

Foto: KRC

Explosiva blandningar i kemiundervisningen

Kursdag 23/1 2025

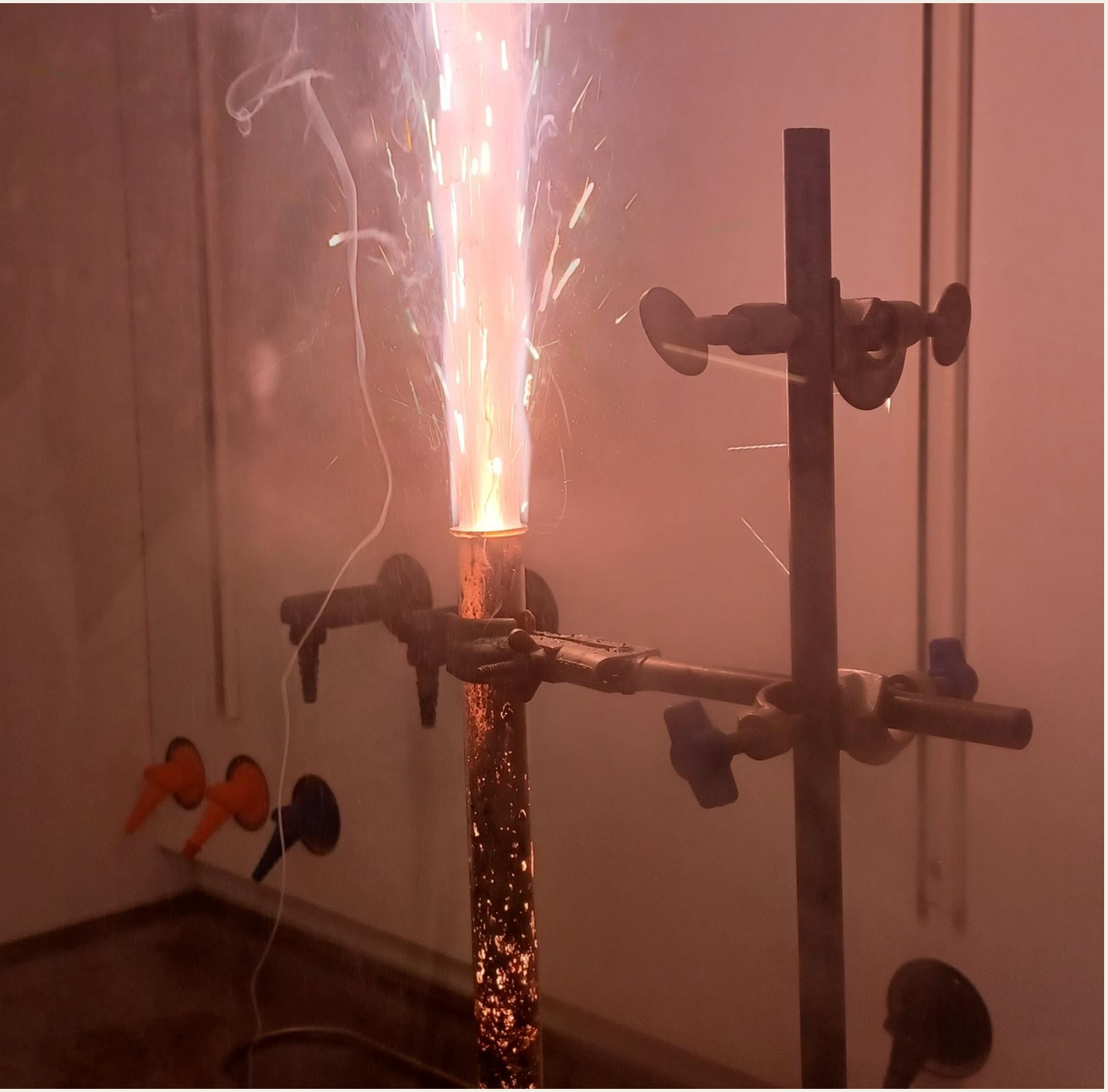
Jonny Gullstrand och Cecilia Stenberg, KRC

Gästföreläsare: Rolf Weinander, MSB

Stockholms universitet

KRC
Kemilärarnas resurscentrum

	Program
08.30	Samling med morgonkaffe
09.00	Introduktion om explosiva blandningar i undervisningen & säkerhetsgenomgång
09.30	Laborationspass 1 i sal M306 och M320 (plan 3, studentkorridoren, Arrheniusbyggnaden)
11.30	Lunch på Fossilen (Naturhistoriska riksmuseets bottenplan)
12.30	Laborationspass 2 (plan 3, studentkorridoren, Arrheniusbyggnaden)
14.15	Föreläsning – Explosiva varor ***Rolf Weinander***, enheten för hantering av explosiva varor, MSB, Karlstad
15.15	Fika
15.30	Vilken kemi kan synliggöras med demonstrationerna?
16.30	Sluttid



Explosiva demonstrationer – väcker nyfikenhet

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.

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

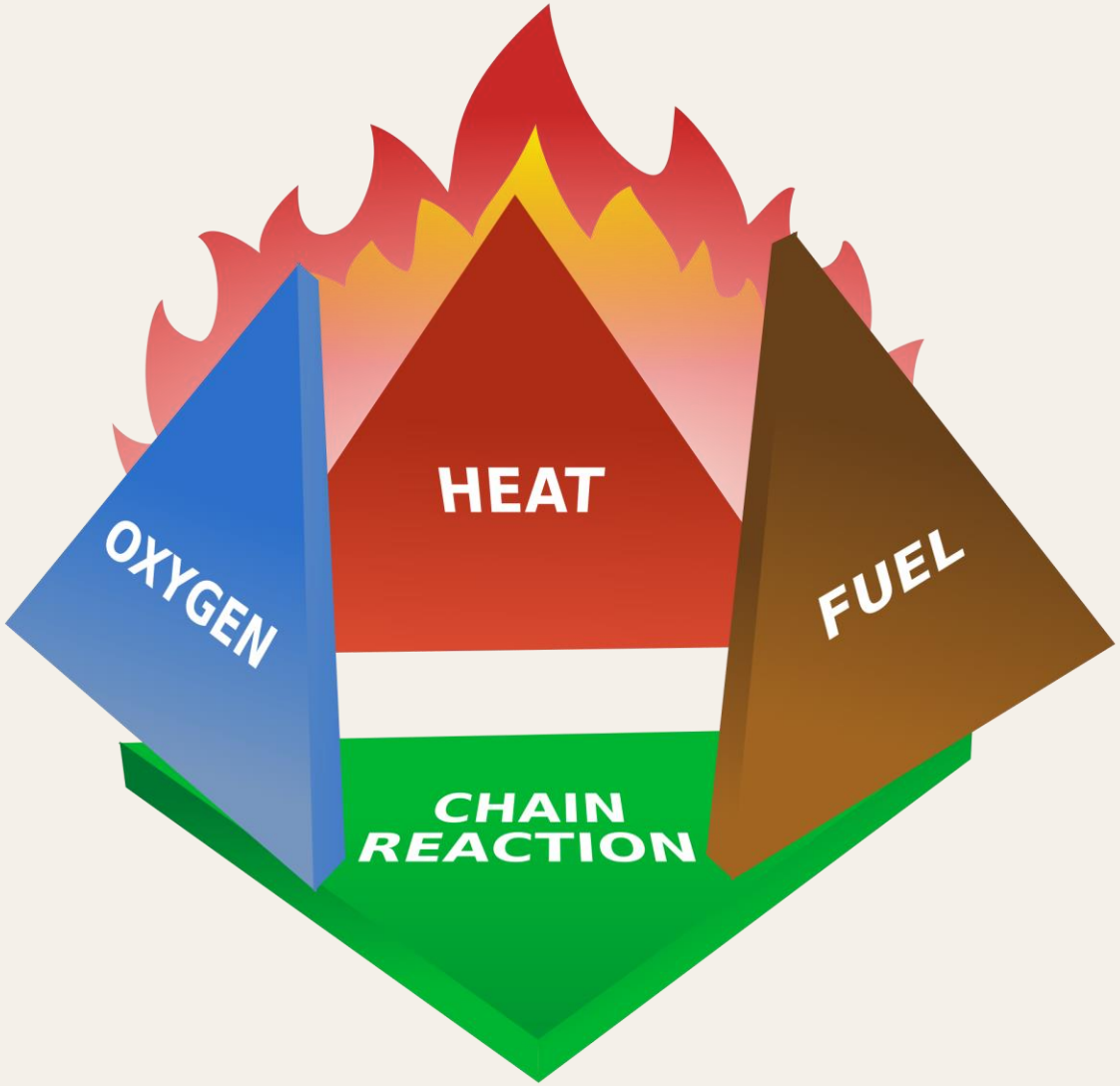
KRC
Kemilärarnas resurscentrum

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.



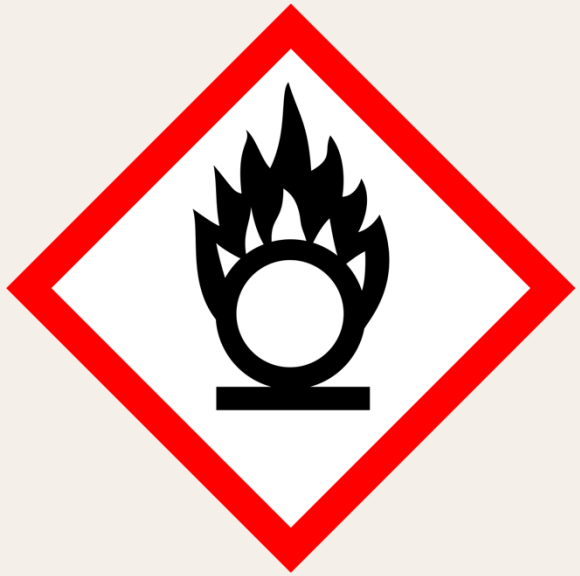
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/99/Fire_tetrahedron.svg/440px-Fire_tetrahedron.svg.png

Stockholms universitet

KRC
Kemilärarnas resurscentrum



Oxiderande ämnen



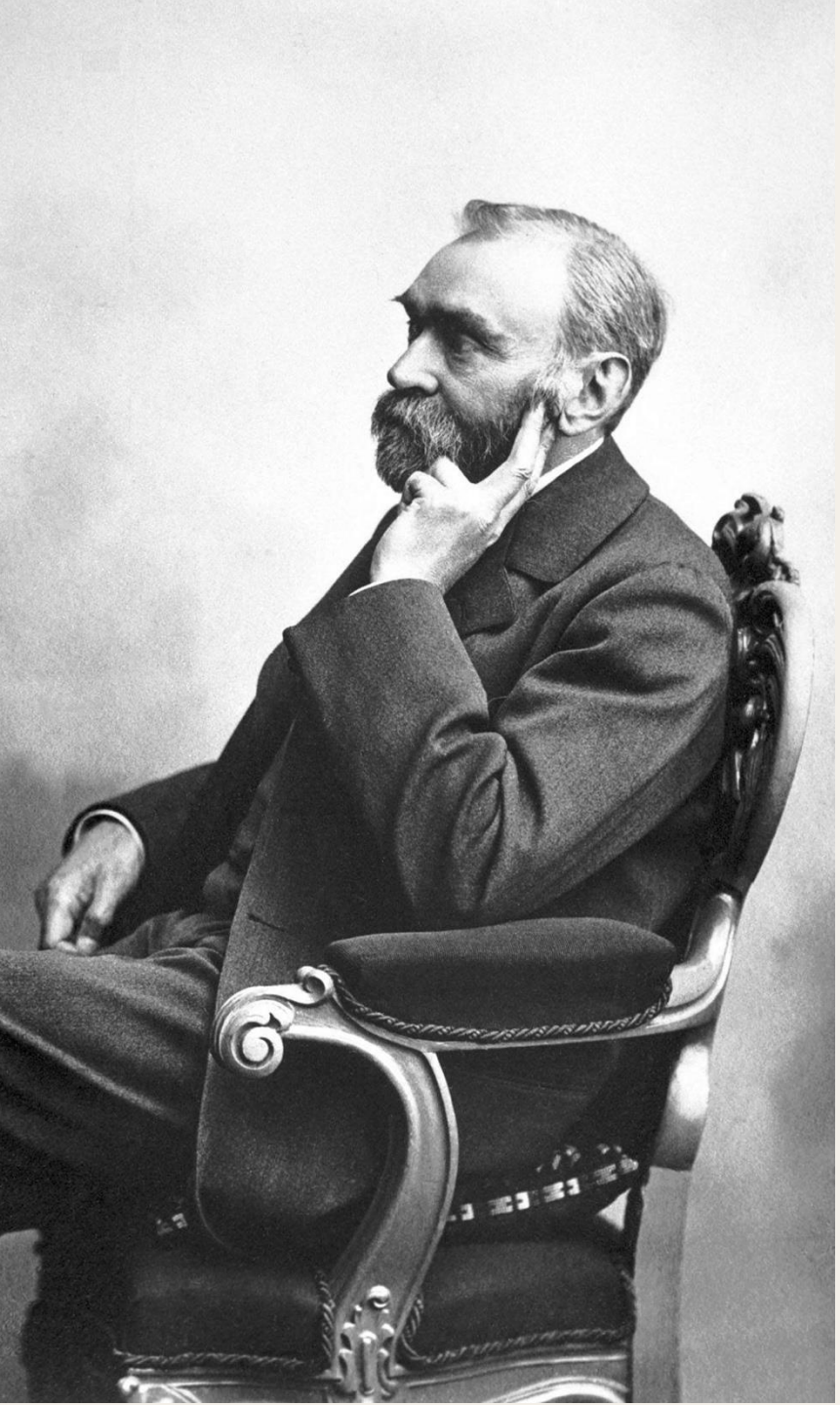
I en kemisk reaktion bidrar ett oxiderande ämne med syre i vilket ett bränsle brinner.

På den enklaste nivån kan oxidationsmedlet vara luft, gasformigt eller flytande syre.

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

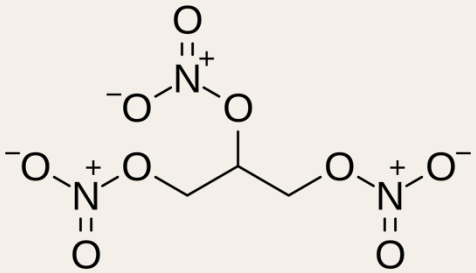
Stockholms universitet

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** 1867 i Sverige

1872 Nobel får patent på **spränggelatin**.

1887 Nobel får patent på sprängmedlet **ballistit*** i Frankrike

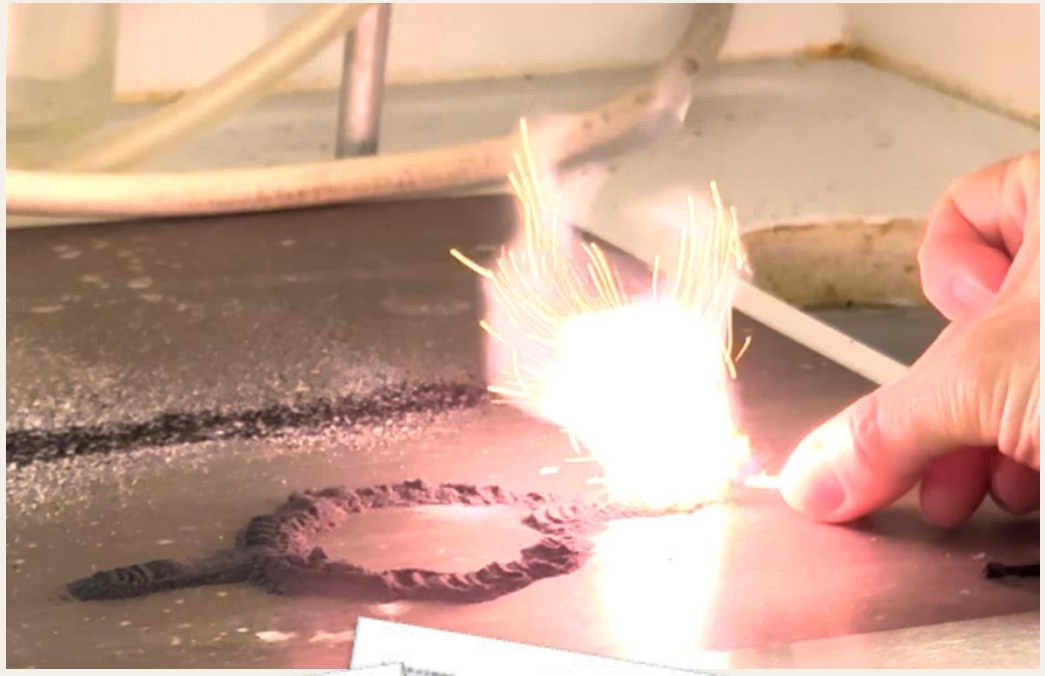
* **ballastit** –en blandning av nitroglycerin och **bomullskrut**.

Stockholms universitet

KRC
Kemilärarnas resurscentrum

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.



Stockholms universitet

Rolf Weinander, Artikel i KRC:s IB nr 1 2020

KRC
Kemilärarnas resurscentrum

Exempel på tillståndspliktiga demonstrationer

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

Det är viktigt att explosiva blandningar förbränns i öppna kärl eller på en öppen yta. Om de stängs in så kommer de utvecklade gaserna resultera i en plötsliga tryckökning som leder till explosion.

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

Kemikalie	Faropiktogram och faroangivelser	Om något händer

Förebyggande åtgärder	
Avfall	

Datum	2024-04-29	Utförd av	KRC	Klass	

KRC

Stockholms universitet

KRC
Kemilärarnas resurscentrum

1. Kaliumnitrat, kolpulver och svavel - svartkrut

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 med kol och svavel. Det uppfanns troligen på 800-talet i Kina. Svartkrutet packades i bamburör och så var kanonen uppfunnen. Det användes förr för kanoner, musköter, sprängning i gruvor, väg- och kanalbyggen men även till fyrverkerier. Idag används svartkrut till fyrverkerier. Ett problem är att blandningen är fuktkänslig. Svartkrutet 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 koloxid (cirka 30 %). Vid fullständig förbränning sker följande;

$4KNO_3(s) + 4C(s) + S(s) \rightarrow 4CO_2(g) + SO_2(g) + 2K_2O(s)$

Det krävs en omfattande process med finfördelning av de olika beståndsdelarna var för sig för att tillverka svartkrut till homogent reaktivt svartkrut. Det räcker inte att man bara blandar 75 % Kaliumnitrat, 15 % Träkol och 10 % Svavel.

Syfte med demonstrationen

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

Material

Kaliumnitrat (salpeter), kolpulver och svavel. (Det går inte med aktivt kol, men det går bra att mortla en bit kol.)

Bägare, sked, eventuellt mortel och tändare (eller brännare).

Genomförande

1. Mortla ämnena var för sig tills de blir mycket finfördelade.
2. Väg upp 3,75 g kaliumnitrat, 0,75 g kol och 0,5 g svavel.
3. Blanda väl.
4. Gör en pappersstrut med ett bottenhål på cirka 0,5 cm diameter. Tejpa ihop struten.
5. Vik spetsen och häll i svartkrutsblandningen i struten.
6. Använd ca hälften av svartkrutet till ett försök. Häll det på ett trådnät/plåt i ett mönster exempelvis en linje eller en "bilbana". Försök få en jämn linje, minsta glapp så avstannar reaktionen.
7. Antänd med en tändare eller gasbrännare.
8. Överblivet svartkrut ska destrueras om det inte finns särskilt tillstånd för förvaring.

Underlag för riskbedömning - Tillverkning av svartkrut

En anpassning av riskbedömningen görs på arbetsplatsen.

Kemikalie	Faropiktogram och faroangivelser	Om något händer
Kaliumnitrat	 H272 Kan intensifiera brand.	Explosivt, om det blandas med brännbart material. Vid uppvärmning sönderfaller ämnet och utvecklar giftiga, nitrösa gaser. Häll på vatten. En vattenlösning av nitrat kan inte brinna.
Svavel	 H315 Irriterar huden.	Andas inte in svavelpulver. Vid brand utvecklas giftiga SOx-gaser.
Kolpulver	  H250 Spontanantänder vid kontakt med luft. H319 Orsakar allvarlig ögonirritation. H335 Kan orsaka irritation i luftvägarna.	Vid utsläpp, häll på vatten på kolpulvret. Kolpulver kan i torrtillstånd vara brännbart.
Svartkrut	 H201 Explosivt. Fara för massexplosion.	Explosionsfara - utrym! Släck med vatten.

Förebyggande åtgärder	Detta är en demonstration och ska inte utföras av elever. Se till att eleverna håller avstånd eller skyddas mot stänk. Finfördela grovkorniga kemikalierna i mortel separat. Häll ut svartkrutet på en värmetålig plåt. Används endast i väl ventilerade utrymmen, det vill säga i dragskåp eller utomhus. Får inte utsättas för värme, heta ytor, gnistor, öppen låga eller andra antändningskällor.				
Avfall och andra kommentarer	Låt allt reagera färdigt. Den bildade kaliumoxiden kan hällas ut i soporna.				
Datum	2023-12-08	**Utförd av**	KRC	**Klass**	

ENDAST TILLSTÅND

Övergripande riktlinjer för KRC-demonstrationerna

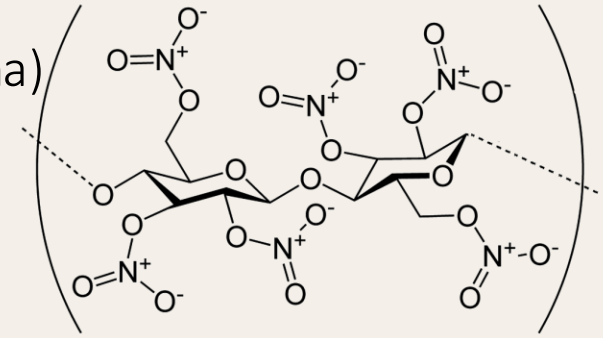
Nedanstående textruta finns i början på varje instruktion.

Observera att denna demonstration inte får genomföras utan tillstånd från MSB,
MSBFS 2019:1 om hantering av explosiva varor. Under 2024 är denna föreskrift ute på remiss.
Samtliga försök är tänkta som demonstrationer och ska genomföras i dragskåp alternativt utomhus.
Använd alltid skyddsglasögon och skyddskläder.

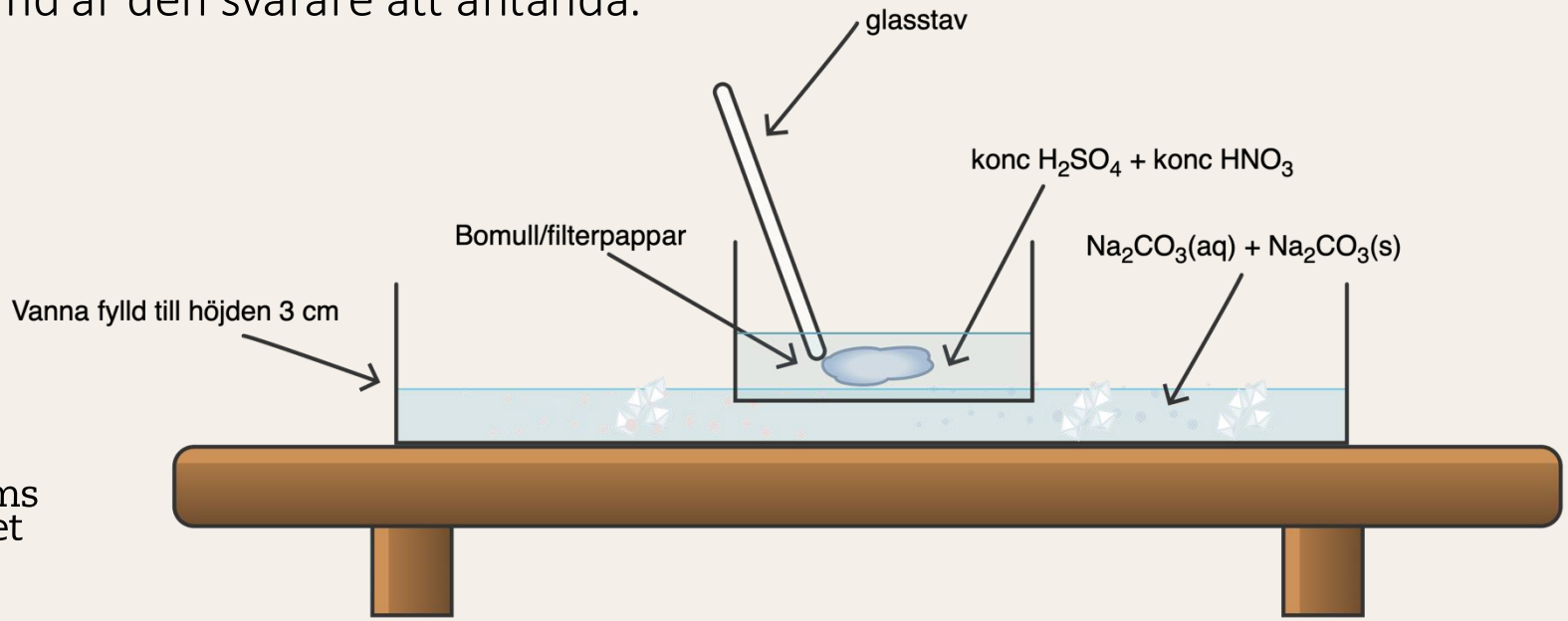
Det är viktigt att explosiva blandningar förbränns i öppna kärl eller på en öppen yta. Om de stängs in så kommer kärlet att sprängas till följd av de utvecklade gaserna och den plötsliga tryckökning som leder till explosion. Definitionen för en explosion är en process där energi frigörs snabbt och ger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

Nitrerad cellulosa – bomullskrut

Nitrerad cellulosa framställs genom nitrering av hydroxylgrupperna (OH-grupperna) i cellulosa från bomull eller papper.
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.

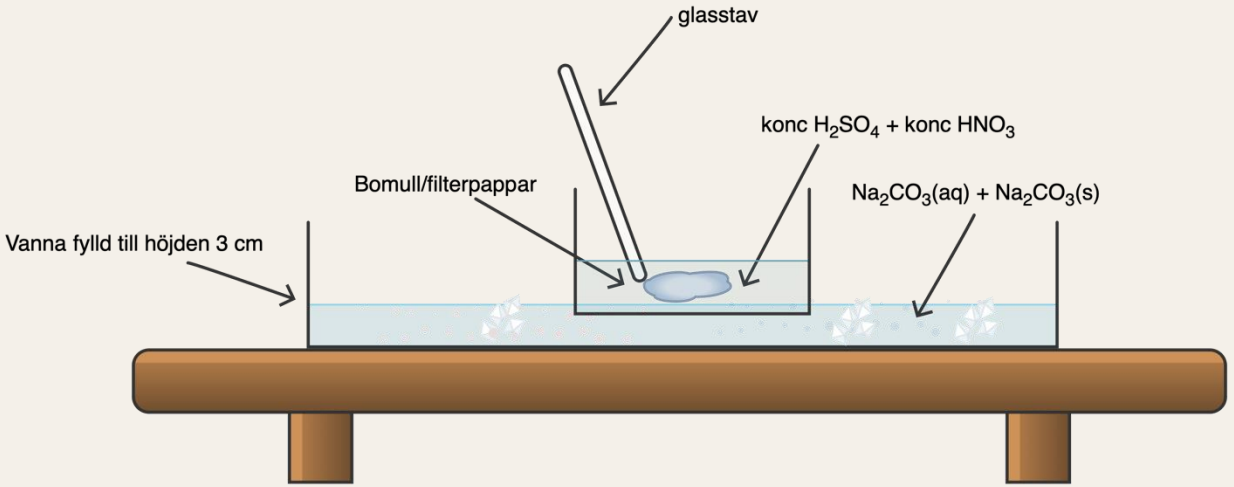


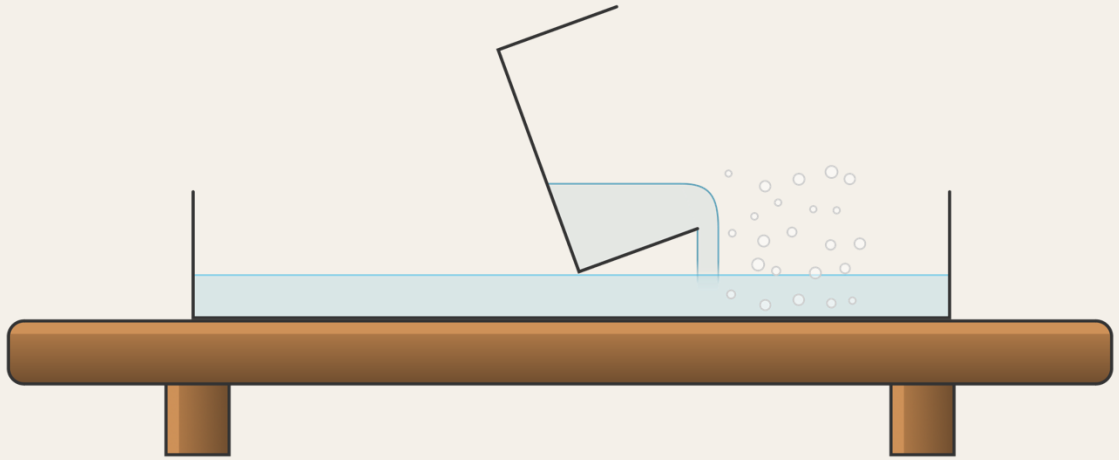
Svavelsyran är katalysator och vattenupptagare. Nitrerad cellulosa brinner häftigt i torrt tillstånd. I fuktigt tillstånd är den svårare att antända.

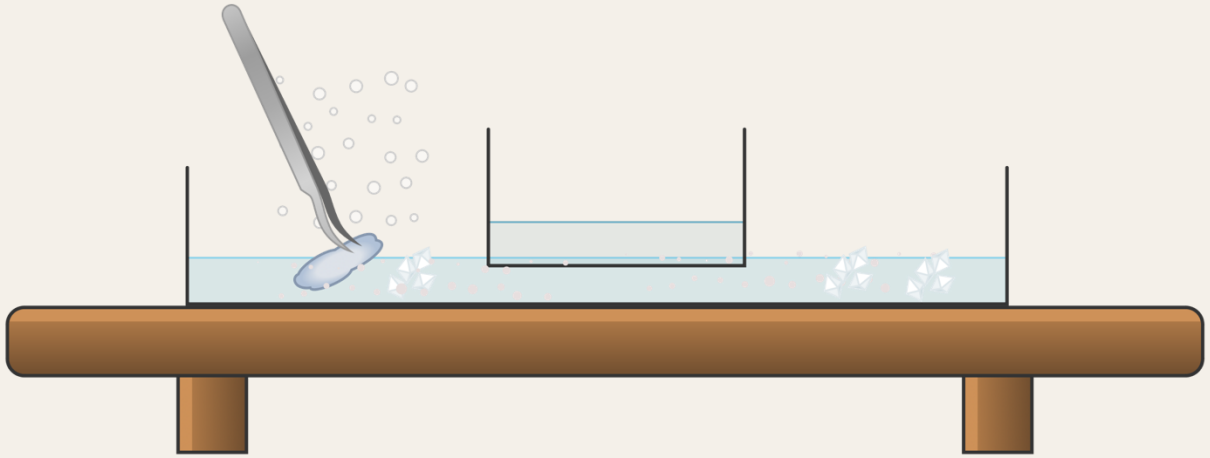


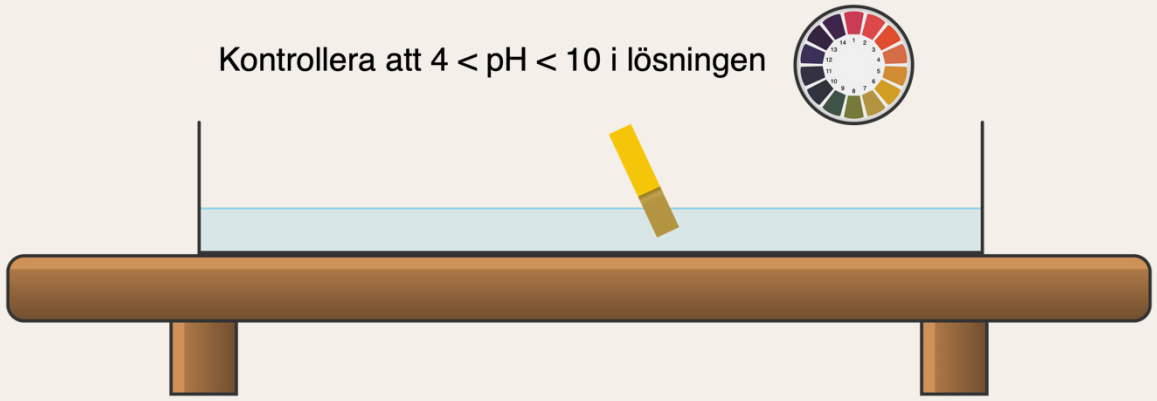
Stockholms universitet

KRC
Kemilärarnas resurscentrum









Stockholms universitet

Bilder gjorda i https://chemix.org/

KRC
Kemilärarnas resurscentrum

Gruppindelning

Grupp	Deltagare	Förmiddag	Eftermiddag
1	Maria Baldursson, Carina josefsson, Emma Johansson Karlsson, Karl Falk	1 – 3 – 6 – 7	2 – 4 – 5 – 8
2	Elin Sjöstrand, Worku Tegenu, Hemin Jiang, Rebecca Stafford	3 – 6 – 7 – 1	4 – 5 – 8 – 2
3	Amanda Olsson, Karin Wigert, Sandra Karlsson, Betsy Ehrlund	6 – 7 – 1 – 3	5 – 8 – 2 – 4
4	Daniel Berglund, Brita Hansson, Caroline Lundgren, Lisa Lundberg	7 – 1 – 3 – 6	8 – 2 – 4 – 5
5	Vera Iliescu, Lotta Schnelzer, Johanna Eldin Ericsson, Maria Davidsson	2 – 4 – 5 – 8	1 – 3 – 6 – 7
6	Ingela Borgefjord, Maria Bollen Helstad, Åsa Lönn, Petri Ogenholt	4 – 5 – 8 – 2	3 – 6 – 7 – 1
7	Ingela Helmer, Tommy Rajahalme, Annika Julkunen, Astrid Sugg	5 – 8 – 2 – 4	6 – 7 – 1 – 3
8	Daniel Brännström, Johanna Isaksson, Daniel Spångberg, Sara Fahlén	8 – 2 – 4 – 5	7 – 1 – 3 – 6

Vilka syften kan man ha med demonstrationerna?

Historiskt perspektiv

Förbränning

Exoterm reaktion

Riskbedömning



Kemisk reaktion

Fyrverkerier

Fasförändring

Formelskrivning

Stockholms universitet

KRC
Kemilärarnas resurscentrum

Gruppdiskussioner

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

Vilka didaktiska syften kan finnas med demonstrationerna?



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

Stockholms universitet

KRC Kemilärarnas resurscentrum

Sammanfattning och avslutning

Wallenbergs Kemipris 2024

KEMIOLYMPIADEN SVERIGE

→ Kemiolympiaden

EOES

European Olympiad of Experimental Science

Åk 7-9/Gy: → EOES

SVENSKA KEMISAMFUNDET
The Swedish Chemical Society

→ Skolprenumeration av Kemisk Tidskrift
→ Berzeliusdagarna för elever och lärare

https://www.su.se/kemilararnas-resurscentrum/kalender

10 MARS WEBBINARIUM	Kemilärarnas resurscentrum **Säkerhetskultur I skolan** Hur kan man organisera arbetet med kemikalier i skolan på ett bra sätt? Vilka arbetsuppgifter behöver fördelas...	28 MARS UTBILDNING	Kemilärarnas resurscentrum **Endagskurs om kemisäkerhet** Kursen tar upp aktuell lagstiftning och hantering av kemikalier för undervisning på högstadiet eller i...
20 MARS UTBILDNING	Kemilärarnas resurscentrum **Kursdag om laborativ NO-undervisning I Svedala** Välkommen att prova på NO-laborationer för formativ undervisning på högstadiet!	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

KRC
Kemilärarnas resurscentrum

Tack!

Cecilia, Jenny och Jonny

UTVÄRDERING
https://survey.su.se/Survey/56099

Stockholms universitet

KRC
Kemilärarnas resurscentrum