

Foto: KRC

Explosiva blandningar i kemiundervisningen

Kursdag 25/4 2025, Chalmers

Cecilia Stenberg, KRC

Jenny Olander, KRC

Stockholms universitet

KRC
Kemilärarnas resurscentrum

Program för dagen

08.30	Drop-in morgonkaffe
09.00	Introduktion om explosiva blandningar i undervisningen & säkerhetsgenomgång
10.00	Laborationspass 1
12.15	Lunch
13.15	Laborationspass 2
15.00	Nyheter om forskning och utbildning på Chalmers Aleksandar Matic, Lynga Norman Huang, Per Malmberg och Ulf Jäglid Inklusive fika
16.00	Gruppdiskussion och sammanfattning
16.30	Sammanfattning

Stockholms universitet

KRC
Kemilärarnas resurscentrum



Elden flyger genom klassrummet när prisbelönte läraren Christian Killiner blåser niktpulver genom ett elrör. Se och hör hur det låter i klippet. **Foto: Tommy Bergman/SVT**

- Det finns något spännande med experiment som poppar, fräser och exploderar.
- De inbjuder till ett spännande sätt att utforska grundläggande principer för kemi och fysik.

[Länk till programmet]

Christians lektioner kräver tillstånd från MSB – kemiläraren prisas

UPPDATERAD 25 FEBRUARI 2025 PUBLICERAD 25 FEBRUARI 2025

Stockholms universitet

KRC Kemilärarnas resurscentrum


Anwar Amro/AFP/Getty Images

Men… viktigt med ett etiskt perspektiv

Kriminalitet, krig, terrorism och olyckor.

Både stora och små mängder av explosiva blandningar kan vara mycket skadliga eller dödliga.



Stockholms universitet

KRC
Kemilärarnas resurscentrum

Svartkrut och sprängmedel



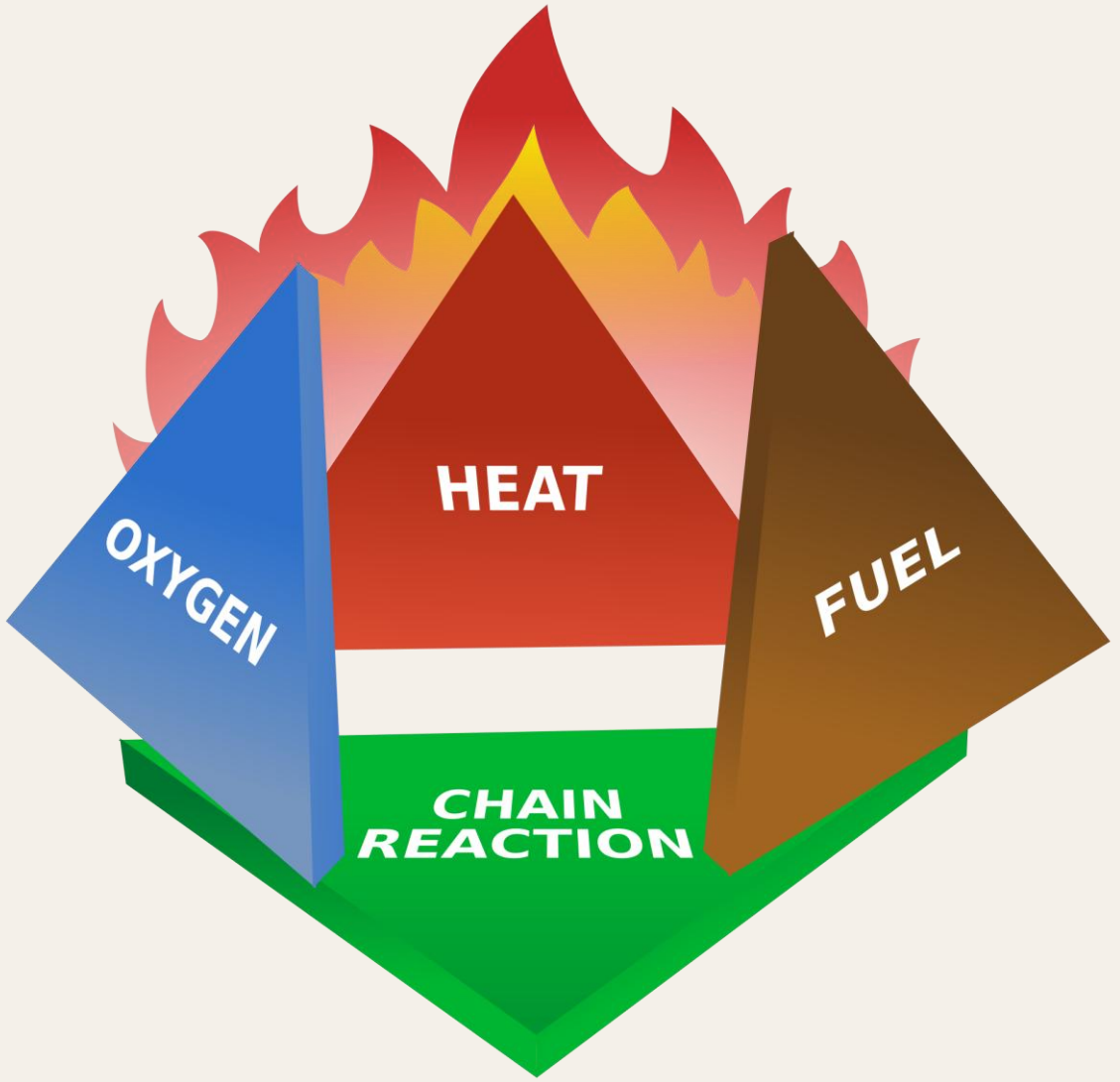
→ Film som visar skillnaden mellan svartkrut och sprängmedel

Brandtriangeln i 3D

För en brand behövs bränsle, tillgång på syre och värme.

Förbränning är en kemisk reaktion som matar en eld med värme och låter den fortsätta.

När en brand har startat upprätthåller den resulterande **exoterma kedjereaktionen** branden och låter den fortsätta tills syret, bränslet eller värmen tar slut eller begränsas.



https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/99/Fire_tetrahedron.svg/440px-Fire_tetrahedron.svg.png

Stockholms universitet

KRC
Kemilärarnas resurscentrum

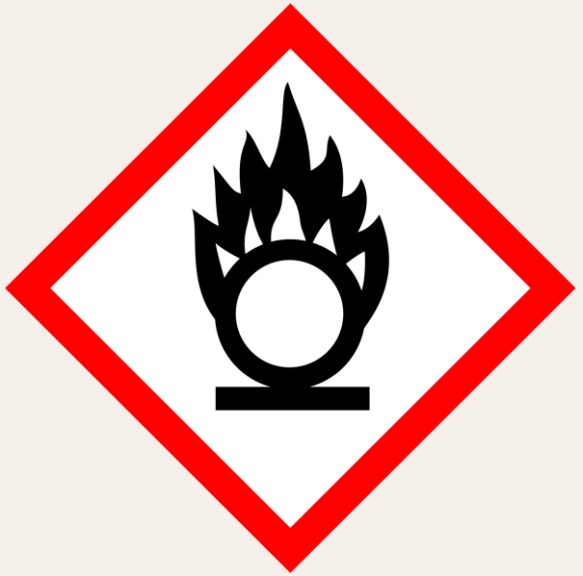


Oxiderande ämnen

I en kemisk reaktion bidrar ett oxiderande ämne med syre i vilket ett bränsle brinner.

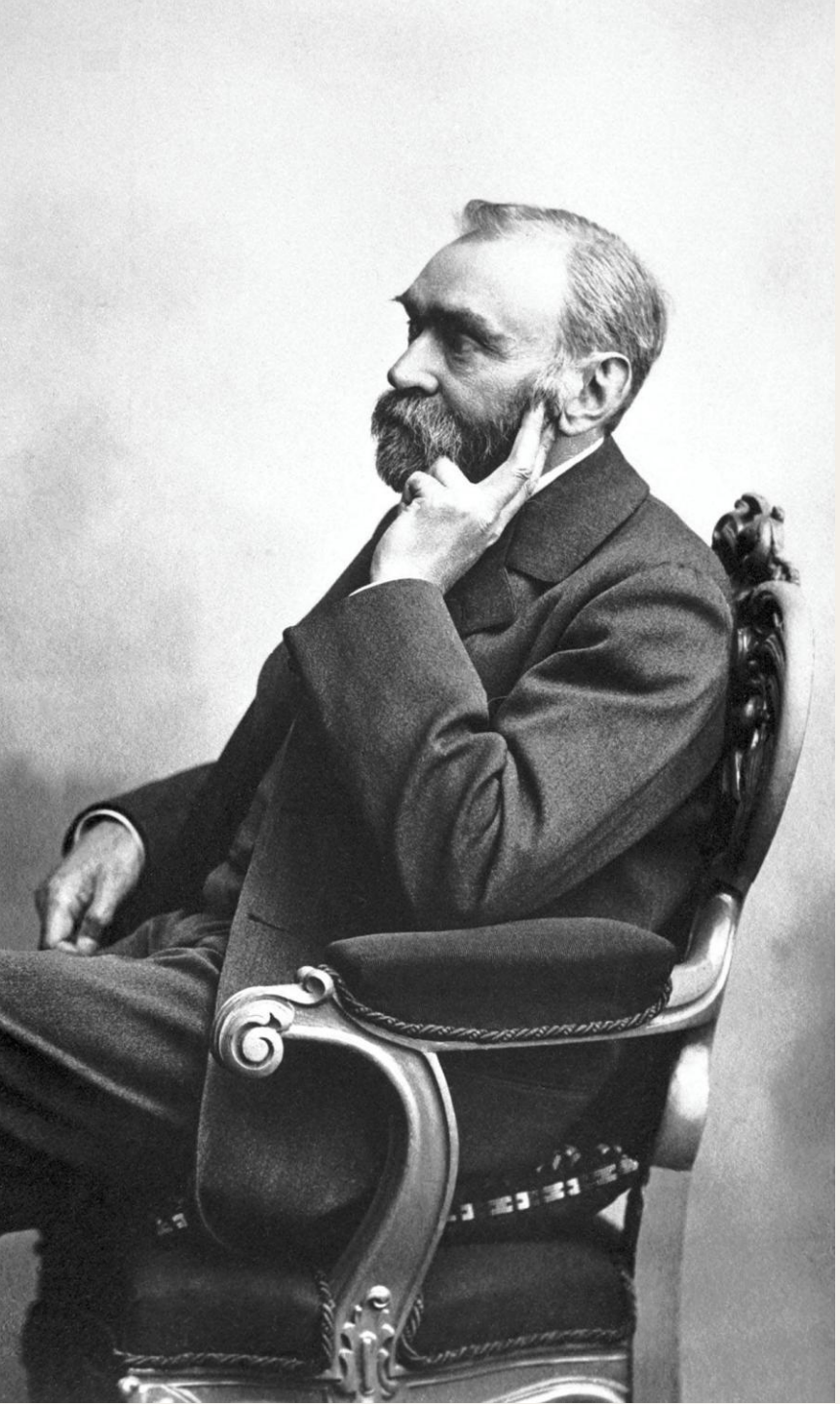
På den enklaste nivån kan oxidationsmedlet vara luft eller syre.

Oxiderande ämnen förvaras åtskilt från brännbara ämnen för att undvika oönskade reaktioner.



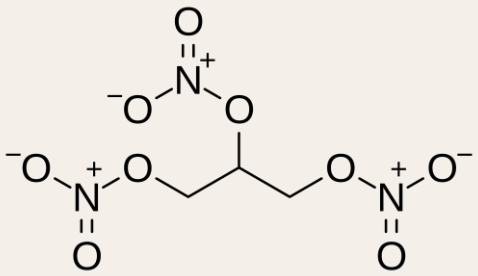
Stockholms universitet

KRC
Kemilärarnas resurscentrum



Alfred Nobel, nitroglycerin och vidare

Ibland är det explosiva ämnet både oxidationsmedel och bränsle.
Nitroglycerin, är ett sådant instabilt ämne.



$$2\ C_3H_5N_3O_9(l) \rightarrow 6\ CO_2(g) + 5\ H_2O(g) + 3\ N_2(g) + 0{,}5\ O_2(g) + \text{energi}$$

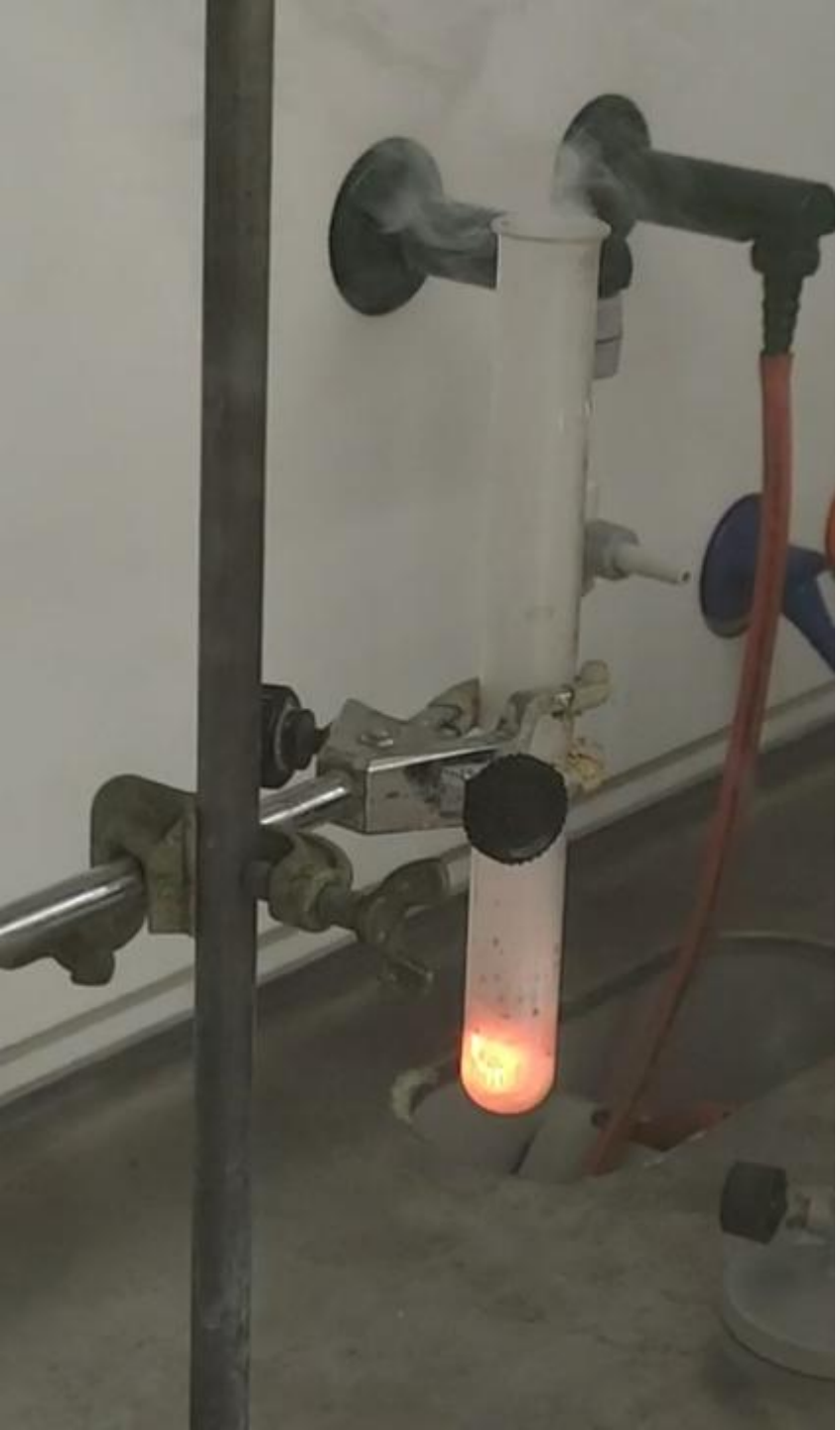
1867 Alfred Nobel patenterar **dynamit** i Sverige

1872 Nobel får patent på **spränggelatin.***

* Bomullskrut gelatinerad med nitroglycerin.

Stockholms universitet

KRC
Kemilärarnas resurscentrum



Vad är explosiva blandningar?

Enligt Lag 2010:1011 om brandfarliga och explosiva varor (LBE) 4 §

- Explosiva ämnen, blandningar och föremål, samt
- ämnen, blandningar och föremål som inte klassificeras som explosiva men som tillverkas i avsikt att framkalla en verkan genom en explosion eller en pyroteknisk effekt.

Enligt MSBFS 2010:4 om brandfarliga eller explosiva varor, 3 kap. 1 §

- Explosiva ämnen och blandningar är fasta eller flytande ämnen eller blandningar som i sig själva genom kemisk reaktion kan alstra gaser med sådan temperatur och sådant tryck, samt med sådan hastighet att de kan skada omgivningen.

Webbutb fördjupning explosiva ämnen och blandningar_Rev2014 (msb.se)

Stockholms universitet

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap

KRC
Kemilärarnas resurscentrum

Från 1 april 2025 tillåts lärare genomföra några demonstration utan tillstånd

Från 1 april 2025 gäller MSBFS 2025:2 föreskrifter om hantering av explosiva varor.

Detta innebär att behöriga kemilärare har tillåtelse att i sin undervisning genomföra ett antal olika demonstroner med explosiva blandningar i liten skala. Detta är resultatet av ett samarbete mellan MSB, verksamma lärare och KRC under 2023-2025.



Obs!

Om du vill göra andra demonstrationer eller låta eleverna laborera själva med explosiva blandningar? Då behöver du söka tillstånd. Mer information hittar du i den här artikeln.

Artikel i KRC:s IB nr 1 2020

Stockholms universitet

KRC
Kemilärarnas resurscentrum

Sprängämnesprekursorer

…ämnen som kan användas som utgångsämnen vid sprängämnestillverkning.

- Ny EU-förordning 2019/1148. Tillämpas från 1 februari 2021 (exempel på ämnen till höger.)
- Slutanvändarförsäkring
- Krav på att rapportera: stölder, försvinnanden samt ”misstänkta transaktioner” inom 24 timmar.

T.ex. att någon försöker få tillgång till prekursorer (som inte borde ha det) prekursor@polisen.se eller 114 14

Polisen

Om sprängämnesprekursorer – MSB

Bilaga I (Restriktioner)	Bilaga II (Rapporteringskrav)
Väteperoxid	Aceton
Nitrometan	Hexamin
Salpetersyra	Kaliumnitrat
Kaliumklorat	Natriumnitrat
Natriumklorat	Kalciumnitrat
Kaliumperklorat	Kalciumammoniumnitrat
Natriumperklorat	Magnesiumnitrat
Svavelsyra	Aluminiumpulver
Ammoniumnitrat	Magnesiumpulver

Stockholms universitet

KRC Kemilärarnas resurscentrum

Explosiva ämnen och begrepp



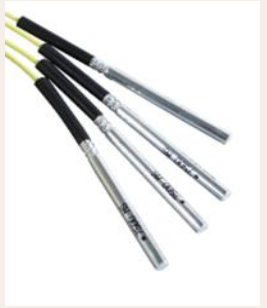
ANFO – Wikipedia
Ammoniumnitrat
+ Fuel-oil



Nobels Extradynamit



Svartkrut: Svartkrut – Wikipedia
Krut: Krut – Wikipedia



Sprängkapslar



Pentyl (sprängämne) – Wikipedia



Pikrinsyra – Wikipedia
2,4,6-Trinitrofenol (TNP)



Trotyl
2,4,6-Trinitrotoluen
(TNT)



Block av Trotyl

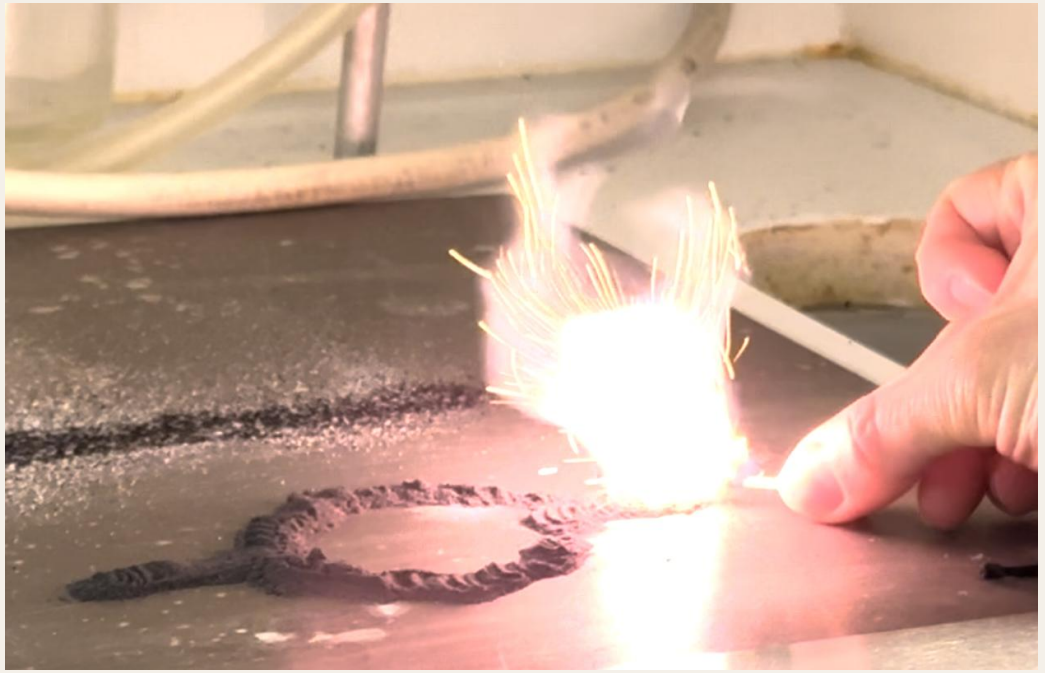


Pentylstubin

Tillverkning i skolan – pyrotekniska tillämpningar

Definition av pyroteknisk sats:
en pulverblandning med oxidationsmedel och bränsle som huvudbeståndsdelar.

- Vanliga **oxidationsmedel**: nitrat-, klorat- eller perkloratsalter.
- Som **bränsle** kan organiska ämnen, svavel eller metallpulver användas.
- För att få önskade **effekter** tillsätter man ämnen som bidrar till att framkalla värme, ljus, ljud, gas, rök, eller kombinationer av dessa.



Vilka syften kan man ha med demonstrationerna?

Historiskt perspektiv

Förbränning

Exoterm reaktion

Riskbedömning



Kemisk reaktion

Fyrverkerier

Fasförändring

Formelskrivning

Stockholms universitet

KRC
Kemilärarnas resurscentrum

Dagens demonstrationer

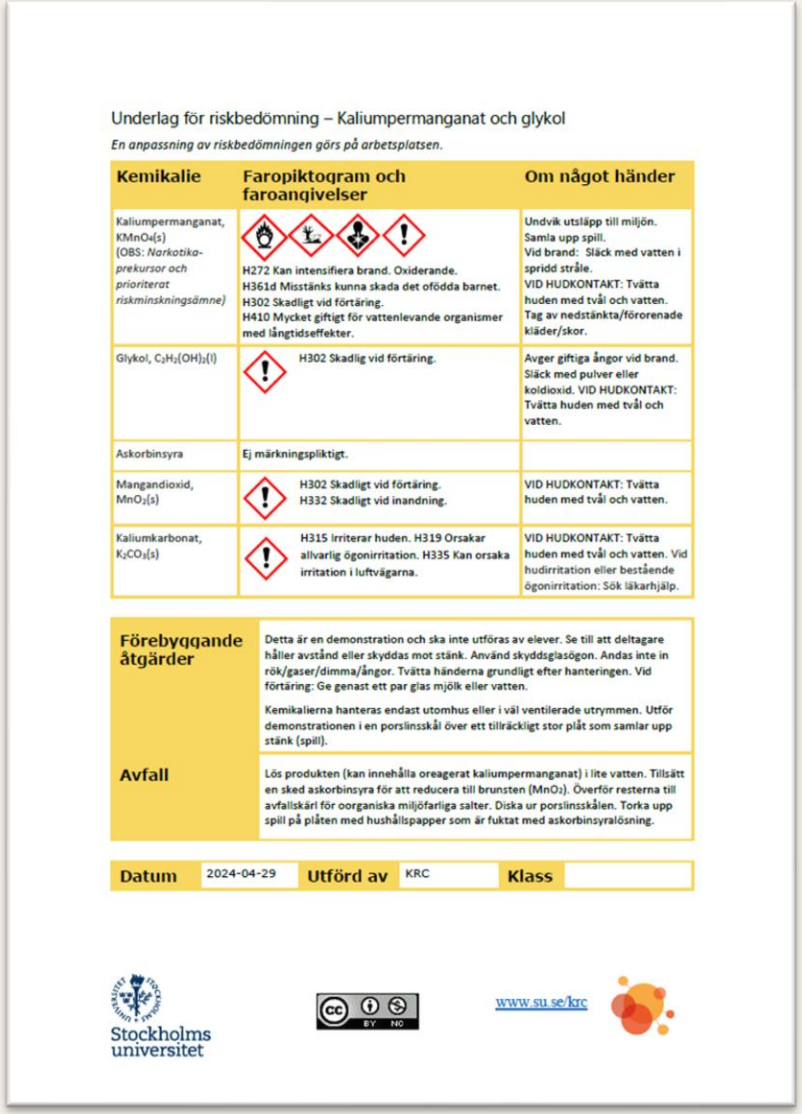
	Namn (och länk till filmer)	Kemikalier
1	Svartkrut	Kaliumnitrat, $KNO_3(s)$, kol, svavel
2	Nitrerad cellulosa	Bomull/papper, svavelsyra, salpetersyra
3	Knallpulver	Kaliumklorat, $KClO_3(s)$, svavel
4ab	Kaliumnitrat med a) kol och b) socker	$KNO_3(l)$, kol, socker
4c	Energirika skumbilar, Screaming Jelly Baby	Kaliumperklorat, $KClO_4(l)$, godis
6	Ammoniumnitrat och zink med ammoniumklorid (katalysator)	$NH_4NO_3(s)$, zink, $NH_4Cl(s)$
7	Kaliumklorat med socker och järnpulver	$KClO_3(s)$, socker, järn
8	Bengalisk eld	$KClO_3(s)$, svavel, metallnitrat av Sr, Ba…
	Kaliumpermanganat och glykol	$KMnO_4(s)$, $C_2H_4(OH)_2$

Övergripande riskmedvetenhet är A och O

Laborationer som innehåller moment med hantering av reaktiva och starkt frätande ämnen kräver försiktighet och medvetenhet om riskerna samt helst en viss **labbvana**.

Vi har valt att låta de 8 försöken vara **demonstrationer** istället för elevförsök.

Ett sätt att ytterligare minska riskerna är att **begränsa mängden** reaktiva kemikalier så långt som möjligt. Ju mindre mängd, ju mindre risk för skador om något skulle gå fel.



Underlag för riskbedömning – Kaliumpermanganat och glykol

En anpassning av riskbedömningen görs på arbetsplatsen.

Kemikalie	Faropiktogram och faroangivelser	Om något händer
Kaliumpermanganat, $KMnO_4(s)$ (OBS: *Narkotika-prekursor och prioriterat riskminskningsämne*)	H272 Kan intensifiera brand. Oxiderande. H361d Misstänks kunna skada det ofödda barnet. H302 Skadligt vid förtäring. H410 Mycket giftigt för vattenlevande organismer med långtidseffekter.	Undvik utsläpp till miljön. Samla upp spill. Vid brand: Släck med vatten i spridd stråle. VID HUDKONTAKT: Tvätta huden med tvål och vatten. Tag av nedstänkta/förorenade kläder/skor.
Glykol, $C_2H_2(OH)_2(l)$	H302 Skadlig vid förtäring.	Avger giftiga ångor vid brand. Släck med pulver eller koldioxid. VID HUDKONTAKT: Tvätta huden med tvål och vatten.
Askorbinsyra	Ej märkningspliktigt.	
Mangandioxid, $MnO_2(s)$	H302 Skadligt vid förtäring. H332 Skadligt vid inandning.	VID HUDKONTAKT: Tvätta huden med tvål och vatten.
Kaliumkarbonat, $K_2CO_3(s)$	H315 Irriterar huden. H319 Orsakar allvarlig ögonirritation. H335 Kan orsaka irritation i luftvägarna.	VID HUDKONTAKT: Tvätta huden med tvål och vatten. Vid hudirritation eller bestående ögonirritation: Sök läkarhjälp.

Förebyggande åtgärder	Detta är en demonstration och ska inte utföras av elever. Se till att deltagare håller avstånd eller skyddas mot stänk. Använd skyddsglasögon. Andas inte in rök/gaser/dimma/ångor. Tvätta händerna grundligt efter hanteringen. Vid förtäring: Ge genast ett par glas mjölk eller vatten. Kemikalierna hanteras endast utomhus eller i väl ventilerade utrymmen. Utför demonstrationen i en porslinsskål över ett tillräckligt stor plåt som samlar upp stänk (spill).
Avfall	Lös produkten (kan innehålla oreagerat kaliumpermanganat) i lite vatten. Tillsätt en sked askorbinsyra för att reducera till brunsten (MnO_2). Överför resterna till avfallskärl för oorganiska miljöfarliga salter. Diska ur porslinsskålen. Torka upp spill på plåten med hushållspapper som är fuktat med askorbinsyralösning.

Datum	2024-04-29	Utförd av	KRC	Klass	

Stockholms universitet

www.su.se/krc

1. Kaliumnitrat, kol och svavel – svartkrut

Observera att mängderna och handhavandet för demonstrationerna i detta häfte är anpassade för att få genomföras enligt undantaget tillstånd från MSB i 10§ av MSBFS 2025:2. Samtliga försök är tänkta som demonstrationer och ska genomföras i dragskåp alternativt utomhus. Använd alltid skyddsglasögon och skyddskläder.

Det är viktigt att explosiva blandningar förbränns i öppna kärl eller på en öppen yta. Om de stängs in så kommer kärlet att sprängas till följd av de utvecklade gaserna och den plötsliga tryckökning som leder till explosion. Definitionen för en explosion är en process där energi frigörs snabbt och ger upphov till en tryckökning som skapar en tryckvåg. Explosiva blandningar kan antändas av statisk elektricitet som kan uppkomma exempelvis vid omrörning med metallsked eller vid kontakt mellan olika tyger. Hantera därför alla explosiva blandningar med stor försiktighet.

Inledning

Ett sprängmedel är ett ämne eller en blandning av ämnen som vid antändning hastigt sönderfaller och ger gasutveckling. Svartkrut är ett sprängmedel, som består av kaliumnitrat, kol och svavel. Det uppfanns troligen på 800-talet i Kina. Svartkrutet packades i bamburör och så var kanonen uppfunnen. Svartkrutet användes förr för kanoner, handeldvapen, musköter, sprängning i gruvor, väg- och kanalbyggen men även till fyrverkerier. Idag används krutet bland annat i patroner, salutkanoner, skott, smällare och i fyrverkerier. Ett problem är att blandningen är fuktkänslig. Svartkrut kan också reagera med metaller och svavlet kan oxideras till svavelsyrlighet. Svartkrut är olämpligt att använda i gruvor eftersom det vid ofullständig förbränning bildas en hög halt av kolmonoxid (cirka 30 %). När nitratjoner upphettas sönderfaller de till nitritjoner och syre, vilket påskyndar förbränningsreaktioner.

$2NO_3^- \rightarrow 2NO_2^- + O_2(g)$

Vid fullständig förbränning av svartkrut är flera reaktioner möjliga exempelvis;

$4KNO_3(s) + 2C(s) + 2S(s) \rightarrow 2CO_2(g) + 2N_2(g) + 2K_2SO_4(s)$

$4KNO_3(s) + 4C(s) + S(s) \rightarrow 2CO_2(g) + 2N_2(g) + SO_2(g) + 2K_2CO_3(s)$

Det krävs en omfattande process med finfördelning av de olika beståndsdelarna var för sig för att tillverka svartkrut till ett homogent och reaktivt svartkrut. Det är inte tillräckligt att bara blanda 75 % kaliumnitrat, 15 % träkol och 10 % svavel.

Syfte

Förslag: Svartkrut ur ett historiskt perspektiv, fyrverkerikemi, luftföroreningar/arbetsmiljö, förbränning, exoterm, kemisk reaktion, fasförändring, stökiometri.

Underlag för riskbedömning - Tillverkning av svartkrut

En anpassning av riskbedömningen görs på arbetsplatsen.

Kemikalie	Faropiktogram och faroangivelser	Om något händer
Kaliumnitrat, $KNO_3(s)$	 H272 Kan intensifiera brand. Oxiderande.	Undvik att blanda med brännbara ämnen. Hålls åtskilt från kläder och andra brännbara material. Vid uppvärmning sönderfaller ämnet och utvecklar giftiga, nitrösa gaser. Släck med vatten i spridd stråle. Använd EJ skum, pulver eller koldioxid. Nitrater i vattenlösning brinner inte.
Svavel, S(s)	 H315 Irriterar huden.	VID HUDKONTAKT: Tvätta huden med tvål och vatten. Tag av nedstänkta/förorenade kläder/skor. Kontakta läkare om besvär uppstår/kvarstår. Vid brand utvecklas giftiga SO_x-gaser. Släck med vatten i spridd stråle.
Kolpulver, C(s)	  H250 Spontanantänder vid kontakt med luft. H319 Orsakar allvarlig ögonirritation. H335 Kan orsaka irritation i luftvägarna.	VID ÖGONSTÄNK: Skölj genast med mycket vatten i minst 5 minuter. Håll ögonlocken brett isär. Ta ut eventuella kontaktlinser om det går lätt. Fortsätt att skölja. VID INANDNING: Flytta personen till frisk luft och se till att andningen underlättas. Vid bestående andningsbesvär eller ögonirritation: sök läkarhjälp. Vid spill: häll på vatten på kolpulvret.
Svartkrut	 **H201 Explosivt.**	Släck med vatten.
Kaliumsulfat, $K_2SO_4(s)$	Ej märkningspliktigt.	
Kaliumkarbonat, $K_2CO_3(s)$	 H315 Irriterar huden. H319 Orsakar allvarlig ögonirritation. H335 Kan orsaka irritation i luftvägarna.	Vid hudirritation eller bestående ögonirritation: Sök läkarhjälp.

Övergripande riktlinjer för KRC-demonstrationerna

Nedanstående textruta finns i början på varje instruktion.

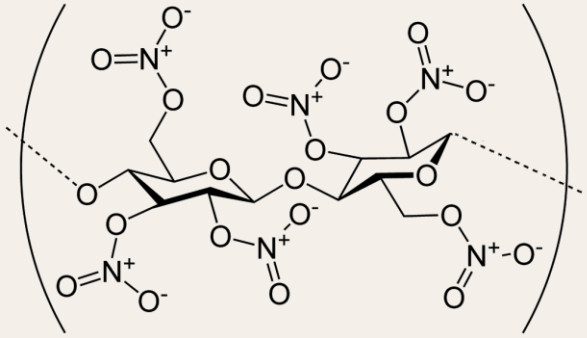
Observera att mängderna och handhavandet för demonstrationerna i detta häfte är anpassade för att få genomföras enligt undantaget tillstånd från MSB i 10§ av MSBFS 2025:2. Samtliga försök är tänkta som demonstrationer och ska genomföras i dragskåp alternativt utomhus. Använd alltid skyddsglasögon och skyddskläder.

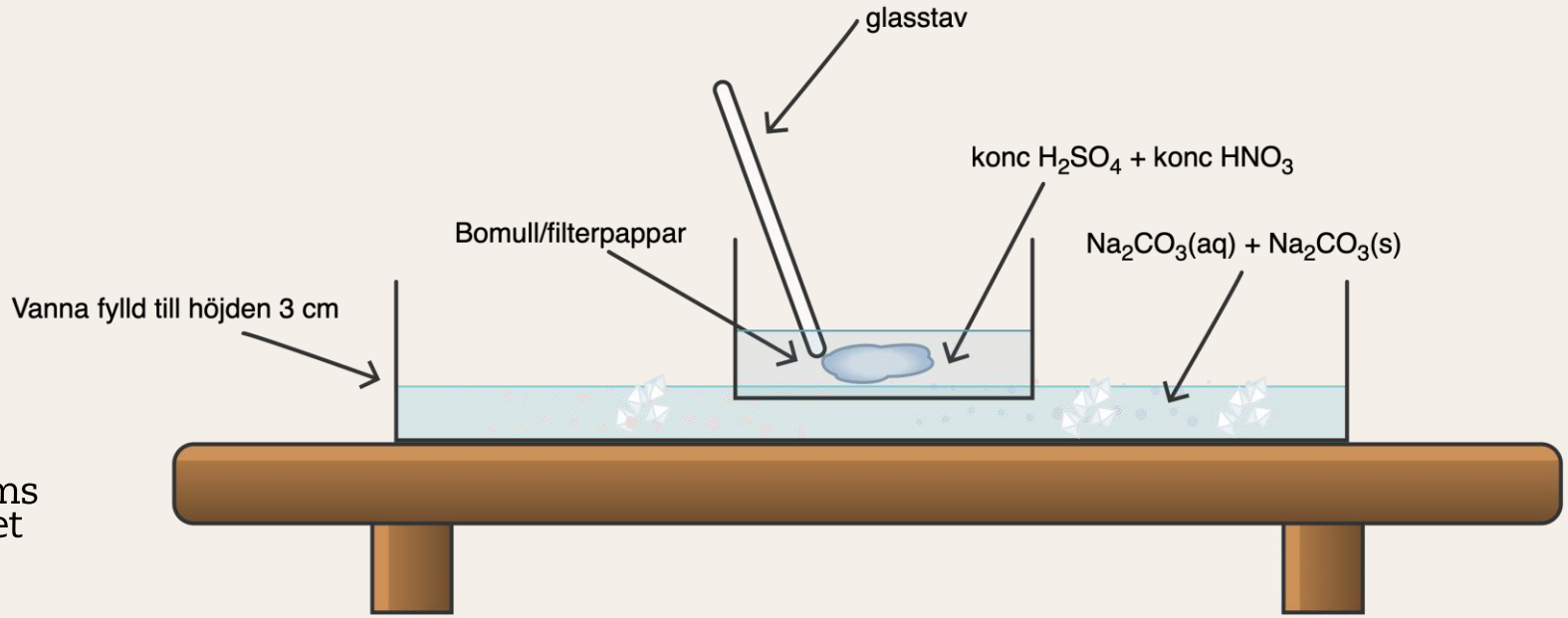
Det är viktigt att explosiva blandningar förbränns i öppna kärl eller på en öppen yta. Om de stängs in så kommer kärlet att sprängas till följd av de utvecklade gaserna och den plötsliga tryckökning som leder till explosion. Definitionen för en explosion är en process där energi frigörs snabbt och ger upphov till en tryckökning som skapar en tryckvåg.

Hantera alla explosiva blandningar med stor försiktighet och att de inte sparas.

Nitrerad cellulosa – ”bomullskrut”

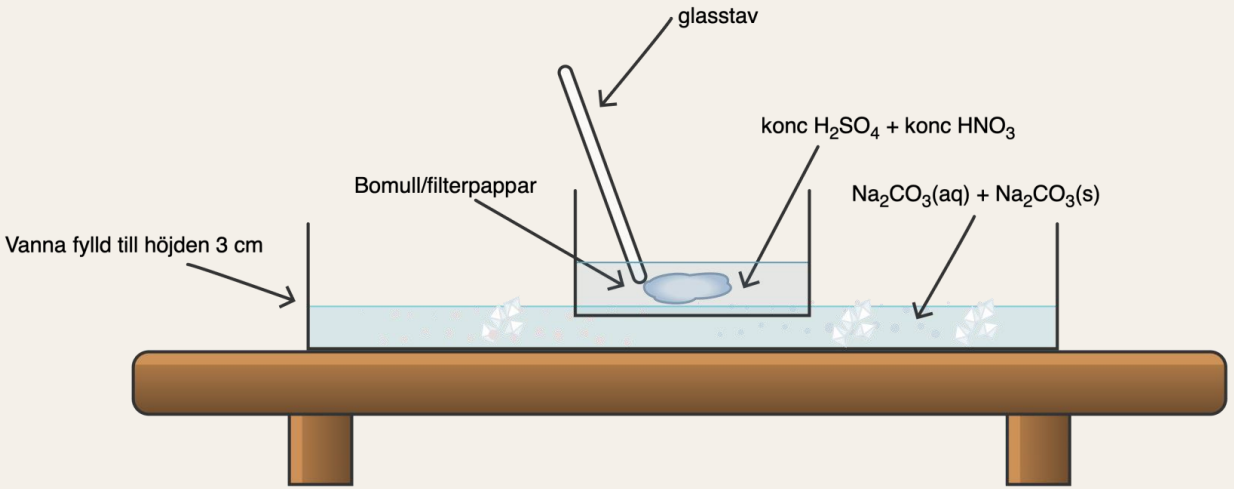
- Nitrerad cellulosa framställs genom nitrering av hydroxylgrupperna (OH-grupperna) i cellulosan.
- Cellulosan placeras i ”nitrersyra” (1:1-blandning av konc. HNO_3 och H_2SO_4)
- och får reagera under en tid.
- Därefter neutraliseras den med natriumkarbonat och tvättas noga med vatten.
- Svavelsyran är katalysator och vattenupptagare. Nitrerad cellulosa brinner häftigt i torrt tillstånd. I fuktigt tillstånd är den svårare att antända.

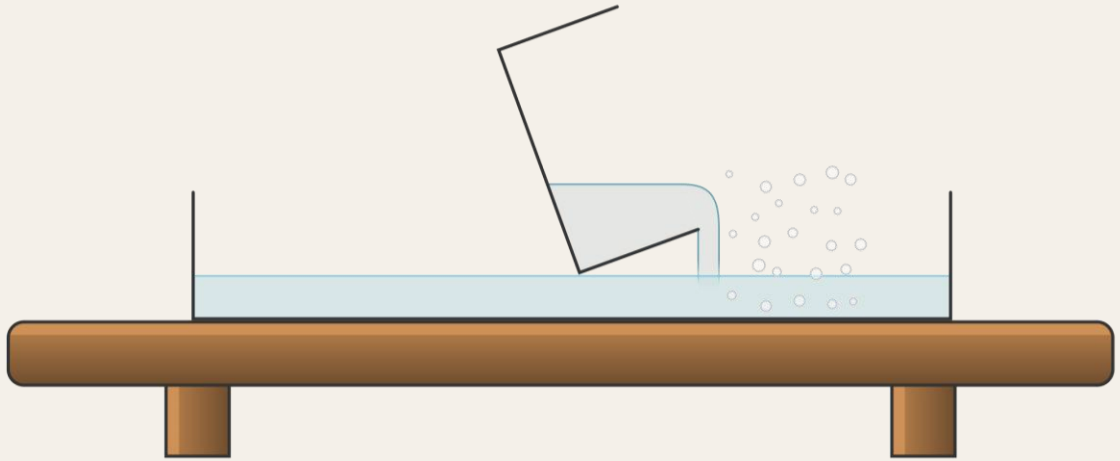


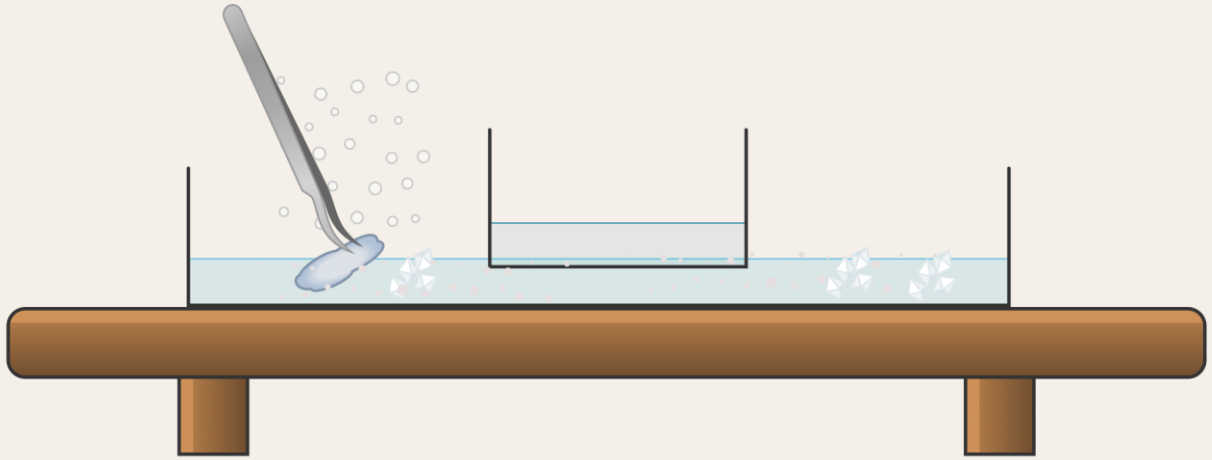


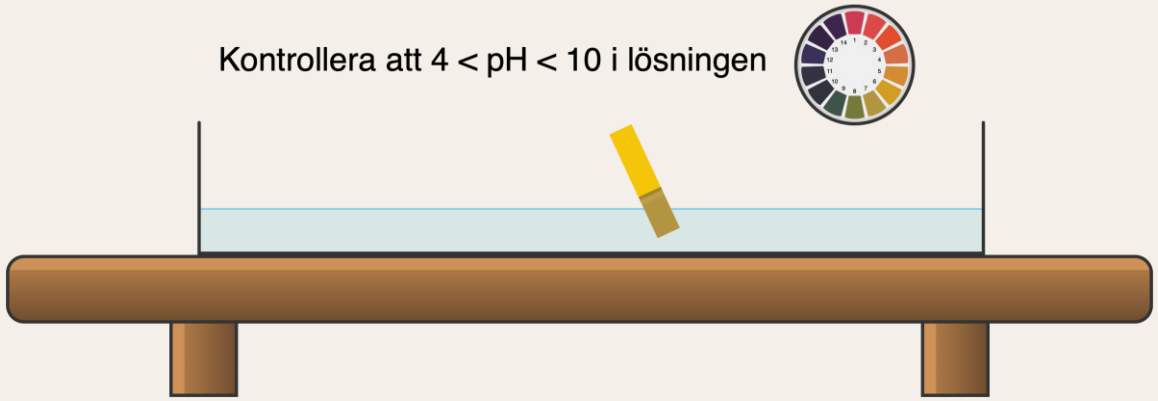
Stockholms universitet

KRC
Kemilärarnas resurscentrum









Stockholms universitet

Bilder gjorda i https://chemix.org/

KRC
Kemilärarnas resurscentrum

Gruppindelning

Grupp	Deltagare	Förmiddag	Eftermiddag
1	Barbara Fertl, Annsofi Olausson, Christina Degerstedt, Christina Jönsson	1 – 3 – 6 – 7	2 – 4 – 5 – 8
2	Per Lindgren, Jens Bjelvenmark, Pia Engström, Ulrika Wiklander	3 – 6 – 7 – 1	4 – 5 – 8 – 2
3	Sofia Hagman, Stina Bäckman, Åsa Blixt	6 – 7 – 1 – 3	5 – 8 – 2 – 4
4	Hans Persson, Erland Karlsson, Ingrid Rydström, Camilla Appelgren,	7 – 1 – 3 – 6	8 – 2 – 4 – 5
5	Mari Johansson, Sofia Fondelius, Susanne Renhult, Denise Arrefeldt	2 – 4 – 5 – 8	1 – 3 – 6 – 7
6	Catharina Danielsson, Fredrik Johannesson, Annamaria Hjelmqvist, Asem Alkordi	4 – 5 – 8 – 2	3 – 6 – 7 – 1
7	Mikael Jansson, Victoria Nyrén, Joel Grönqvist, Marcus Fridolfsson	5 – 8 – 2 – 4	6 – 7 – 1 – 3
8	Joachim Svärd, Maria Bendz, Nihad Ahmed	8 – 2 – 4 – 5	7 – 1 – 3 – 6

Grupp 1 börjar med demonstration nummer 1 o.s.v.

1. Reflektioner och tankar om
   - planering och genomförande?
   - risker?
   - synlighet för eleverna?

2. Vilka didaktiska syften kan finnas med demonstrationerna?



https://padlet.com/jennyolander44/vilka-didaktiska-syften-kan-finnas-med-demonstrationerna-spsdl7to9s39emx2

Stockholms universitet

KRC Kemilärarnas resurscentrum

www.su.se/kemilararnas-resurscentrum

/Nyheter



2025-03-24 Kemilärarnas resurscentrum

Har din skola peroxidbildande kemikalier?

Här får du information om vilka kemikalier som kan bilda peroxider och förslag på rutin för att hantera dem.



8 Kemilärarnas resurscentrum

Kemi och kemididaktik för undervisning i årskurs 4-6

Distanskursen KB5050 på 7,5 hp öppnar för anmälan 17/3-15/4 2025.

/Kalender

29 APRIL — WEBBINARIUM

Kemilärarnas resurscentrum

Gy25 - Kemin i omvär metalliska material

Välkommen till ett webbina diskussioner om undervisni

6 MAJ — WEBBINARIUM

Kemilärarnas resurscentrum

Simuleringar i underv

Gymnsielärare i kemi och na introduktion och möjlighet

5 MAJ — UTBILDNING

Kemilärarnas resurscentrum

Kemisäkerhet för ämneslärare på distans

Två halvdagar om säker hantering av kemikalier, riskbedömning och laborationer i undervisningen.

16 JUNI — 17 JUNI — UTBILDNING

Kemilärarnas resurscentrum

Systematiska undersökningar i Uppsala

Fortbildning för lärare i åk 7-9 med de nationella resurscentrumen i biologi, fysik och kemi.

16 JUNI — 17 JUNI — UTBILDNING

Kemilärarnas resurscentrum

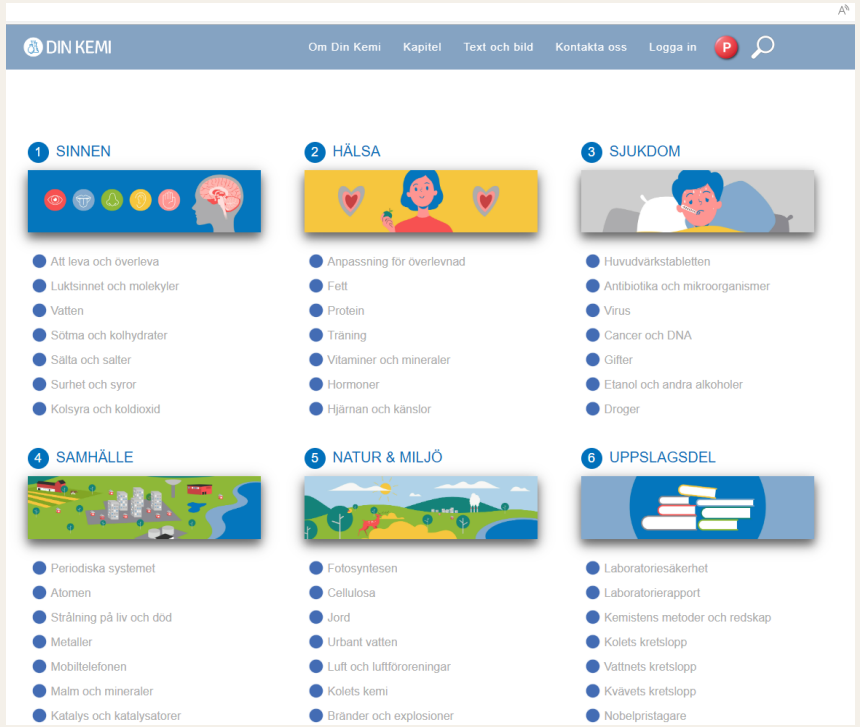
Systematiska undersökningar I NO med fältstudier

Fortbildning för lärare i åk 7-9 med de nationella resurscentrumen i biologi, fysik och kemi.

Stockholms universitet

Andra tips för kemiundervisning

[Elearning | Kemi (dinkemi.se)](dinkemi.se)





[Nya NO-laborationer på Skolverket]
Öppna för användning

EOES
European Olympiad of Experimental Science

Åk 7-9/Gy: → EOES

KEMIOLYMPIADEN SVERIGE

Gy – Kemiolympiaden

SVENSKA KEMISAMFUNDET
The Swedish Chemical Society

→ Skolprenumeration av Kemisk Tidskrift

Stockholms universitet

KRC
Kemilärarnas resurscentrum

Tack!

Cecilia, Jenny och Lynga

UTVÄRDERING
https://survey.su.se/Admin/Survey/57180

Stockholms universitet

CHALMERS