ett experiment som ger en god uppskattning av hur mycket luft väger.

Tyvärr räcker det inte här att använda någon typ av hushållsvåg. De flesta enkla vågar kan bara väga med noggrannheten 1 gram. Eftersom luften är så lätt och volymen i flaskan är liten behövs en våg med noggrannheten 0,1 gram och en elektronisk våg är det bästa alternativet. Ytterligare en komplikation är att vågen bör klara upp till 500 gram eftersom många glasflaskor är tjockväggiga och därmed tunga. Tyvärr fungerar inte PET-flaskor till försöket eftersom de inte tål att evakueras tillräckligt mycket, de trycks ihop av det yttre luftrycket vilket, som framgår nedan, skulle ge ett felaktigt resultat av luftens vikt.



Försöket är enkelt att utföra. Väg glasflaskan först med luft i och sedan efter att så mycket luft som möjligt sugits ut. Resultatet av två sådana vägningar ses på bilderna.

Avläsning av vågen på bilderna visar att vikten av flaskan med innehåll minskat från 484,7 gram till 483,9 gram. Den mängd luft som sugits ut ur flaskan är alltså 0,8 gram.



I allra bästa fall har man nu med vinpumpens hjälp fått ut all luft ur flaskan och eftersom den rymmer 0,75 liter kan man redan nu dra slutsatsen att luften väger ca 1 gram per liter.

Om man vill göra en noggrannare bestämning av luftens densitet måste man på något sätt ta reda på exakt hur mycket luft man lyckats evakuera. Om proppen på flaskan öppnas kommer det in luft i flaskan tills trycket inne i flaskan och utanför blir lika stort. Om flaskan i stället öppnas nedsänkt i vatten kommer i stället det yttre luftrycket att trycka in vatten tills trycket utjämnats.

Flaskans propp öppnas med flaskhalsen nedsänkt i vatten. Det yttre luftrycket trycker in vatten i flaskan i en kraftig fontän.



När trycket utjämnats tas flaskan upp. Den mängd vatten som nu finns i flaskan motsvarar mycket nära den mängd luft som man lyckats suga ut med vinpumpen. Mängden luft som evakuerats kan nu uppskattas eller mätas med något enkelt mätkärl. För att inte göra för mycket fysik av experimentet är det bättre med något mätkärl från hushållet än med ett mätglas.

Den uppskattning av hur mycket luft väger som man kan göra med det här försöket ligger nära det riktiga värdet som är ca 1,2 gram per liter vid rumstemperatur och normalt luftryck.

Värdet 1 gram per liter för luft jämförs med värdet 1 kg per liter för vatten. Gasen luft är alltså ungefär 1000 gånger lättare än vätskan vatten. Vattenånga och luft väger ungefär lika mycket vilket betyder att när vatten blir ånga blir volymen 1000 gånger större!

Varför går det inte att väga luften så här?



I båda fallen visar vågen 44,0 gram. I det ena fallet är en Bag-in-box fylld med 3 liter luft och i andra fallet är den tom. Om det stämmer att 1 liter luft väger ca 1 gram borde skillnaden i avläsning vara omkring 3 gram men nu finns det ingen skillnad alls.

Det är väl känt att vatten har en viss lyftkraft på det som är nedsänkt i vattnet. Lyftkraften är till och med så stor att man nästan kan flyta på vattnet. Man brukar formulera det så att "vattnet har en lyftförmåga som motsvarar vikten av den undanträngda mängden vatten". På samma sätt har luften en lyftkraft men betydligt mindre eftersom vikten av den undanträngda luften är så mycket mindre. I den vänstra bilden med tre liter luft i påsen har luften en lyftkraft som motsvarar vikten av tre liter luft. Men å andra sidan innehåller ju påsen tre liter luft extra så lyftkraften kompenserar precis för den mängd luft som finns i påsen.

I fallet med glasflaskan är flaskans volym densamma vare sig den innehåller luft eller inte. Den omgivande luftens lyftkraft på flaskan är därför lika stor i båda fallen. Om försöket görs med en PET-flaska som tryckts ihop av luftrycket ändras luftens lyftkraft och vägningen ger ett felaktigt resultat.

7. Marshmallows vid högt tryck

En naturlig komplettering av experimenten med skumgodis vid lågt tryck är att undersöka vad som händer när trycket är högre än normalt luftryck. Till dessa försök används en PET-flaska eller glasburk där kapsylen/locket försetts med en ventil av den typ som används till bildäck. Tillverkningen av detta finns i avsnittet "Tillverkning".

Trycket pumpas upp med en cykelpump av den typ som kan användas både för den äldre typen av ventiler och för de nyare som är av samma typ som en bilventil. Man känner under pumpningen när det börjar bli tungt att pumpa och det är dags att sluta. För säkerhets skull bör man nog nöja sig med en handpump eftersom man då har bättre kontroll över hur stort trycket blir.



Bilderna visar marshmallows i PET-flaska dels vid normalt luftryck dels sedan flaskan pumpats upp till högt tryck. Bilderna på nästa sida nedan visar samma sak men denna gång med högt tryck i en glasburk.



Man kan här på den högra bilden ana hur locket på burken buktar uppåt på grund av det höga trycket. Detta gör att tätningen eventuellt fungerar dåligt eftersom burken ursprungligen är avsedd för visst vakuum.

Fördelen med att ha glasburken användbar för högre tryck också är att man kan undersöka samma föremål vid både högt och lågt tryck, det är bara att byta locket på burken.

Tillverkning av vakuumburk etc.

Se kommentar om säkerhet i slutet av beskrivningen!

Det går bra att använda en egentillverkad burk för vakuutförsöken. Till detta behövs en stor glasburk med lock av plåt. Till experimenten i den här samlingen har använts en stor marmeladburk (1 kg). I locket borrar ett ganska stort hål (20 - 22 mm), vinterpumpens propp bör sitta ganska trångt i det hålet. En marmeladburk av den typ som använts här har ganska tunt material i locket vilket gör det svårt att borra ett tillräckligt stort och runt hål. Börja borra med ett litet vanligt borrh och förstora hålet i några steg upp till ca 8 mm och avsluta med ett koniskt plåtborrh (se bilden) upp till slutlig diameter. Kanten på hålet behöver därefter jämnas till vilket görs bäst med ett gradverktyg som också visas på bilden.



Både borrh och gradverktyg finns, förutom i den vanliga järnhandeln, också hos firmor som Clas Ohlson och Biltema m fl. eventuellt med något annorlunda utseende på handtaget på gradverktyget.



En konservburk (marmeladburk) av den här typen är gjord för ett visst vakuum vilket märks när man öppnar den första gången. Detta tillsammans med att proppen är ganska mjuk och hålet görs aningen för litet medför att burken fungerar bra som vakuumburk. Locket har tätning mot glasburken och proppen trycks ner av det yttre lufttrycket och tätar mot locket. I bilden är det vakuum i burken.

PET-flaska för högt tryck.

En PET-flaska fungerar bra som behållare för tryck högre än lufttrycket, detta är det normala för drycker med kolsyra. I flaskans kapsyl monteras en ventil av den typ som används i bildäck. En sådan ventil kan köpas hos bensinstationer eller andra företag som säljer och monterar bildäck. Som pump används en cykelpump. Det finns på marknaden cykelpumpar med en ventil som är omställbar för både den traditionella ventilen i cykeldäcken och den nyare som fungerar på samma sätt som en bilventil.

Också här behöver man borra ett stort hål med krav på att det verkligen blir runt. Det koniska plåtborret är också här ett utmärkt hjälpmedel. Den enda svårigheten här är att borret är så effektivt att det lätt blir ett alltför stort hål. För att underlätta borrhningen kan man göra så här:

1. Borra ett hål i en bräda eller spånskiva med det koniska borret. Borra bara tills hålet är lite mindre än det hål du skall göra i kapsylen.



2. Borra först mindre hål i kapsylen med vanliga borrhopp till 8 à 10 mm. Om hålet inte blir centrerat kan det justeras med hjälp av en rundfil.

Den slutliga borrhoppningen till slutlig diameter, som är ca 14 mm (mät!) görs med det koniska borret med det tidigare borrhoppade hålet i spånskivan som underlag. När borret "landar" i hålet i spånskivan tar det emot tillräckligt mycket för att man skall kunna stoppa borrhoppningen i tid.



3. Ventilen dras därefter genom kapsylen inifrån. Hålet får gärna vara något för litet, inom rimliga gränser förstås, det gör bara tätningen effektivare.



Med samma metod som beskrivits ovan kan också marmeladburken göras till en behållare för högt tryck. Detta kan vara en fördel om man vill undersöka samma föremål med både högt och lågt tryck. Ett färdigt lock med ventil ses på nästa bild.

Denna burk som behållare för högre tryck än lufttrycket har en nackdel jämfört med PET-flaskan. Burken är normalt tänkt för ett lägre tryck än lufttrycket och det kan därför vara svårt att få den så tät att det går att få ett tillräckligt högt tryck i den. En idé, som inte testats, är att täta lock och ventil med silicontätning.



Observera: Några tester för att undersöka hur högt eller lågt tryck dessa egentillverkade flaskor och burkar tål har inte gjorts. Vid de tillfällen då vi pumpat vakuum med vinpumpen eller högt tryck med cykelpump har vi emellertid aldrig råkat ut för några tecken till att behållarna inte skulle kunna hålla.