

# UNGA FORSKARES EXPERIMENT- HANDBOK



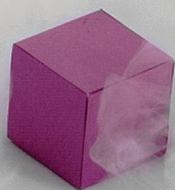
Kemi



Teknik



Fysik



FÖBUNDET  
UNGA FORSKARE

Unga forskares experimenthandbok  
*Av David Andersson och Johanna Rogvall*

# FÖRORD

Alla känner vi igen oss i känslan av att göra något man tycker är riktigt kul. Man känner sig upprymd, glad och tiden rinner iväg. Man får ny energi, nya idéer och ork till att göra alla de där sakerna man måste göra.

I Sverige är det lätt att gå med i en fotbollsklubb, börja spela på kulturskolan eller gå en fotokurs. Men vad gör man om man som ung är intresserad av matte, naturvetenskap och teknik? Går i skolan? Skolan styrs av politiker, rektorer och lärare som förmedlar vad man "borde" och "ska" kunna. Det är inte alltid samma sak som vad man vill kunna.

Förbundet Unga Forskare vill med den här experimenthandboken ge unga ett komplement till skolan. Vi hoppas också att skolor ser detta som en möjlighet att stötta sina elever utanför skoltid. Kanske kan en skolförening få låna skolans lokaler? Få hjälp av kemiläraren? Låna några kemikalier som behövs till experimenten? Prata om vad resultaten av laborationen visade?

Boken kan användas från pärm till pärm, eller så lyfter du ut det du själv tycker är intressant. Experimentanvisningarna i denna bok bör ses som exempel. Använd gärna din fantasi för att utveckla experimenten, men var noga med att följa säkerhetsanvisningarna. Är du osäker så be din lärare om råd.

Trevligt experimenterande!

Theresia Silander Hagström  
Generalsekreterare Förbundet Unga Forskare

# OM SÄKERHET

Läs alltid säkerhetsanvisningarna noga innan du genomför experiment. Följ alltid instruktionerna som medföljer utrustning och kemikalier. Här nedan följer några allmänna råd.

**ATT VARA KEMIKALIEANSVARIG:** Några av experimenten i den här boken innehåller farliga kemikalier, och det är därför viktigt att någon tar på sig ansvaret för att hantera dessa. Det bästa sättet att försäkra sig om att allting går väl är att använda sunt förnuft och att se till att läsa på ordentligt i förväg, särskilt om det är första gången du använder en kemikalie. Följ instruktionerna i säkerhetsbladet som medföljer kemikalien, Förbundet Unga Forskares Kemikaliesäkerhetsdokument och avsnittet om försäkringar i Förbundet Unga Forskares krishanteringsplan som finns att hitta på [www.ungaforskare.org](http://www.ungaforskare.org)

**I HÄNDELSE AV OLYCKA:** Om olyckan trots allt skulle vara framme är det viktigt att veta hur du ska agera. Följ instruktionerna i Förbundet Unga Forskares Kemikaliesäkerhetsdokument och krishanteringsplan som finns att hitta på [www.ungaforskare.org](http://www.ungaforskare.org)

Om någon gjort sig allvarligt illa ska du alltid ringa 112. Om olyckan är liten kan du ta med den drabbade till ett avskilt rum för att utvärdera läget. Man kan bli mycket chockad att vara med om en lab-olycka – hantera därför personen lugnt och varsamt.

Om kemikalier är inblandade i olyckan ska anvisningarna i det tillhörande säkerhetsbladet alltid följas. Kontakta alltid läkare vid olycka med kemikalier. Om någon förgiftats genom inandning eller förtäring, ring Giftinformationscentralen på 112.

Mindre bränder släcks med kvävning eller brandsläckare. Se till att ha en brandsläckare nära tillhands. Olika släckare är lämpliga för olika material, fråga i butiken. Vid större brand, ring 112.

Det är rekommenderat att ansvariga personer går en första hjälpen-kurs inför experimentet, gärna med inriktning mot laborationssäkerhet.

# TIPS

**VETENSKAPLIG SHOW:** Ett roligt sätt att göra experiment är att sätta ihop dem till en show och visa för publik. Försök gärna att involvera åskådarna på olika sätt! Du kan t ex plocka upp någon ur publiken som assistent under experimentet. Tänk dock på att aldrig äventyra din eller deras säkerhet. Utgå från att personerna du involverar saknar kunskap om experimentet, utrustning och kemikalier.

**SPONSORER:** En del av det material som ingår i experimenten i denna bok kan vara svåra eller dyra att få tag på som privatperson. Därför kan det vara en bra idé att försöka få tag på en sponsor. Om du startar en förening eller projektgrupp i Förbundet Unga Forskare får du ett ekonomiskt bidrag. Du kan också få stöd och hjälp från andra medlemmar. Läs mer om hur du blir medlem på [www.ungaforskare.org](http://www.ungaforskare.org)! Medlemskapet är helt gratis.

Om du startar en studiecirkel hos Vuxenskolan kan de också hjälpa dig att hitta en lokal att vara i. Läs om hur du gör sist i den här boken.

Om du också knyter din förening till din skola kan skolan bli en bra sponsor. Om skolan inte kan hjälpa dig med utrustning kanske den åtminstone kan bidra med lokaler att vara i.

Företag är ofta den bästa kontakten för material eftersom de generellt har en rörligare budget än skolor. Det ligger ofta i företagets intresse att samarbeta med föreningar som är anslutna till Förbundet Unga Forskare eftersom de på så vis får kontakt med sin egen framtida arbetskraft. Många får också good-will av att stödja ungdomsverksamhet. Förbundet Unga Forskare har flera samarbetspartners som finns listade på [www.ungaforskare.org](http://www.ungaforskare.org), en bra start kan vara att kontakta någon av dessa. Du kan också prova att kontakta lokala företag på orten.



# SKUMORM

Det här experimentet passar bra att visa upp inför publik. För bästa effekt ska kemikalierna blandas i en behållare med lång och smal öppning. Placera behållaren i en ugnform eller annan skyddande behållare. Håll upp 20 ml väteperoxid i en 200 ml stor behållare och tillsätt 5 droppar diskmedel. För att variera kan du prova att tillsätta 10 droppar istället. Rör om blandningen medan du tillsätter 0,5 g kaliumjodid och ta sedan snabbt bort handen från behållaren.

**TEORI:** Väteperoxiden ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) faller sönder till vatten ( $\text{H}_2\text{O}$ ) och syrgas ( $\text{O}_2$ ). Reaktionen katalyseras av kaliumjodiden (KI). En katalysator är ett ämne som påskyndar/förenklar en reaktion utan att själv förbrukas. Den snabbt bildade syrgasen kapslas in av diskmedlet och det bildas bubblor som snabbt stiger upp till en skumorm.

**SÄKERHET:** Väteperoxid är frätande, undvik kontakt med hud och ögon! Handskar kan vara bra att använda.

# BRINNANDE GELÉ

Det här experimentet passar bra att visa upp inför publik. Lös 5 g kalciumacetatpulver ( $\text{Ca}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ ) i 30 ml vatten i en 500 ml stor bägare. När allt pulver löst sig håller du i 200 ml etanol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ). För att få färg på lösningen kan du använda T-röd alternativt fenolftalein ( $\text{C}_2\text{OH}_{14}\text{O}_4$ ) eller karamellfärg som du tillsätter till alkoholen innan den hälls i acetatlösningen. Häll över gelén i en brandsäker behållare och tänd på. Se till att du har något att kväva elden med efteråt.

Experimentet kan utökas med olika metallsalter. Om man löser dessa i vattenlösningen i små "portioner" kan flera eldklumpar i olika färger framställas.

**TEORI:** Kalciumacetat (KAc) är ett salt. I vatten beter det sig som vanligt koksalt, och flyter runt fritt i lösningen. När saltet blandas med etanol klumpar det ihop sig och bildar en svampliknande massa.

**SÄKERHET:** Undvik att få kemikalier på hud och i ögon. Se till att materialet som gelén brinner på inte spricker av värmen, många sk keramer är värmetåliga. När man tänder ljus ska man alltid se till att man kan släcka det säkert. Att täcka över gelén med en bägare är ett bra sätt.





# RÖKBOMB

Det här experimentet passar bra att visa upp för publik utomhus. Blanda 5 g kaliumnitrat ( $\text{KNO}_3$ ) med 3 g socker. Värm långsamt och försiktigt i en glasbägare under ständig omrörning. Blandningen är färdig när den fått en jämn brun färg, ungefär som jordnötssmör. Kleta ut blandningen med en glasspinne på en bit bakplåtspapper. Stoppa in en lång stubin i blandningen. Låt stelna och tänd på.

**TEORI:** Sockret blir nitrerat, vilket betyder att kväve binds till sockret. När man sedan tänder på rökdegen förbränns sockret och som resultat bildas kväveoxider, vatten och koldioxid, som ger en vit gas. Värmer man för fort kan sockret börja förbrännas redan under framställandet, så värm försiktigt.

**SÄKERHET:** Se till att inte värma blandningen för snabbt, då kan rök börja bildas under tillagningen. Andas inte in röken. Se till att stubintråden är tillräckligt lång för att du ska hinna undan innan röken börjar bildas. Antänd aldrig en rökbomb inomhus eller i närheten av människor, djur eller brännbara föremål.

# SILVERTRÄD

Blanda 80 ml 4 %-ig lösning av silverniträt ( $\text{AgNO}_3$ ). Destillerat vatten ger bäst effekt. Skaffa 3 dm kopparträd, t ex genom att dra av isoleringen från en gammal sladd. Böj kopparträden till en julgransform. Glöm inte göra en stabil fot. Placera granen i en 100 ml stor bägare. Häll silverniträtlösningen i bägaren upp till ca en cm från bägarens kant. Låt även lite kopparträd sticka upp ur lösningen så att trädet kan hanteras efteråt. Efter ungefär en dag har kristallerna växt till sig. När du tycker att ditt träd är färdigt håller du försiktigt ut silverniträtlösningen i ett återuppsamlingskärl för silver. Undvik att skaka på trädet medan det växer eller när det är färdigt, annars kan det "barra".

**TEORI:** Experimentet startar en elektrokemisk reaktion. Oxiderad koppar löser sig i niträtlösningen medan de plussladdade silverjonerna reduceras och löses ut på kopparträden i form av relativt rent silver.

När man bereder lösningar med en viss procenthalt är det nästan alltid viktprocent som menas. För att få en 4 %-ig lösning ska man alltså tillsätta t ex 4 g silverniträtkristaller i 96 g vatten. Om vattnet väger 1 g/ml, hur många gram silverniträt behövs då för att tillreda en 4 %-ig lösning med totalvolymen 80 ml vatten?

**SÄKERHET:** Silverniträt är farligt och ska hanteras med stor försiktighet. Ett par genomskinliga vinyl- eller nitrilhandskar fungerar bra som skydd. Dödlig dos vid förtäring av rent silverniträt är 2 g. Silverniträt fläckar alla ytor, inklusive hud, som det kommer i kontakt med. Förvara silverträdet oåtkomligt för barn och djur.





# SAND-PYSSEL

Mät upp 5 ml natriumsilikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) i ett provrör och tillsätt 5 ml vatten. Rör ordentligt tills all natriumsilikat har löst sig. Ta en 50 ml stor bägare och väg upp 3,5 g natriumbisulfat ( $\text{NaHSO}_4$ ) i den. Tillsätt 10 ml vatten och rör tills allt är löst. Tillsätt innehållet i provröret till bägaren och blanda väl. En tjock geléliknande massa som kallas för solgel bildas. Ta lite av gelén och värm i ett kärl som klarar höga temperaturer, t ex tjockt porslin. Värm gelén långsamt (det behövs ganska hög temperatur) tills den torkat och börjar spricka. Gelén är färdigvärmad när den "faller sönder" till ett vitt pulver när du trycker/slår lätt på den med en sked. Du har nu framställt kiseldioxid ( $\text{SiO}_2$ ), alltså ren sand. Ju vitare/ljusare färg, desto renare sand.

**TEORI:** Silikat reagerar med sulfat och bildar en sol av små, små partiklar  $\approx$  de blivande sandkornen. Kornen går ihop och bildar ett nätverk, en gel. Vattnet och övriga rester som bundit till kiseldioxiden avdunstar vid värmning; det kan därför vara bra att utföra värmningen i dragskåp eller utomhus. Kvar blir sanden ( $\text{SiO}_2$ ).

**SÄKERHET:** Se till att du använder skyddshanskar vid värmningen och att den behållare du värmer gelén i inte spricker vid höga temperaturer. Undvik att få kemikalierna på händerna och i ögonen. Använd gärna nitrilhandskar som skydd när du hanterar natriumsilikaten, som är frätande, och natriumbisulfaten.

# MAGIC BLUE BOTTLE

Använd en ca 100 ml stor behållare som kan tillslutas. Lös 2 g natriumhydroxid (NaOH) i 100 ml vatten. Tillsätt 4 g av en sockerart, t ex glukos, till lösningen. Droppa i metylenblått tills lösningen börjar se mörkblå ut, ca 10 droppar. Förslut flaskan och vänta. Efter några minuter blir lösningen genomskinlig. Öppna då flaskan och släpp in lite syre. Förslut den och skaka. Kommer färgen tillbaka? Upprepa försöket ett antal gånger.

**TEORI:** Metylenblått är blått i sin oxiderade form men genomskinligt när det är reducerat. Glukos reducerar metylenblått i svaga basiska lösningar. Då syre tillsätts oxiderar det tillbaka metylenblått till sin mörka, blå färg igen. Reaktionen kan pågå i flera cykler. När cyklerna börjar gå långsamt kan man tillsätta mer glukos.

**SÄKERHET:** Undvik hud- och ögonkontakt med natriumhydroxid och metylenblått. Metylenblått ger fläckar på hud och kläder.





# KEMILUMINISCENS

Plocka fram två behållare. Fyll den ena med 500 ml klorin (natriumhypoklorit, NaOCl). Väg upp 0,1 g luminol ( $C_8H_7N_3O_2$ ) i den andra behållaren och tillsätt 400 ml vatten. Rör tills all luminol har löst sig. Lös 0,5 g natriumhydroxid (NaOH) i vattenlösningen. Häll ihop lösningarna genom en tratt ner i t ex ett genomskinligt plaströr för störst effekt. Se till att rummet är mörkt när lösningarna hälls ihop!

**TEORI:** Klorin innehåller hypoklorit som är en väldigt energirik molekyl. När energin från hypokloriten överförs till luminolen konverteras energin till synligt ljus. I detta fall blir det ett blått ljus.

**SÄKERHET:** Klorin är ett blekmedel och avfärgar därför kläder permanent. Undvik hudkontakt och stänk i ögonen av klorin och natriumhydroxid.

# KOPPAR OCH MAGNETISM

Skaffa ett långt kopparrör, en magnetisk kula eller cylindrisk magnet, samt en ickemagnetisk metallkula. Koppar är inte ett magnetiskt material, metallkulan och den magnetiska kulan kan dock fastna på varandra. Luta kopparröret ca 45°. Släpp först den metalliska kulan genom röret och mät tiden det tar för den att rulla igenom. Släpp sedan den magnetiska kulan genom röret och mät tiden. Tog det lika lång tid?

**TEORI:** Magneten rullar långsammare genom röret eftersom dess magnetiska fält inducerar en spänning i kopparstången. Den inducerade spänningen kan ses som en bromsande kraft när kulan rullar ner genom röret.

**SÄKERHET:** Experimentet är ofarligt, men håll staven lugnt och stilla.





# BADBOMBER

Plocka fram en plastpåse. Fyll en bägare med 30 ml bikarbonat (både natriumkarbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) och natriumvätekarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) fungerar) och häll ner i påsen. Fyll en annan bägare med 15 ml citronsyra och häll ner i påsen. Knåda påsen så att pulvren blandas. Droppa i 2 droppar karamellfärg i påsen med hjälp av en pipett. Droppa om du vill i 1-2 droppar doftolja i påsen. Blanda i ca 3 ml matolja i påsen med pipetten. Knyt igen påsen och knåda den tills allt pulver har fått samma konsistens. Krama en boll av pulvret och låt den torka under fyra dagar. Använd badbomben senast två månader efter tillverkanget, därefter börjar oljan i badbomben bli dålig.

**TEORI:** Bikarbonaten bryts snabbt ner till vatten och koldioxid i en sur miljö. När pulvren löses upp börjar det alltså bubbla och pysa.

**SÄKERHET:** Undvik att få kemikalierna på huden. Doftolja kan ge utslag om man har parfymallergi.

# MJÖLKPAKETS- BOMB

Utför det här experimentet med en kompis. Ta ett tomt mjölkpaket, tejpa för öppningen och klipp ett litet hål långt ner på ena sidan. Häll i ca 1 ml etanol ( $C_2H_6O$ ), håll för hålet och skaka ordentligt. Låt mjölkpaketet stå ca 1 minut, fortfarande med handen för hålet. Låt en kompis tända en tändsticka och föra den till hålet omedelbart efter att du tagit bort din hand.

**TEORI:** Etanolen förgasas i mjölkpaketet och blandas med luften i det, vilket ger en explosiv, lättantändlig gas.

**SÄKERHET:** Utför experimentet utomhus och använd inte mer än 1 ml etanol. Tänd inga tändstickor om etanolfaskan står i närheten eller om någon fått etanol på sina kläder eller på huden. Ta alltid med en yllefilt eller liknande (ej syntet eller bomull) för att kväva elden om t ex mjölkpaketet skulle börja brinna.





# MAGISK SAND

Torka 1 dl sand i ugn under ca 1 timme på 200° i en ugnform. Ugnformen ska kastas efter experimentet. Ta ut formen ur ugnen när sanden är torr och gå till ett rum där du inte brukar laga eller äta mat. Bre ut sanden tunt och spreja ett lager med impregneringsmedel. Torka i ugnen igen i ca 40 min. Gör om proceduren minst fem gånger. När sanden har torkat helt kan du testa att hålla lite vatten på den. Om vattnet inte rinner igenom sanden har du lyckats.

**TEORI:** Impregneringsmedlet innehåller opolära molekyler. Vattnet är polärt och vill blandas med andra polära ämnen. Därför rinner inte vattnet ner i sanden.

**SÄKERHET:** Impregneringsmedlet ska inte innehålla fluorokarboner och får gärna vara miljövänligt. Se till att inte andas in för mycket av gasen från sprejburken, att du inte får något på händerna och att du inte andas in gaserna från ugnen när sanden torkas.

# ÄNDRADE FÄRGER

Plocka fram sex bägare och märk upp dem med siffrorna 1-6. Häll ca 5 droppar fenoftalein ( $C_{20}H_{14}O_4$ ) i den första och fem droppar 0,1M natriumkarbonat ( $Na_2CO_3$ ) i den andra. Tillsätt 5 droppar 50 % -ig järnkloridlösning ( $FeCl_3$ ) i den tredje bägaren. I bägare nummer 4 ska 20 droppar amoniumtiocyanat ( $NH_4SCN$ ) tillsättas och i bägare 5 ska 5 droppar 5 % kaliumferrocyanid ( $K_4(Fe(CN)_6)$ ) droppas i. Utför experimentet genom att hälla 150 ml vatten i den sjätte bägaren. Om du vill showa lite för publiken och visa att det bara är vanligt vatten kan du börja med att ta en klunk ur den sjätte bägaren. Häll sedan över resterande vatten i bägare 1. Ta bägare 1 och häll över i bägare 2, häll bägare 2 i bägare 3 osv, så att vattnet till slut har varit i alla bägare 1-5.

**TEORI:** Olika reaktioner sker i de olika bägarna. Fenoftalein blir rosa i den basiska lösningen av bikarbonat, och bikarbonatet bildar koldioxid då det kommer i kontakt med vatten. I bägare nummer 4 reagerar järnet med tiocyanaten och bildar en blodröd lösning och i bägaren nr 5 bildas järnhexacyanoferrat, även kallat berlinerblått.

**SÄKERHET:** Järnklorid, amoniumtiocyanat och kaliumferrocyanid är hälsovådliga, undvik därför hudkontakt och skvätt i ögonen. Genomför en analys av vilka säkerhetsåtgärder du behöver vidta innan detta experiment genomförs. Se till att bägare 6 är ren och att inga kemikalier råkat blandas i. Drick inte ur någon annan bägare än bägare 6.





# NATRIUMACETAT

Värm vatten i ett lämpligt kärl tills det nästan kokar. Blanda i natriumacetat (NaAc) tills lösningen är fullständigt mättad. För att vara säker på att den är mättad kan du blanda i mer natriumacetat tills det ligger kvar några korn på botten. Natriumacetat har en något ointuitivt hög löslighet i vatten, så denna process kan ta en stund. Låt lösningen svalna något tills den tjocknat. Häll över lösningen i ett nytt kärl och ställ in i ett kylskåp. Se till att inte få med några av kornen från botten av kokkärlet.

Ta ut kärlet när lösningen kylts ner. Häll mycket försiktigt med låg fallhöjd lite lösning i ett separat kärl, och peta sedan med fingret på lösningen. Om experimentet fungerar ska vätskan nu kristalliseras. Om vätskan istället hålls från några dm ovanför underlaget kommer den att kristalliseras när den träffar det. På detta sätt kan du bygga ett torn genom att kontinuerligt droppa på lösning.

Det är fullt möjligt att värma den kristalliserade lösningen så att den blir flytande igen. Lite mer natriumacetat kommer då att behöva tillföras innan experimentet kan utföras igen.

**TEORI:** Eftersom en varm lösning har högre energi än en sval lösning bryter den effektivare jonbindningarna som håller samman salter. Därför ökar lösligheten för natriumacetatet då vattnet värms till ca 80°. När lösningen kyls ner sänks lösligheten igen, men lösningen innehåller fortfarande den lösta mängd natriumacetat som den mättade lösningen vid 80°. Lösningen hamnar därför i ett instabilt jämviktsläge. Detta kallas för att lösningen är övermättad. Så fort detta jämviktsläge störs genom att en kristallisationspunkt i form av ett finger tillförs, startar en kedjereaktion av kristallisation och hela vätskan kristalliseras fullständigt.

**SÄKERHET:** Experimentet är ofarligt.

# GÖR NATRIUM- ACETAT



Värm långsamt en glasbägare med ca 100 ml ättiksyra ( $C_2H_4O_2$ ). Tillsätt lite bikarbonat (natriumvätekarbonat,  $NaHCO_3$ ) i taget tills lösningen inte längre bubblar när du håller i ny bikarbonat. Rör om hela tiden. Hur mycket bikarbonat som behövs beror på koncentrationen av ättiksyra. Räkna med att du behöver 300 g. När lösningen slutat bubbla låter du den sjuda på spisen (inte koka) tills en svag hinna syns på ytan. Lyft bort bägaren från värmen och tillsätt några droppar vatten. En mättad natriumacetatlösning har nu bildats. Eventuellt kan vattenmängden behöva justeras lite så att lösningen inte av sig själv faller ut kristaller vid rumstemperatur. Sätt på ett lock på bägaren för att förhindra damm från att komma ner i lösningen, och kyl i kylskåp eller frys.

**TEORI:** Ättiksyran reagerar med syret i karbonaten och bildar ett acetat. Natriumet i lösningen kommer från bikarbonatet, som egentligen är en blandning av natriumbikarbonat och vätebikarbonat.

**SÄKERHET:** Undvik stänk från ättiksyra/bikarbonat eller natriumacetat i ögon eller på hud, även om ättiksyra är en svag syra.



# ÅSKVÄDER

Häll ca 1 cm<sup>3</sup> koncentrerad svavelsyra (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) i ett provrör, och häll försiktigt över 1 cm<sup>3</sup> etanol (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O). Kontrollera att två faser har bildats. Droppa försiktigt i några små och halvstora bitar av kaliumpermanganat (KMnO<sub>4</sub>) i provröret, och vänta på att åskvädret ska börja.

**TEORI:** I kaliumpermanganaten kan inte kaliumjonen och permanganatjonen separera från varandra, men i svavelsyran är det möjligt vilket medför att urladdningar sker i provröret mellan de två olikladdade lösningarna, och det ser ut som ett blixtrande åskmoln.

**SÄKERHET:** Provröret blir varmt, så använd skydd för att inte bränna dig. Undvik hudkontakt med svavelsyran och kaliumpermanganaten. Svavelsyra är frätande och börjar direkt bryta ner hud. Kaliumpermanganaten ger fläckar. Se till så att du inte får något stänk i ögonen. Utför experimentet i dragskåp eller utomhus.

# AMMONIAKFONTÄN



Sätt en kork med ett hål igenom i en e-kolv. Placera ett rör, t ex ett sugrör, genom korken och placera andra änden av röret i en bägare. Fyll bägaren med vatten så att änden på sugröret hamnar under vattenytan. Häll ca 10 droppar fenolftalein ( $C_{20}H_{14}O_4$ ) i vattnet. Ta tillfälligt bort korken från e-kolven. Lös 20 g salmiak ( $NH_4Cl$ ) i 250 ml vatten i e-kolven. När allt är löst tillsätt 10 g natriumhydroxid ( $NaOH$ ) i e-kolvslösningen och sätt snabbt på korken, se till att röret sitter tätt och att andra änden är under vattenytan i bägaren.

**TEORI:** När ammoniak ( $NH_3$ ) frigörs genom reaktionen  $NH_4Cl + NaOH \rightarrow NH_3 + Na^+ + Cl^- + H_2O$  vandrar den genom röret och löser sig i vattnet i bägaren. Den basiska ammoniaketen gör fenolftaleinet rosa. När undertrycket från e-kolven blivit tillräckligt stort börjar vatten sugas tillbaka till e-kolven.

**SÄKERHET:** Undvik att få salmiak och natriumhydroxid på ögon och hud. Se till att det inte börjar bubbla för snabbt ur sugröret så att det skvätter ur bägaren eller att trycket blir för högt i e-kolven.



# SLIME

Väg upp 2 g borax (dinatriumtetraborat,  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ) och häll ner i en bägare. Tillsätt 50 ml vatten. Rör om med en glasstav tills allt är upplöst. Värm om nödvändigt för att underlätta att saltet löser sig. Mät upp 50 ml vatten i ett mätglas och häll ner i en annan bägare. Väg upp 2 g PVA (polyvinylalkohol,  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ ). Häll sakta ner PVAn i den andra bägaren så att det blandar sig utan att klumpa. Värm lösningen försiktigt till ca 60-70° och rör sakta om med glasstaven under tiden. Häll i 2-5 droppar karamelfärg i den varma PVA-lösningen. Blanda lösningarna under omrörning tills slimet blivit homogent, och låt svalna. Lägg lösningen i en plastpåse när den stelnat till slime så den inte torkar ut.

**TEORI:** PVA är en polymer, dvs en lång kolkedja. Konsistensen av slimet beror på PVAs molmassa. Hög molmassa innebär tjockt slime och med låg molmassa blir slimet mer flytande. Borax är ett salt som binder ihop de långa kolkedjorna. När de binds ihop bildar de tillsammans ett nätverk, vilket ger slimet dess konsistens. Om slimet börjar torka ut kan man hälla i mer salt och röra om tills det blir homogent igen.

**SÄKERHET:** Undvik kontakt med ögon och slemhinnor. Svälj inte massan, risk för kvävning finns.

# VOLYMÄNDRING

Blås upp en ballong och släpp sedan ut luften igen. Fyll ballongen med så mycket vatten som möjligt, ca 2 dl är lagom, och knyt ihop. Värm ballongen i ett varmt, nästan kokande vattenbad. Vad händer med ballongen? Vad händer om du lägger den i kylan? I frysen?

**TEORI:** När vattnet värms expanderar det och ökar därför lite i volym, men den stora effekten i experimentet beror på att delar av vattnet förångas redan innan vattnet når kokpunkten. Om man mäter ballongens storlek och sedan håller ut vattnet ur ballongen och väger det kan man räkna ut densiteten på ångan. Densiteten är ungefär skillnaden i massa mellan intaget vatten och uttaget vatten ur ballongen/volymer för hela ballongen.

**SÄKERHET:** Värm upp ballongen långsamt så att den inte exploderar om trycket ökar för snabbt. Undvik kontakt mellan metallkanter på t ex en varm gryta och ballongen då det kan skada plasten i ballongen och leda till en blöt olycka.





# VÄTGASSKUM

Konstruera ett munstycke genom att borra flera hål, ca 2 mm i diameter, i botten av en återförslutningsbar metallbägare. Gör sedan ett hål i andra änden, stort nog för en slang att komma igenom. Det går också bra att använda ett duschmunstycke. Fäst slangen med slangklämma vid en vätgastub, och tejpa fast slangen i munstycket med silvertejp. Se till att öppningen är försluten, annars läcker gasen ut den vägen. Tejp är dock en tillfällig lösning eftersom den kommer att lossna efter en tid. Om du vill ha en permanent lösning kan du använda ett vattenfast lim istället. Blanda diskmedel och vatten i en hink. För ner munstycket under ytan och skruva på gasen. Bubblor bildas då gasen pressas ut genom munstycket och bildar ett skum på ytan. Då skummet blivit tillräckligt stort kommer det att lyfta från hinken. Tänd då på det med gasbrännare. Försök reglera gasen så att skummet bildas i lagom takt. Om du ger för mycket gas hinner inget stort skum bildas innan det lyfter – om du ger för lite gas tar det för lång tid.

**TEORI:** När vätgasen ( $H_2$ ) pressas ut ur hålen i munstycket bildas många små bubblor som stiger till ytan. Eftersom väte har lägre densitet än luft försöker dessa bubblor fortsätta stiga, men binds istället vid vattenytan och i varandra pga ytspänningen. När tillräckligt många bubblor samlats kommer lyftkraften att överstiga kraften som håller kvar bubblorna, och de svävar iväg i ett sammanbundet skummoln. När vätgasen i bubblorna antänds exploderar molnet.

**SÄKERHET:** Vätgas är en mycket explosiv, genomskinlig och luktlös gas. Det är därför mycket viktigt att gastuben alltid är ordentligt försluten när den inte används. Detta experiment ska inte göras vid en anslutning till ett ventilationssystem eftersom den brinnande gasen kan stiga upp där och antända dammpartiklar, vilket kan utlösa en explosionsartad kedjereaktion. Kontrollera även att brandlarmet i lokalen är deaktiverat annars kan detta utlösas av experimentet.

# VÄRMEPÅSAR

Blanda noggrant aktivt kol, vermikulit (ett mineral), järnpulver och natriumklorid (NaCl) i en zip-påse. Ett enkelt sätt är att gnugga på utsidan av påsen. Tillsätt vatten. Kontrollera så att påsen har god syretillförsel och blanda väl så att påsen blir varm. Testa hur varm påsen kan bli genom att mäta med en termometer. Tillsätt sedan syrgas och mät temperaturen igen. Det är svårt att säga exakt hur mycket av varje ingrediens som behövs, men om ~10 gram järn skall oxideras behövs ungefär 2 dl vermikulit och 50 g aktivt kol. Vatten och salt behövs det väldigt lite av. Experimentera tills du hittar ett bra "recept".

Detta experiment går också att göra utan att tillsätta syrgasen på slutet.

**TEORI:** Värmen som frigörs kommer från oxidation av järn vilket är en endoterm reaktion:  $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3$   $\Delta E = 825.5 \text{ kJ/mol}$ . Vermikulit och aktivt kol är extremt porösa vilket ger dem väldigt stor area, ett gram aktivt kol har en area av  $500\text{m}^2$ . Vermikulit har så pass stora hål att aktivt kol kan tränga in, tillsammans får de då en ännu större area. Järnpulvret får alltså en mycket stor yta att binda till, vilket blir en väldigt stor reaktionsarea för oxidationen av järn, därav den höga temperaturen. Saltet fungerar som jonbärande för oxidationen.

**SÄKERHET:** Ingen av de ingående komponenterna är direkt farliga, men när syre tillsätts kan påsen bli mycket varm. Aktivt kol är så finkornigt och poröst att det kan fastna på i princip alla ytor, till och med släta glasytor. Hantera det i dragskåp så blir det inte så mycket att städa. Försök även undvika att få det på kläder då det kan vara svårt att få bort.

Syrgas är explosivt i kontakt med organiskt material, behandla det som en explosiv gas.





# ICKE-NEWTONSK FLUID

Blanda majsstärkelse i en bägare med vatten. Fortsätt tillsätta majsstärkelse tills det är lätt att röra om långsamt men svårt att röra om snabbt. Testa att trycka hårt med fingret mot vätskan respektive att röra om försiktigt. Pröva även att plocka isär en högtalare och håll över en del av vätskan över membranet och spela toner eller musikstycken. Eftersom vätskan hårdnar vid beröring uppstår intressanta mönster i den när den utsätts för ljudvågor.

Ett annat kul experiment är att fylla en större hink med denna lösning. Det är då möjligt att gå på den eller stå och stampa på ytan. Så fort du slutar röra på fötterna sjunker de ner i lösningen.

**TEORI:** Denna majsstärkelselösning är ett exempel på en icke-newtonsk fluid, dvs en vätska vars viskositet (vätskans friktion) ökar med ökad skjuvning. Tänk att lösningen innehåller en flytande vätska och någon form av korn. När lösningen rörs om långsamt flyttar sig kornen och vätskan i samma hastighet och de båda komponenterna är uppblandade i varandra, det är då enkelt att röra om och lösningen beter sig som om den vore flytande. När vätskan rörs om kraftigt pressas kornen ihop och vätskan får inte plats mellan dem. Lösningen blir då fast och det blir svårt att röra om. När lösningen i detta fall rörs om långsamt beter den sig som vatten, men då den rörs om kraftigt beter den sig som majsstärkelse.

**SÄKERHET:** Experimentet är inte farligt. Tänk dock på att vätskan inte beter sig som vanliga lösningar. Det är exempelvis oklokt att använda en glasstav för att röra om med, eftersom den lätt kan brytas av när lösningen hårdnar.

# HELIUM – SVAVEL- HEXAFLUORID



Att heliumballonger svävar uppåt känner de flesta till. Det beror på densiteten (se Arkimedes princip). På samma sätt kommer svavelhexafluorid ( $\text{SF}_6$ ) att falla neråt (eller snarare rinna eftersom att det är en fluid). Det här öppnar för många intressanta möjligheter. Skaffa ett större genomskinligt kärl, till exempel ett akvarium (eller bygg ett av plexiglasskivor och lim). Fyll kärlet till hälften med den luktlösa och genomskinliga svavelhexafluoriden. Vik sedan ihop en båt av aluminiumfolie, för ner den i kärlet och se hur den ser ut att sväva på luften. För att visa att det faktiskt finns en gas i kärlet kan du använda en skopa för att fylla båten med gas. Båten kommer då att sjunka till botten. Tänk på svavelhexafluoriden som vatten, samma principer gäller eftersom båda är fluider.

**TEORI:** Helium (He) kan som du säkert känner till andas in för att få en ljusare röst. Detta beror på att helium har en lägre densitet (0.179 g/L) än luft (1.225 g/L). Ljud färdas därför snabbare i detta medium.\* En snabbare translationshastighet leder i sin tur till fler vibrationer per sekund, eller en högre frekvens, därav den högre tonen.

Svavelhexafluorid är en gas med extremt hög densitet (6.164 g/L). Ljud färdas därför långsamt i detta medium och inandning kommer ge dig en mycket mörk röst.

\* Detta är en halvsanning, egentligen spelar fler faktorer in, t ex rigiditet. Ljud färdas mycket snabbare i exempelvis en järnstång än i luft. Men i specialfallet gaser under standardförhållanden räcker det att ta hänsyn till densiteten.



**SÄKERHET:** Ingen av dessa gaser är farliga att andas in, men det är starkt rekommenderat att öva med mindre mängder för att få lite erfarenhet innan du andas in några större mängder. Helium är pga dess låga densitet relativt enkelt att andas ut, svavelhexafluoriden kan däremot vara lite tyngre att få ut. Se till att andas ordentligt mellan varje inandning av gas. Inandning av stora mängder gas med för korta mellanrum kan leda till yrsel och svimning på grund av syrebrist. Får du yrsel så andas ordentligt. Detta experiment skall utföras i ett välventilerat rum!

Kom också ihåg att svavelhexafluorid är den kraftigaste växthusgasen som FN:s klimatpanel utvärderat, 22 800 gånger kraftigare än koldioxid. Var därför sparsam med gasen och använd den inte mer än nödvändigt. Av denna anledning är den också ganska dyr.

# RUBENS RÖR

I det här experimentet ska du bygga ett rör som ska klara höga temperaturer och ha en längd på ungefär 1,5-2 m samt en diameter på ca 10 cm. Två ihopsatta stuprörsmoduler räcker. Dessa kan limmas ihop varje gång du ska utföra experiment och däremellan plockas isär. Gör hål i röret med ungefär 1 cm mellanrum, med början cirka 5 cm från varje ände. Förslut rörets ena ände, och montera ett munstycke för en propangastub med slang i förslutningen. Montera en högtalare med samma diameter som röret i motstående ände. Täta ordentligt runt öppningen. Det är viktigt att röret är så pass tätt i ändarna att inga stora mängder gas kan läcka ut. Du behöver också någon form av distans som håller röret stilla och på säkert avstånd från ytan under. Det kan även vara bra att ha någon form av förstärkare mellan datorn och högtalaren, men det är inte nödvändigt.

Du behöver nu en programvara för att syntetisera frekvenser och spela upp ljud. Ett enkelt program för att syntetisera frekvenser är java-applikationen "dfilter" som kan laddas ner på [www.ungaforskare.org](http://www.ungaforskare.org). Sätt upp röret och koppla högtalaren till datorn. Skruva försiktigt på lite gas och tänd med en handhållen gasbrännare över hålen på röret. Reglera gasen så att lågorna blir 10-15 mm stora. Starta nu dfilter och spela upp sinusvågor (toner) av olika frekvenser. För vissa frekvenser kommer ett vågmönster att uppstå i lågorna. Testa även att spela upp vanlig musik i högtalaren, välj gärna någonting med några få tydliga toner för bästa effekt. En distinkt basgång fungerar bra, medan musik med flera instrument och sång fungerar sämre.

**TEORI:** Ljudvågor är vibrationer i form av lokala tryckskillnader som varierar med tiden. Beroende på det lokala trycket under varje hål kommer olika mycket gas att tryckas ut. För vissa frekvenser kommer ljudvågen att ta sig precis fram och tillbaka i röret och skapa resonans. För dessa resonansfrekvenser blir tryckskillnaderna mycket tydliga, och det är möjligt att se dem när gasen ovanför hålen tänds på.





**SÄKERHET:** Se upp så att inga stora mängder gas sipprar ut genom springor i röret eller liknande. Om det börjar brinna någon annanstans än genom de borrarade hålen ska gastillförseln strypas och hålet lagas. Ha alltid ett måttligt gastryck, om röret skulle spricka kan det annars explodera. Eftersom propangas är en explosiv gas skall gastuben förslutas väl och förvaras oåtkomligt då den inte används. Detta experiment ska göras i ett välventilerat rum, gärna laboratorium, med deaktiverat brandlarm.

# THOMSON'S RING

Placera en järnkärna i en spole. Se till att kärnan är så stor att den sticker upp en bit ovanför spolen. Matcha också spole och järnkärna så att spolen kommer så tätt inpå järnkärnan som möjligt. Trä en metallring som är ca 20 mm bred och 5 mm hög över järnkärnan. Koppla in strömbrytaren. När ström går genom spolen skickas ringen iväg. Testa gärna med ringar av olika material och storlekar. Om du har tillgång till flytande kväve kan ringen kylas i det för en kraftigt förstärkt effekt. Även järnkärnan kan kylas i flytande kväve.

**TEORI:** När växelström går genom spolen alstras ett kontinuerligt magnetfält kring den, vilket inducerar en ström i ringen. Enligt Lenz lag ska denna ström motverka sin orsak. Det innebär att den inducerade strömmen riktas så att den inducerar ett motriktat magnetfält. En kraft som kallas Lorentzkraften kommer då att skicka iväg ringen uppåt. Järnkärnan förstärker de båda magnetfälten som alstras i ringen och spolen. Det är viktigt att järnkärnan är i solitt järn för att få ett så starkt magnetfält som möjligt.

**SÄKERHET:** Använd en strömbrytare som endast leder ström när knappen hålls intryckt. Var försiktig när strömbrytaren kopplas till ett eluttag och använd välisolerade kablar. När ström går i kretsen får ingen elektronik vidröras. Se till att testa experimentet utomhus innan det görs inomhus; en bra Thomson's ring kan flyga flera meter upp i luften! Ett säkerhetsavstånd på runt 1-2 meter, beroende på hur mycket det blåser, kan vara lämpligt om experimentet görs utomhus.





# MIKROVÅGSUGN

Internet kryllar med historier om alla möjliga och omöjliga ting att köra i en mikrovågsugn. Här presenteras tre av dessa. Se till att alltid ha en bägare med vatten i mikrovågsugnen under körning. Om mikrovågsugnen går på tomgång förstörs till slut magnetronen (den komponent som alstrar mikrovågor). Plocka bort den roterande skivan i mikrovågsugnen för att undvika rotation.

**CD-SKIVA:** Stoppa in en CD-skiva i mikrovågsugnen och kör i ca 20 sekunder. Gnistor kommer att uppstå över skivan. Det här experimentet fungerar även med aluminiumfolie.

**GLÖDLAMPA:** Stoppa en glödlampa med glödtråd i en bägare med vatten så att vattenytan förbinder de båda kontaktytorna, dvs upp till lampans gängor. Stoppa in i mikron och kör i ca 20 sekunder. Ljuspulser kommer då att uppstå. Byt vatten emellanåt så att det inte börjar koka.

Trasiga glödlampor är bäst till detta experiment men även hela fungerar; glödtråden kommer snabbt att brinna av. Undvik halogenlampor eftersom de utvecklar giftiga gaser och ger en mycket svag effekt.

**PLASMA:** Gör en fästanordning för en tändsticka av t ex ett tuggat tuggummi, häftmassa eller ett borrarat hål i en träbit. Fäst tändstickan så att den pekar uppåt, och placera distanser kring fästanordningen. Tänd tändstickan med en annan tändsticka och sätt ett värmetåligt glas över. Se till att glaset står på distanserna så att syre kan komma in. Starta mikrovågsugnen på ca 15 sekunder. Ett svävande eldklot kommer att bildas i glaset. Detta experiment går även att göra med ett ljus.

## TEORI:

**CD-SKIVA:** Det elektromagnetiska fält som magnetronen alstrar inducerar strömmar i aluminiumfolien i CD-skivan. Detta skapar

lokala elektriska potentialskillnader och när dessa blir stora nog kommer en gnista bildas.

**GLÖDLAMPA:** När gasen upphettas av mikrovågorna joniseras den och ett plasma bildas. När elektroner faller tillbaka till olika energinivåer efter att ha varit exciterade i detta plasma kommer ljus på olika våglängder att sändas ut.

**PLASMA:** Eld är egentligen ingenting annat än ett plasma, dvs joniserad gas. När elektronerna i den joniserade gasen faller tillbaka från exciterade tillstånd sänds ljus ut. Det område som avger ljus är vad vi kallar eld. I detta experiment hettar mikrovågorna upp plasmat kring den brinnande tändstickan och den omkringliggande luften tills ett större plasma bildas då den omkringliggande luften joniseras.

**SÄKERHET:** Andas inte in några av de ångor som bildas under dessa experiment, de är svagt giftiga. Tänk på att föremål som körs länge i mikrovågsugn kan bli mycket varma. Använd värmehandskar. Var vaksam på att glaset kan spricka i det tredje experimentet, mikrovågsugnen ska då genast stängas av, annars kan den börja brinna. Se till att brandsläckare finns nära tillhands!

Det finns en risk att mikrovågsugnen går sönder då dessa experiment utförs eftersom magnetronen inte är konstruerad för att klara de förhållanden som uppstår t ex när plasma bildas.





# FLYTANDE KVÄVE

Det här är bara ett axplock av allt som kan göras med flytande kväve; improvisation och god fantasi är nyckeln till att komma åt flytande kväves fulla potential! Börja med att fylla en frigolitlåda med flytande kväve.

**KERAMIKKOPP:** En keramik kopp kan användas för att hålla flytande kväve på olika ytor. Om flytande kväve hålls på en plan yta kommer det att rusa omkring tillsynes helt utan friktion. Flytande kväve kan även hållas på händer, men endast om ringar och andra accessoarer först tagits bort och under mycket kort tid, max under ca 1-2 sekunder. Det är viktigt att handen vinklas neråt och att man spretar med fingrarna så att det flytande kvävet snabbt rinner av. Ta aldrig flytande kväve i munnen utan att ha fått en gedigen genomgång av någon med tidigare erfarenhet av detta!

**BLOMMA:** Om en blomma sänks ner i flytande kväve under några sekunder kan dess kronblad och blad sedan krossas som skör is i handen.

**GODIS:** Prova att lägga skumgummigodis eller popcorn i flytande kväve och ät sedan genast upp det. Det kommer då att ryka ur munnen.

**KORV I HANDSKE:** Stoppa en korv i ett finger på en diskhandske och trä på handsken på handen. Stoppa sedan ned korvfingret i flytande kväve så att det fryses ner. Sänk inte ner handen så långt att andra fingrar frysskadas. Lägg sedan korvfingret på en bräda och slå sönder det med en hammare.

**FRUKT-HAMMARE:** Placera en frukt i flytande kväve och låt den bli genomfrost. Prova sedan att slå i en spik i en planka med frukten.

**BALLONGER:** Blås upp flera ballonger. Om en ballong pressas ner i flytande kväve kommer luften inuti, som ju till stor del består av kväve, att bli flytande. Till följd av detta blir ballongen alldeles platt och sladdrig. Flera ballonger kan på detta sätt pressas ner i en liten frigolitlåda. Dessa kan sedan blåsas upp en och en genom att man tar upp och blåser på dem från utsidan.

**FILMBURK:** Leta fram en gammal filmburk till analog kamerafilms och fyll den med flytande kväve. När locket sätts på kommer det på grund av trycket skjutas iväg.

**PET-FLASKA:** Häll 1-2 dl flytande kväve i en 1,5 liters PET-flaska och förslut den väl. Flaskan kommer efter 10-15 minuter att explodera. Detta experiment ska göras utomhus, med ett säkerhetsavstånd på ca 25 m, där det inte finns risk för att någon utomstående råkar gå förbi. Skulle det ändå komma någon ska denna person informeras om vad som är på gång.

Det är viktigt att flaskan försluts väl, annars kan flaskan antingen hamna i ett tillstånd där den endast exploderar vid beröring eller inte exploderar alls. Två sätt att skynda på förloppet är att ställa flaskan i t ex en papperskorg med varmt vatten eller att fylla flaskan med mer flytande kväve, dock inte mer än 3 dl! En annan kul, och säkrare, variant är att binda fast en sten vid flaskan och sänka ner den från en brygga eller ner i ett större vattenfyllt kärl, som t ex en regntunna eller ett oljefat.

Om flaskan inte exploderar när du utför experimentet finns det två saker att göra. Nummer ett är att från ett säkert avstånd, ungefär 25 m, försöka kasta sten på flaskan, den är ofta extremt instabil och exploderar av minsta vindpust som får den att ramla. Nummer två är att skärma av och vänta. Om flaskan inte exploderat inom en timme är det osannolikt att den kommer att göra det, då är det enda alternativet att försöka skärma av platsen så väl som möjligt och vänta minst ett dygn. Därefter är det säkert att närma sig flaskan. Detta kan vara värt att ha i åtanke när du väljer plats för experimentet.

**DATOR:** För att en dator ska starta behöver den ett moderkort med tillhörande processor, ett RAM-minne, ett grafikkort och





ett nätverksaggregat med tillhörande kablage för strömtilleför-sel. Koppla ihop dessa komponenter och demontera ordinarie kylsystem för processorn. Placera istället någon form av tät behållare av metall över processorn. Starta nu datorn och gå in i BIOS, lokalisera var processorns arbetstemperatur läses av samt hur överklockning regleras. Fyll kyltornet med flytande kväve och experimentera med hur mycket processorn kan överklockas. Kom ihåg att processorn eller andra viktiga komponenter på moderkortet kan förstöras under processen! Undvik även kontakt mellan flytande kväve och elektronik i övrigt.

**TIPS!** När du fryser ner saker i flytande kväve vet du att de är genomkylda när det slutat bubbla kraftigt om föremålet. När experimentet är över kan det vara roligt att leta upp en trappa att hålla ut resten av det flytande kvävet i.

**TEORI:** Luften vid havsnivån består till 74 % av kväve. Detta kväve komprimeras 694 gånger för att bilda flytande kväve med en temperatur av 77K eller  $-196^{\circ}\text{C}$ . Flytande kväve kokar vid rumstemperatur. Dessa egenskaper förklarar alla experimenten ovan. Experimenten med PET-flaskan, filmburken och ballongen bygger på dekompression som sker då kväve övergår till gasform igen. Det blir då 694 gånger större. Som ett räkneexempel blir 1 dl, dvs 0,1 liter, flytande kväve  $0,1 \text{ liter} \times 694 = 69,4 \text{ liter} \sim 70 \text{ liter}$  kvävgas. Detta är grunden till det höga tryck som skjuter iväg filmburkens lock eller spränger flaskan.

Att hålla flytande kväve på händer och ytor fungerar eftersom det bildas ett isolerande gaslager mellan ytan och det flytande kvävet på grund av den stora temperaturskillnaden. Det är precis samma effekt som när vatten hålls på en varm platta. Frukten, blomman och korv-fingret bygger på att dessa innehåller stora mängder vatten som fryser till is. Denna isklump kan sedan användas för att slå ner en spik eller slås sönder med en hammare.

**SÄKERHET:** På grund av den stora skillnaden i temperatur mellan flytande kväve och kroppen kan man bränna sig på flytande kväve. Brännskadorna blir som brännblåsor efter kokande vat-

ten. Hantera därför flytande kväve varsamt. Brännskador uppstår endast vid direktkontakt med flytande kväve, det går alltså bra att exempelvis ha det i handen så länge det skyddande gaslagret finns där. Men om flytande kväve ligger mer än ungefär en sekund på samma punkt försvinner gaslagret och man kan få en mindre brännskada. Ta inte flytande kväve i munnen.

Var även uppmärksam på att metaller byter temperatur mycket snabbt och leder kyla mycket bra, samt att textilier binder flytande kväve och blir då blöta och  $-196^{\circ}\text{C}$ ! Tänger blir exempelvis kalla väldigt fort och ska hanteras med vadderade handskar, men handskarna får inte komma i kontakt med flytande kväve eftersom de då blir blöta av flytande kväve. Av samma anledning får en person med tandställning under inga omständigheter ha flytande kväve i munnen!

Kontakt mellan flytande kväve och glas ska undvikas. Glas är mycket inelastiskt och då den del av glaset som är i kontakt med kvävet kontraherar, bildas spänningar mellan den kylda delen av glaset och den icke-kylda, vilket kan leda till att glaset spricker. Flytande kväve ska alltid förvaras i ett keramik-, metall- eller plastkärl.

Det är förbjudet att hålla ut flytande kväve i avloppet!





# ELASTISKA STÖTAR

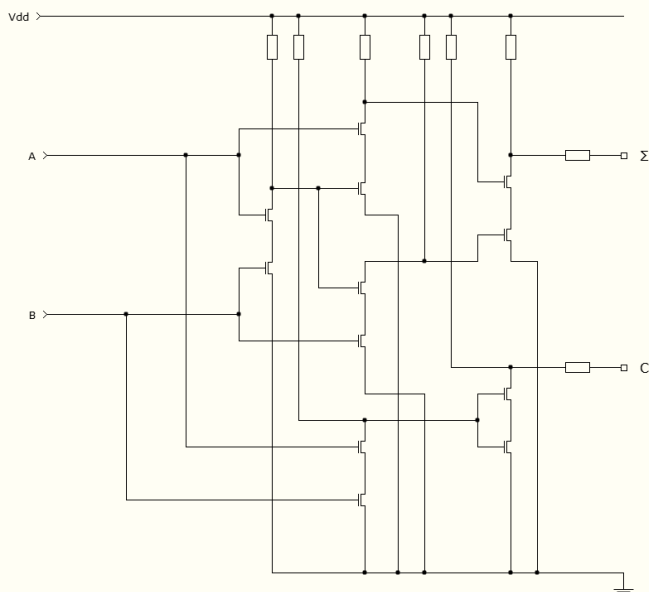
Skaffa några elastiska bollar, dvs bollar som studsar bra, av varierande storlek. Håll bollarna så att den största är längst ner och den minsta högst upp. Släpp bollarna. Bollen högst upp flyger då väldigt långt. Börja med två bollar om det är svårt att släppa flera. En tennisboll och en basketboll fungerar bra.

**TEORI:** Rörelsemängdens bevarande (rörelsemängd är massa multiplicerat med hastighet:  $p = m \text{ gånger } v$ ) samt det faktum att stötarna är elastiska gör att den översta bollen får rörelsemängden från alla de undre bollarna om de studsas rätt. Om du använder två bollar och den undre bollen är tung och den övre lätt får alltså den övre bollen mycket stor rörelsemängd, och därigenom även en hög hastighet.

**SÄKERHET:** Den översta bollen kan flyga väldigt långt, så detta experiment lämpar sig inte väl om det finns ömtåliga föremål eller utomstående i närheten.

# LOGISK KRETS

## KOPPLINGSSHEMA



### MATERIAL:

- › 12 FET:s (Field Effect Transistor)
- › 6 100 Ohm resistorer
- › 2 10 Ohm resistorer
- › Kretskort
- › Elektronikkablar
- › Strömkälla för 5V likspänning
- › Verktyg för kabel bearbetning
- › Lödkolv med lödtenn
- › Multimeter
- › 2 LED (Light Emitting Diod)





Transistorerna ska klara minst 10 V och ha en tröskelspänning på max 4 V. Kontrollera databladet eller tala med butikspersonalen så att du får rätt transistor. Var också noga med att identifiera vilken pin som är vilken på transistorn.

Löd samman kretsen enligt kopplingsschemat. De sex resistorerna högst upp ska vara 100 Ohm, de andra två ska vara 10 Ohm. Koppla  $V_{dd}$  slingan högst upp till en spänningskub som levererar 5 V. Koppla förslagsvis också ingångarna A och B via varsin switch till  $V_{dd}$  linan, annars måste dessa ha separata 5 V-källor. För att mäta av utgångarna kan en multimeter användas. Annars är det möjligt att koppla in en LED till varje utgång och se om den lyser eller inte. I varje fall måste utgångarna kopplas till jord. Kopplingsschemat skulle se ut som här intill, fast utgångarna skulle vara kopplade till jord via varsin LED samt att en switch skulle gå till vardera ingång från  $V_{dd}$ . Ställ sedan switcharna i alla olika kombinationer och observera utsignalen.

**TEORI:** Detta är en typ av adderare, närmare bestämt en halv-adderare. Denna krets kan lägga ihop signalerna A och B som antingen kan vara på eller av (1 eller 0). En sådan signal kallas en bit; denna adderare kan alltså addera två bits. Resultatet kan läsas av i utkanalerna C och  $\Sigma$ , där C står för "carry" och  $\Sigma$  står för summa. Resultatet kan presenteras i en sk sanningstabell som:

A	B	C	$\Sigma$
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

Denna adderare räknar i den något ointuitiva talbasen två, istället för den vanliga talbasen 10. Precis som att talbasen 10 påbörjar ett nytt tiotal var tionde siffra så påbörjar denna adderare ett nytt tvåtal varannan siffra. I tiobassystemet erhålls en rest vid addition av två tal vars summa är större än 10, denna rest är ett tiotal. I tvåbassystemet erhålls en rest vid addition av två tal vars summa är större än två, denna rest är ett tvåtal. Det totala svaret blir sedan summan plus siffran i minnet (resten), t ex  $5 + 6 = 1 + 10$  i minne = 11 i tiobassystemet och  $1 + 2 = 1 + 2$  i minne = 3. Därav carry-kanalen; carry är engelska för att ha en siffra i minnet.

**SÄKERHET:** Eftersom likström används i detta experiment är det i stort sett ofarligt men kontrollera att elektroniken har rätt specifikationer, annars kan komponenter smälta. Var också försiktig med lödutrustningen, den kan orsaka både brännskador och brand om den inte hanteras varsamt.



# MATERIAL

Förutom kemikalier kan det mesta du behöver till experimenten i den här boken hittas på internet. Nedan följer en lista med tips.

- › Kemikalier: Fråga din kemilärare efter hjälp med kemikalier. Om experimentet utförs i skolan under en lärares uppsikt brukar det vara enklare att få tillgång till kemikalier. Om din förening eller projektgrupp är sponsrad av ett naturvetenskapligt och/eller ett teknikföretag eller en skola/ universitet kan dessa beställa kemikalier från en kemikalieleverantör, t.ex. Fisher, Merck eller WWR. Borax kan man få tag på i vissa färgaffärer.
- › Gaser: Se avsnittet om kemikalier, men byt ut kemikalieleverantörerna mot gasleverantörer som Aga eller Air liquid. Gaser kan även köpas som privatperson från dessa företag, men det är generellt sett dyrt och de kräver ofta goda motiveringar.
- › Flytande kväve: Se avsnittet om gaser. Om det skall köpas av ett företag krävs en termos. Bäst är att låna kväve med tillhörande kärl från ett universitet.
- › Elektronik: Elektronik som spole, brytare, spänningskub, transistorer, resistorer mm lånas förslagsvis från ett gymnasium eller universitet. De finns annars att köpa i en elektronikhandel, t ex ELFA.
- › Övrigt: Pulverbrandsläckare, handhållen gasbrännare, plexiglas och impregneringsmedel finns att köpa i bygghandeln, t ex på Clas Ohlson. Kopparråd kan man köpa i form av sladd på metervera. Metallrör, magneter och metallkuler går att beställa av de flesta leverantörer av skolmaterial, fråga din fysiklärare. De kan också köpas i en järnhandel. Glukos kan köpas på apotek eller i en mataffär. Citronsyra och karamellfärg hittar du också i mataffären, natriumbikarbonaten finns i kryddhyllan under namnet bikarbonat och ättiksyra säljs ofta som ättikssprit. Doftolja kan köpas i en parfymaffär. T-röd kan köpas på en bensinmack. Sand kan köpas i en djur- eller hobbyaffär.

# TACK

- › Robert Piehl-Fridqvist för Rubens Rör
- › Yi-Hua Zhang för halv-adderaren
- › Södertäljes Unga Forskares Förening (STUFF) för inspiration
- › Sara Makvandi, Andoria Kotronia, Maria Valeur samt författarna av äldre aktivitetsböcker för inspiration
- › Tove Ladberg för stöd och administration

# OM STUDIE- FÖRBUNDET VUXENSKOLAN

Experimenthandboken är ett resultat av samarbete mellan Studieförbundet Vuxenskolan (SV) och Förbundet Unga Forskare.

Om du och dina kompisar är sugna på att utöva experimenten och lära er mer kan ni starta en projektgrupp eller förening i Förbundet Unga Forskare. Dessutom kan SV hjälpa er att starta en studiecirkel. SV kan erbjuda studiecirkelar i det mesta, enda kriteriet är egentligen att du är nyfiken och intresserad! Ekonomiskt stöd får ni då från Förbundet Unga Forskare och SV kan bland annat hjälpa er att hitta en lokal.

**VAD ÄR EN STUDIECIRKEL?** En studiecirkel består av tre viktiga delar: Studiematerial, deltagare och en cirkelledare. Cirkelledaren kan vara en i gruppen, men har ansvaret för planering och uppföljning av träffarna. Studiematerialet kan till exempel vara just den här Experimenthandboken, mer behövs inte! Här finns de där experimenten som man såg på Hjärnkontoret som liten, men saknat på skolans kemilektioner. Den ger även viktig information om vilka säkerhetsåtgärder du behöver vidta för att slippa få förkolnat hår eller frätmärken när du utför experimenten.

**HUR GÖR MAN?** Ta kontakt med er närmaste SV-avdelning (finns att hitta på [www.sv.se](http://www.sv.se)) och berätta att ni vill starta en studiecirkel. Då får ni en kontaktperson som kan hjälpa till att göra upp en plan över hur studiecirkeln ska se ut och var ni ska hålla den.

Ni träffas minst tre gånger för att tillsammans utföra experimenten, utbyta kunskap, ha roligt och lära er nya saker. Sen

dokumenterar ni ert arbete i studiecirkeln. Ni för cirkeldagbok, och kan till exempel starta en blogg där ni redogör för experimenten med bilder. Eller kanske hålla en vetenskapsshow för kemimagistern, lillbrorsan eller den där tjejen eller killen ni vill impa på med era kemi-skills...

**CIRKELTRÄFFARNA** Den första cirkelträffen kan ni exempelvis börja med att berätta lite om er själva om ni inte känner varandra så bra. Sen kan ni bläddra igenom Experimenthandboken och komma överens om vilka experiment ni vill utföra (om inte alla). Det kan vara bra att föra anteckningar över vilka förväntningar och mål alla har på cirkeln, för att kunna följa upp dessa. Diskutera hur ofta ni vill ses och vad ni vill göra under träffarna. Vill ni till exempel bjuda in någon expert i ämnet? Vad behöver ni för material och hur får ni tag på det?

Under resterande träffar kan ni sen försöka ha en röd tråd att återgå till, där ni håller er till den plan ni först utarbetade tillsammans. Sen hjälps ni helt enkelt åt att genomföra experimenten, och kan förslagsvis avsluta varje gång med att diskutera dem. Vad har ni lärt er av dem, vad var roligt? Planera också hur ni vill att nästa träff ska se ut. Ni får hålla hur många träffar ni vill, men minst tre är oftast nödvändigt.

Se till att ha roligt under tiden, och glöm inte att diskutera vad ni lärt er! Kanske kan ni övertala kemi- eller fysikläraren till att ha lite roligare experiment i skolan också?





---

**FÖRBUNDET  
UNGA FORSKARE**

LILLA FRESCATIVÄGEN 4 C  
114 18 STOCKHOLM

