Demonstrationer med explosiva blandningar

2025-07-28

1. Svartkrut - Demo 2
2. Nitrering av cellulosa - Demo 6
3. Knallpulver - Demo 10

4ab. Kaliumnitrat och a) kol eller b) socker - Demo 12

4c. Kaliumperklorat och skumgodis - Demo 15

5. Ammoniumnitrat, zink och ammoniumklorid - Demo 17
6. Kaliumklorat med socker och järnpulver - Demo 19
7. Bengalisk eld – Demo 21
8. Kaliumpermanganat och glykol - Demo 24

1. Svartkrut - Demo

Inledning

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.
Inga av dessa blandningar ska sparas!

Ett **explosivt ämne** är ett ämne eller en blandning av ämnen som vid antändning hastigt sönderfaller och ger gasutveckling. Svartkrut är en explosiv blandning 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 samt 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. Blandningen fuktas därefter med sprit (etanol) och torkas. Därefter mortlas blandningen ytterligare och fuktas på nytt med sprit. Denna process upprepas flera gånger för att få ett bra krut med explosiva egenskaper. Slutligen görs granulat i storlek beroende på vad krutet ska användas till. Mindre korn för till exempel gevärskrut och större för till exempel bergskrut.

Det är alltså inte tillräckligt att bara blanda 75 % kaliumnitrat, 15 % träkol och 10 % svavel. Träkolet ska vara från lövträd. Den blandning som vi beskriver här kallas ofta för mjölkrut och används till stubintråd och luntor.

Syfte

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

Material

Kaliumnitrat, KNO_3(s), kolpulver, C(s), och svavel, S(s).
Det går inte med aktivt kol, men det går bra att mortla en bit kol av lövträ, exempelvis grillkol.
Bägare, glasstav vid omrörning, papper, mortlar, värmetålig plåt och tändare (eller tändsticka).

Utförande

1. Väg upp 3,75 g kaliumnitrat, 0,75 g kol och 0,5 g svavel.
2. Mortla ämnena var för sig tills de blir **mycket finfördelade**.
3. Blanda samman väl.
4. Gör en pappersstrut med ett bottenhål på cirka 0,5 cm diameter. Tejpa ihop struten.
5. Vik spetsen och häll svartkrutet i struten.
6. Använd cirka hälften av svartkrutet till ett försök. Öppna strutens spets och låt svartkrutet bilda en sträng i ett mönster, exempelvis en linje eller en bana på ett värmetåligt underlag, till exempel en plåt. Försök få en jämn linje, minsta avbrott så avstannar reaktionen.
7. Antänd strängens ena ände med tändsticka eller en tändare.

Avfallshantering: Låt allt reagera färdigt. Överblivet svartkrut destrueras genom förbränning. Det krävs särskilt tillstånd för förvaring. Samla upp rester som fast avfall eller lös upp den kvarvarande saltblandningen i vatten. Efter kontroll och justering av pH kan lösningen hällas ut i avloppet. Spola med mycket vatten.

Underlag för riskbedömning - 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.

Förebyggande åtgärder	Använd skyddsglasögon. Detta är en demonstration och ska inte utföras av elever. Används endast i väl ventilerade utrymmen, i dragskåp eller utomhus. Se till att deltagare håller avstånd och skyddas mot stänk. Finfördela kemikalierna i mortel separat. Svartkrut får inte utsättas för värme, heta ytor, gnistor, öppen låga eller andra antändningskällor. Ha tillgång till vatten för eventuell släckning. Utförs i dragskåp eftersom viss mängd svaveldioxid bildas.				
Avfall och andra kommentarer	Låt allt reagera färdigt. Överblivet svartkrut destrueras genom förbränning. Det krävs särskilt tillstånd för förvaring. Samla upp rester som fast avfall eller lös upp den kvarvarande saltblandningen i vatten. Efter kontroll och justering till 5 < pH < 10, kan lösningen hällas ut i avloppet. Spola med mycket vatten.				
Datum	2025-06-02	**Utförd av**	KRC	**Klass**	

2. Nitrering av cellulosa - Demo

Inledning

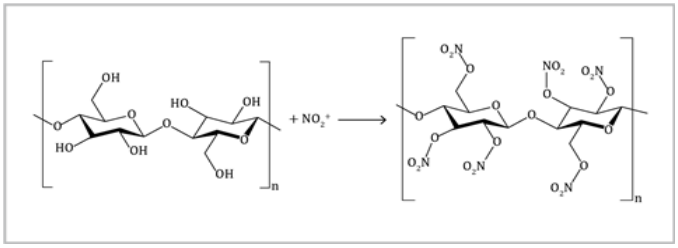
Observera att mängderna och handhavandet för demonstrationerna i detta häfte är anpassade för att få genomföras enligt undantaget tillstånd från MSB i 10§ av MSBFS 2025:2. Samtliga försök är tänkta som demonstrationer och ska genomföras i dragskåp alternativt utomhus. Använd alltid skyddsglasögon och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

Det är viktigt att explosiva blandningar förbränns i öppna kärl eller på en öppen yta.

Nitrerad cellulosa framställs genom nitrering av hydroxidgrupperna i cellulosa från bomull eller papper. För att framställa det som kallas bomullskrut, behöver nitreringen vara mer fullständig. För det krävs rykande salpetersyra (koncentration närmare 100 %) och att processen får pågå under längre tid. Bomullskrut har en explosiv kraft som är ungefär tre gånger så stor som hos svartkrut. Bomullskrut exploderar då det utsätts för ett hammarslag.

I denna laboration gör vi nitrerad cellulosa av lägre grad och den brukar kallas kollodiumbomull. Här blir nitreringen inte lika fullständig, då vi använder ”vanlig” koncentrerad salpetersyra (koncentration ca 65 - 67%). Cellulosan placeras i en blandning av salpetersyra och svavelsyra och får reagera under en tid. Därefter tvättas den noga med vatten och neutraliseras med natriumkarbonat.

Koncentrerad salpetersyra behövs för att nitreringen ska bli tillräcklig. Svavelsyran är katalysator och vattenupptagare. Nitrerad cellulosa brinner häftigt i torrt tillstånd. Antändningstemperaturen är cirka 180 °C. I fuktigt tillstånd är den svårare att antända.



Figur 1: Formel för nitrocellulosa

Vid fullständig nitrering kan reaktionen skrivas;

$[C_6H_{10}O_5]_{\mathbf{n}}(s) + 3\mathbf{n}HNO_3(l) \rightarrow (C_6H_7O_2(ONO_2)_3]_{\mathbf{n}}(s) + 3\mathbf{n}H_2O(l)$

Nitrerad cellulosa ser ut som motsvarande obehandlat material, men känns något strävare och är mer sprött. Det antänds med en varm metallstav, alternativt glasstav (kan gå sönder), tändsticka eller tändare. Förbränningsreaktionen för nitrerad cellulosa kan skrivas;

$4C_6H_7N_3O_{11}(s) + 9O_2(g) \rightarrow 24CO_2(g) + 6N_2(g) + 14H_2O(g)$

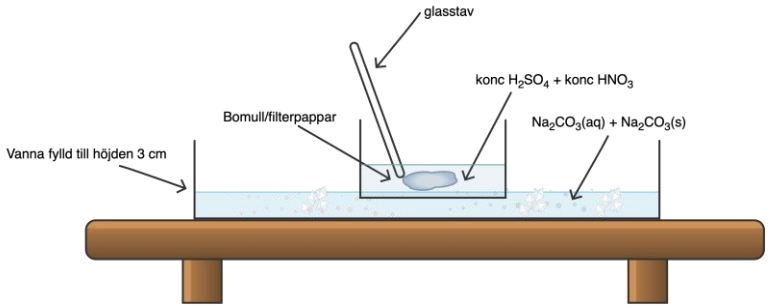
Syfte med demonstrationen

Förslag: Nitrering, reaktionshastighet, förbränning, reaktionsformler.

Material

Koncentrerad svavelsyra, koncentrerad salpetersyra, natriumkarbonat, $Na_2CO_3(s)$, *vattenfritt eller kristalliserat*, pH-papper, 1–2 g cellulosa (bomullsrondeller eller filterpapper).

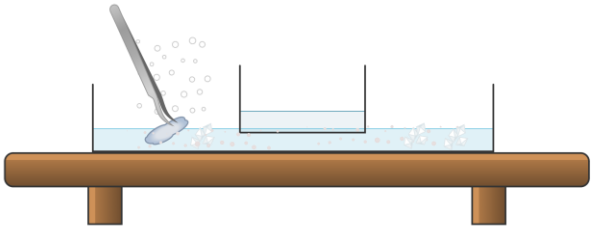
En stor glas- eller plastbehållare, en mindre plastbehållare (av polyeten eller polypropen som filterpapperet ryms i), två mätglas (25 cm^3), pincett/degeltång och glasstav, metallburk (förvaringsburk vid torkning).



Figur 2: Uppställning av försöket vid tillverkning av nitrerad bomull.

Tillverkning av nitrerad cellulosa

1. Häll vatten i den stora behållaren till cirka 3 cm höjd. Tillsätt 55 g vattenfri natriumkarbonat[1] (vilket neutraliserar den beräknade mängden syra) och rör om. Lösningen blir mättad. Allt salt löser sig inte. Lösningen ska användas till att kyla reaktionen och neutralisera cellulosan. En lämplig volym är cirka 1 liter lösning, men vätskenivån i behållaren ska vara cirka 3 cm, för att lilla plastbehållaren inte ska tippa.
2. Placera den lilla plastskålen i behållaren med vatten och kontrollera att den flyter och inte riskerar att tippa över.
3. Tillsätt försiktigt 20 cm^3 koncentrerad svavelsyra och 20 cm^3 koncentrerad salpetersyra till den lilla plastskålen. Låt syrorna svalna någon minut.
4. Tillsätt cellulosan i plastskålen med syrorna och rör om med glasstaven. Kontrollera att syrorna täcker cellulosan och låt den ligga i syrabadet i 15 minuter. Lyft sedan upp den nitrerade cellulosan med en pincett och släpp ner den i natriumkarbonatlösningen. Låt den ligga kvar tills det slutar bubbla.

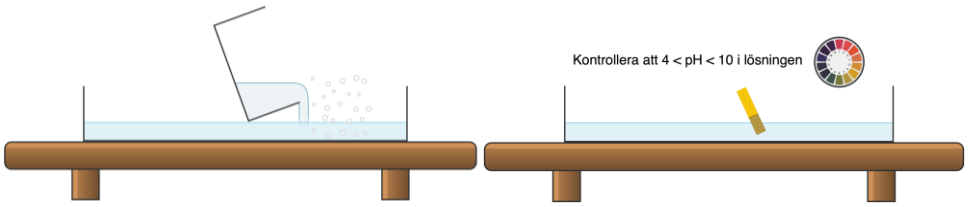


Figur 3: Neutralisera den nitrerade cellulosan i natriumkarbonatlösningen.

5. Tvätta den nitrerade cellulosan, i en stor bägare med vatten. Kontrollera att pH är neutralt.

[1] Använd cirka 150 g kristalliserat natriumkarbonatet, $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$.

6. Lägg den nitrerade cellulosan mellan hushållspapper för att avlägsna överflödig fukt.
7. Töm plastskålen med syra ner i den stora behållaren med natriumkarbonatlösning för neutralisation.
8. Kontrollera lösningens pH när det slutat bubbla. Vid 5 < pH < 10 kan lösningen hällas ut vasken.



Figur 4: Syrabadet neutraliseras när det hälls över till natriumkarbonatlösningen under koldioxidutveckling.

9. Märk upp den nitrerade cellulosan tydligt och låt den torka cirka ett dygn, på en säker plats, exempelvis i en öppen metallbehållare som får stå i ett dragskåp.
10. När den nitrerade cellulosan är torr, kan den sparas några dagar i en metallburk med lock. Högst en vecka!

Utförande av demonstration

1. Visa först eleverna hur en obehandlad bit cellulosa brinner. Vid denna reaktion ryker den enbart, eftersom syre behöver diffundera in från luften till förbränningsreaktionen.
2. Lägg en bit nitrerad cellulosa (exempelvis en nitrerad bomullsrondell) på ett trådnät och antänd med en tändare. Alternativt kan den nitrerade cellulosan hållas på en armlängds avstånd med en pincett/degeltång. Cellulosan brinner upp omedelbart med en ljusgul låga och lämnar i princip inget restmaterial. Denna form av nitrerad cellulosa brukar användas vid trollerier och på teater, och kallas då ofta för ”flash-paper”.

Avfallshantering: Bränn upp överbliven nitrerad cellulosa. Saltlösningen i den stora behållaren kan efter neutralisation (5 < pH < 10) hällas ut i avloppet.

Övrigt

Filmad demonstration från KRC: https://video.su.se/media/2024_Nitrerad%20cellulosa/0_eozqu2l6

Instruktionsfilm från RSC: https://edu.rsc.org/exhibition-chemistry/the-production-and-combustion-of-nitrocellulose/4015917.article

Underlag för riskbedömning – Nitrering av cellulosa

En anpassning av riskbedömningen görs på arbetsplatsen.

Kemikalie	Faropiktogram och faroangivelser	Om något händer
Svavelsyra, H_2SO_4(aq) 98 % konc.	 H314 Orsakar allvarliga frätskador på hud och ögon	VID FÖRTÄRING: Skölj munnen. Framkalla INTE kräkning. Sök läkarhjälp. VID HUDKONTAKT (även håret): Ta omedelbart av alla nedstänkta kläder. Skölj huden med vatten/duscha. Frätskada skall behandlas av läkare. VID KONTAKT MED ÖGONEN: Skölj GENAST med vatten i minst 15 minuter. Håll ögonlocken brett isär. Ta ut eventuella kontaktlinser om det går lätt. Fortsätt att skölja. Sök omedelbar läkarhjälp. Vid spill: Täck med en riklig mängd av Na_2CO_3. Blanda väl och späd med vatten (koldioxidutveckling sker).
Salpetersyra, HNO_3(aq) 65–67 % konc.	 EUH071 Frätande på luftvägarna. H272 Kan intensifiera brand. Oxiderande. H314 Orsakar allvarliga frätskador på hud och ögon. H318 Orsakar allvarliga ögonskador. H331 Giftigt vid inandning.	
Nitrerad cellulosa[2]	 H228 Brandfarligt fast ämne.	Vid brand: använd vatten.
Natrium-karbonat, Na_2CO_3(s)	 H319 Orsakar allvarlig ögonirritation.	VID KONTAKT MED ÖGONEN: Skölj försiktigt med vatten i minst 5 minuter. Ta ur eventuella kontaktlinser om det går lätt. Fortsätt att skölja. Vid bestående ögonirritation: Sök läkarhjälp.

Förebyggande åtgärder	Detta är en demonstration och ska inte utföras av elever. Arbeta i dragskåp och undvik att andas in ångor. Använd skyddsglasögon och skyddshandskar. Den nitrerade cellulosan ska användas direkt efter torkning. Förvara under torkning i ett väl ventilerat utrymme, avskilt från oxiderande ämnen, baser och syror. Spara inte nitrerad cellulosa mer än högst en vecka.
Avfall och andra kommentarer	Bränn upp överbliven nitrerad cellulosa. Den ska inte förvaras. Saltlösningen i den stora behållaren kan efter neutralisation (5 < pH < 10) hällas ut i avloppet.

Datum	2025-06-02	**Utförd av**	KRC	**Klass**	

[2] https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=sv&p_card_id=1560&p_version=2

3. Knallpulver - Demo

Inledning

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.
Inga av dessa blandningar ska sparas!

När kaliumklorat mortlas tillsammans med svavel sker en reaktion som ger ljudknallar med mycket kraftig ljudnivå. Blandningen är grunden för knallpulver. Följande reaktion sker;

$2KClO_3(s) + 3S(s) \rightarrow 2KCl(s) + 3SO_2(g)$

Syfte

Förslag: Förbränning, excitation, energi, oxidation, reaktionsformel.

Material

Kaliumklorat, $KClO_3(s)$, svavel, S(s), stor mortel med pistill med långt skaft, två spatlar och en värmehandske. Det är viktigt att använda rätt form av svavel, exempelvis svavelblomma, som är sublimerat svavel. Svavel som varit smält, fungerar inte.

Utförande

1. Varna eleverna för höga smällar och använd inte större mängder än de som anges.
2. Blanda försiktigt men noggrant 40 **mg** kaliumklorat med 20 **mg** svavel i en mortel.
3. Mortla blandningen, med värmehandske och en lång porslinspistill.
4. Ju mer man pressar pistillen mot blandningen i morteln, desto oftare och högre smäller det.

Avfallshantering: Kvarvarande salt (KCl) kan hällas ut med vatten i vasken.

Övrigt

Till denna demonstration används klorat och inte perklorat. Perklorater är ”för stabila” för detta ändamål. Varna eleverna för kraftiga knallar (högt ljud)! Man känner en lukt av bildad svaveldioxid.

Underlag för riskbedömning – Knallpulver

En anpassning av riskbedömningen görs på arbetsplatsen.

Kemikalie	Faropiktogram och faroangivelser	Om något händer
Kaliumklorat, $KClO_3$(s)	 H271 Kan orsaka brand eller explosion. Starkt oxiderande. H302 Skadlig vid förtäring. H332 Skadlig vid inandning. H411 Giftigt för vattenlevande organismer med långtidseffekter.	VID FÖRTÄRING: Ge genast ett par glas mjölk eller vatten att dricka om den skadade är vid fullt medvetande. VID INANDNING: Flytta personen till frisk luft och se till att andningen underlättas. VID HUDKONTAKT: Tvätta huden med tvål och vatten. Vid brand: Släck med vatten i spridd stråle. Undvik utsläpp till miljön.
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.
Blandningen av ”knallpulver”	 H271 Kan orsaka brand eller explosion. Starkt oxiderande. H302 Skadligt vid förtäring. H315 Irriterar huden. H332 Skadligt vid inandning. H411 Giftigt för vattenlevande organismer med långtidseffekter.	
Kaliumklorid, KCl(s)	Ej märkningspliktigt.	

Förebyggande åtgärder	Detta är en demonstration och ska inte utföras av elever. Varna för kraftiga knallar (högt ljud)! Använd inte mer än **maximalt** angiven mängd. Använd skyddsglasögon. Ha värmehandskar för handen med pistillen.
Avfall och andra kommentarer	Fortsätt försöket tills inga fler knallar hörs. Kvarvarande salt (KCl) kan hällas ut med vatten i vasken. Spill eller rester av kaliumklorat kan reduceras till kloridjoner. För destruktion av 1 g kaliumklorat används en lösning med 10 g natriumbisulfit, $Na_2S_2O_5$ i 100 ml vatten och 5 cm^3 svavelsyra (minst 2 mol/dm^3). Utförs gärna i dragskåp eftersom en liten mängd svaveldioxid bildas.

Datum	2025-06-02	**Utförd av**	KRC	**Klass**	

4ab. Kaliumnitrat och a) kol eller b) socker - Demo

Inledning

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. Inga av dessa blandningar ska sparas!

Reaktionen mellan kaliumnitrat och kol är en klassisk demonstration för att visa en exoterm reaktion.

a) Kol $4KNO_3(s) + 5C(s) \rightarrow 3CO_2(g) + 2N_2(g) + 2K_2CO_3(s)$

Kol förbränns fullständigt.

b) Socker $8KNO_3(s) + C_6H_{12}O_6(s) \rightarrow 8KNO_2(s) + 4CO_2(g) + 6H_2O(g) + 2C(s)$

Förbränningsreaktionen med socker sker ofullständigt och mycket svart rök bildas. Även andra reaktioner sker. I reaktionsformeln används glukos för enkelhets skull.

Demonstrationen med kaliumnitrat och kol ryker mindre, eftersom förbränningen blir mer fullständig än i reaktionen med socker. I båda fallen bör de genomföras i dragskåp eller utomhus.

Syfte

Förslag: Exoterm, kemisk reaktion, fasförändring, stökiometri.

Material

Kaliumnitrat, $KNO_3(s)$ och a) cirka 0,5 cm^3 kolbit, b) ¼ sockerbit. Ett högt värmetåligt provrör, provrörsborste (som passar provröret), stativ, muff och klämmare, brännare och pincett, värmetåligt underlag eller sandbädd (om provröret spricker).

Utförande

1. Montera ett långt värmetåligt provrör i ett stativ med muff och klämmare. Ha ett värmetåligt underlag tillhands (gärna en sandbädd eller plåt).
2. Överför högst 5 g kaliumnitrat till provröret.
3. Smält kaliumnitratet (smältpunkt 334 °C) med brännare. För lågan från botten på provröret och upp längs provrörets väggar så att allt kaliumnitrat smälter. Värm till smältan bubblar.
4. Plocka undan brännaren och tillsätt a) en 0,5 cm^3 kolbit med degeltång/pincett.
5. Låt reaktionen fortgå tills allt kol är förbrukat. Eventuellt behöver man fortsätta värma på provröret för att allt kol ska reagera fullständigt.
6. Därefter kan kaliumnitraten hettas upp på nytt för delförsök b.
7. Värm till smältan bubblar. Släpp ner ¼ sockerbit. Obs! Socker ger omfattande rökutveckling.

Avfallshantering: Överblivna kolbitar vid beredning kan sparas. Allt kol förbränns i reaktionen. Låt provröret svalna innan du diskar det. Kvarvarande saltklump i botten lossnar med hjälp av en glasstav och varmt vatten. Överför saltlösningen till ett avfallskärl för miljöfarliga oorganiska

salter (innehåller nitritjoner). Saltklumpen hanteras som fast avfall. Skölj ur provröret med vatten och använd provrörsborsten för att gnugga bort sot. Det är lättare att få rent provröret om det görs i direkt anslutning till demonstrationen.

Övrigt

Filmad demo: https://video.su.se/media/2024_kaliumnitrat%20och%20kol/0_lm1l6aks

Underlag för riskbedömning – kaliumnitrat och kol eller socker

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. Vid brand: Häll på vatten. Nitrater i vattenlösning brinner inte.
a) Kol, C(s) (bitar)	 H250 antänder spontant vid kontakt med luft. H319 Orsakar allvarlig ögonirritation. H335 Kan orsaka irritation i luftvägarna.	Om den glödande kolbiten hoppar ur provröret. Släck den med vatten.
b) Socker, $C_{12}H_{22}O_{11}(s)$	Ej märkespliktigt.	
Kaliumnitrit, $KNO_2(s)$	 H272 Kan intensifiera brand. Oxiderande. H301 Giftigt vid förtäring. H400 Mycket giftigt för vattenlevande organismer.	Undvik att blanda med brännbara ämnen. Hålls åtskilt från kläder och andra brännbara material. Undvik utsläpp till miljön. Samla upp spill och rester. VID FÖRTÄRING: Kontakta genast GIFTINFORMATIONSCENTRAL eller läkare.
Kaliumkarbonat, $K_2CO_3(s)$	 H315 Irriterar huden. H319 Orsakar allvarlig ögonirritation. H335 Kan orsaka irritation i luftvägarna.	VID HUDKONTAKT: Tvätta med mycket vatten. Vid hudirritation eller bestående ögonirritation: Sök läkarhjälp.

Förebyggande åtgärder	Använd skyddsglasögon. Detta är en demonstration och ska inte utföras av elever. Se till att deltagare håller avstånd. Undvik brännbart material i närheten. Demonstrationerna utförs i dragskåp eller utomhus. I experimentet med socker bildas mycket svart sotande rök. Undvik inandning av rökgaser. Tvätta händerna med tvål och vatten efter utförande.
Avfall och andra kommentarer	Kolet förbränns i reaktionen. Låt provröret svalna innan du diskar det. Kvarvarande saltklump i botten lossnar med hjälp av en glasstav och varmt vatten. Överför saltlösningen till ett avfallskärl för miljöfarliga oorganiska salter (innehåller nitritjoner). Saltklumpen hanteras som fast avfall. Skölj ur provröret med vatten och använd provrörsborsten för att gnugga bort sot. Det är lättare att få rent provröret om det görs i direkt anslutning till demonstrationen.

Datum	2025-06-02	**Utförd av**	KRC	**Klass**	

4c. Kaliumperklorat och skumgodis - Demo

Inledning

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.
Inga av dessa blandningar ska sparas!

Demonstrationen visar en fullständig förbränning av socker i form av skumgodis (typ Ahlgrens bil) i kontakt med smält kaliumperklorat. Kaliumperklorat har en smältpunkt på 525 °C och när det reagerar med socker bildas koldioxid, vatten och kol. Reaktionen är kraftigt exoterm. När bindningarna i sockermolekylerna bryts avges stora mängder energi, temperaturen stiger. Följande reaktionsformel beskriver reaktionen vid fullständig förbränning;

$3KClO_4 + C_6H_{12}O_6 \rightarrow 6CO_2 + 6H_20 + 3KCl$

Syfte

Förslag: Förbränning, energi, oxidation, reaktionsformel.

Hur synlig blir demonstrationen?

Demonstrationen kan utföras i dragskåp eller utomhus. Eventuellt kan en webbkamera användas.

Material

Kaliumperklorat, $KClO_4$(s), skumgodis (typ Ahlgrens bil, alternativt ¼ sockerbit).

Pincett, värmetåligt provrör, provrörsborste (som passar provröret) stativ, muff med klämma och värmetåligt underlag (eventuellt sandbädd).

Utförande

1. Häll finfördelad 3 g kaliumperklorat i provröret.
2. Fäst provröret i stativet och värm så att kaliumperkloratet smälter tills det bubblar lite.
3. Stäng av brännaren.
4. Släpp därefter direkt med pincett ner en skumbil (gärna delad i två bitar) eller en ¼ sockerbit i provröret.

Avfallshantering: Låt provröret svalna innan du diskar det. Resterna kan hällas i vasken. Skölj ur med vatten och använd provrörsborsten för att gnugga bort sot och rester. Det är lättare att få rent provröret om det görs i direkt anslutning till demonstrationen.

Övrigt

Filmad demo: https://video.su.se/media/2024_kaliumperklorat_och%20_skumgodis/0_1j2vtcjn

Underlag för riskbedömning - kaliumperklorat och skumgodis

En anpassning av riskbedömningen görs på arbetsplatsen.

Kemikalie	Faropiktogram och faroangivelser	Om något händer
Kaliumperklorat, $KClO_4$(s)	 H271 Kan orsaka brand eller explosion. Starkt oxiderande. H302 Skadligt vid förtäring.	Vid upphettning sönderfaller ämnet och bildar giftig rök. Andas inte in rök/gaser. Vid brand: Släck med vatten i spridd stråle. VID HUDKONTAKT: Tvätta huden med tvål och vatten. VID FÖRTÄRING: Ge genast ett par glas mjölk eller vatten att dricka om den skadade är vid fullt medvetande.
Kaliumklorid, KCl(s)	Ej märkningspliktigt.	
Skumgodis eller sockerbit	Ej märkespliktigt.	

Förebyggande åtgärder	Detta är en demonstration och ska inte utföras av elever. Se till att deltagare håller avstånd eller skyddas mot stänk. Använd skyddsglasögon.				
Avfall och andra kommentarer	Låt provröret svalna innan du diskar det. Resterna kan hällas i vasken. Skölj ur med vatten och använd provrörsborste för att gnugga bort sot och rester. Det är lättare att få rent provröret om det görs i direkt anslutning till demonstrationen.				
Datum	2025-06-02	**Utförd av**	KRC	**Klass**	

5. Ammoniumnitrat, zink och ammoniumklorid - Demo

Inledning

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.
Inga av dessa blandningar ska sparas!

Ammoniumnitrat oxiderar zink. Kloridjonerna i ammoniumklorid katalyserar antändningen av blandningen. Reaktionen startar genast vid tillförsel av vatten. Obs! Om ammoniumnitratet innehåller mycket vatten (ämnet är hygroskopiskt) kan reaktionen starta utan att vatten tillsätts. Reaktionsformeln för sönderdelning av ammoniumnitrat ser ut så här:

$$NH_4NO_3(s) \rightarrow N_2O(g) + 2H_2O(g) \qquad \Delta H = -36\ kJ$$

Under sönderdelningen stiger temperaturen (över 170°C), ammoniumnitratet smälter och följande reaktion startar;

$$Zn(s) + NH_4NO_3(l) \rightarrow N_2(g) + ZnO(s) + 2H_2O(g) \qquad \Delta H = -470\ kJ$$

En vit rök av zinkoxid bildas.

Syfte

Förslag: Oxidation, katalys, endoterm och exoterm reaktion, sublimering.
Detta är ett exempel på en spontan exoterm reaktion (självantändning), och visar katalysatorers betydelse för att påskynda och starta en kemisk reaktion.

Material

Ammoniumnitrat, $NH_4NO_3(s)$, ammoniumklorid, $NH_4Cl(s)$, zinkpulver, Zn(s), vatten.
Porslinsskål (eller långt värmetåligt provrör), pipett, bägare, glasstav och skedar.

Utförande

1. Blanda 4 g ammoniumnitrat och 0,5 g ammoniumklorid i en torr bägare.
2. Tillsätt 4 g zinkpulver.
3. Blanda försiktigt samman allt med en glasstav.
4. Överför blandningen till en torr porslinsskål och forma den till en hög med glasstaven.
5. Sätt till 1–2 droppar vatten. Observera vad som händer.

Avfallshantering: Oreagerat zinkpulver görs mindre reaktivt med saltsyra (minst 2 mol/dm^3). Det bildas vätgas. Zinkjoner överförs till avfallskärl för miljöfarliga oorganiska saltlösningar.

Övrigt

Filmad demo:
https://video.su.se/media/2024_Ammoniumnitrat_zink_och_ammoniumklorid/0_xpa1tyg7

Underlag för riskbedömning - Ammoniumnitrat, zink och ammoniumklorid

En anpassning av riskbedömningen görs på arbetsplatsen.

Kemikalie	Faropiktogram och faroangivelser	Om något händer
Ammoniumnitrat $NH_4NO_3(s)$	 H272 Kan intensifiera brand. Oxiderande. H319 Orsakar allvarlig ögonirritation.	Ämnet kan reagera kraftigt med reduktionsmedel och kan explodera med brännbara ämnen och med pulveriserad metall. Nitrater i vattenlösning brinner inte. Vid ögonkontakt: 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 bestående ögonirritation: Sök läkarhjälp.
Ammoniumklorid $NH_4Cl(s)$	 H302 Skadligt vid förtäring. H319 Orsakar allvarlig ögonirritation.	Vid ögonkontakt: 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 hudkontakt: tvätta huden med tvål och vatten.
Zinkpulver, Zn(s) *riskminsknings-ämne*	 H250 Spontanantänder vid kontakt med luft. H260 Vid kontakt med vatten utvecklas brandfarliga gaser som kan självantända. H410 Mycket giftigt för vattenlevande organismer med långtidseffekter.	Undvik all kontakt med vatten och andra metaller. Zinkpulver som blandas med andra brännbara ämnen kan börja brinna. Vid inandning: zink- och zinkföreningar kan ge feber (kallas *zinkfrossa*).
Zinkoxid, ZnO(s)		

Förebyggande åtgärder	Detta är en demonstration och ska inte utföras av elever. Se till att deltagare håller avstånd och skyddas mot stänk. Använd skyddsglasögon. Använd glasstav när kemikalierna blandas, INTE metallsked. Metall kan katalysera och starta reaktionen. Reaktionen utförs åtskilt från brännbara från material. Tvätta händerna med tvål och vatten efter hanteringen. Brand släcks med vatten i spridd stråle.				
Avfall	Oreagerat zinkpulver görs mindre reaktivt med saltsyra (minst 2 mol/dm^3). Det bildas vätgas. Zinkjoner överförs till avfallskärl för miljöfarliga oorganiska saltlösningar.				
Datum	2025-06-02	**Utförd av**	KRC	**Klass**	

6. Kaliumklorat med socker och järnpulver - Demo

Inledning

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.
Inga av dessa blandningar ska sparas!

Kaliumklorat och socker reagerar i en häftig reaktion. I förslaget till reaktionsformel har vi för enkelhets skull använt formeln för glukos. Svavelsyra startar reaktionen då den reagerar med kloratjoner och tar dessutom upp vatten.

$4KClO_3(s) + C_6H_{12}O_6(s) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_20(g) + 4KCl(s)$

Järnpulver tillsätts för att ge reaktionen starkare ljusintensitet, som uppstår då järnet förbränns, på samma sätt som i tomtebloss.

$KClO_3(s) + 3Fe(s) \rightarrow KCl(s) + 3FeO(s)$

Syfte

Förslag: Förbränning, excitation, energi, oxidation, exoterm reaktion, reaktionsformel.

Material

Kaliumklorat, $KClO_3(s)$, florsocker, koncentrerad svavelsyra och järnpulver, Fe(s) (inte järnstoft).
Natriumkarbonat, $Na_2CO_3(s)$ (vid eventuellt spill av syra).
Stort värmetåligt provrör, provrörsborste (som passar provröret), muff, provrörsklämmare och stativ, glasstav och värmetåligt underlag (exempelvis plåt eller sandbädd).

Utförande

1. Utför demonstrationen i ett stort och värmetåligt provrör fastsatt med klämmare och muff i ett stativ. Ställ stativet över ett tillräckligt stort och värmetåligt underlag. Placera eventuellt provröret i en sandbädd för att förhindra att glassplitter sprids om provröret skulle spricka.
2. Överför 2,5 gram kaliumklorat, 1 gram florsocker och 2,5 g järnpulver till provröret.
3. Blanda innehållet i provröret och sätt fast det i provrörsklämmaren.
4. Droppa 1–2 droppar koncentrerad svavelsyra mitt i mynningen av provröret. En häftig reaktion startar omedelbart. Undvik att hålla handen rakt ovanförför provrörsmynningen. (Var även beredd på att kunna dra ner dragskåpsluckan).
5. Låt provröret svalna.

Avfallshantering: Häll i lite vatten i provröret och överför resterna till avfallskärl för oorganiska miljöfarliga salter. Diska provröret med provrörsborsten för att gnugga bort sot och rester. Det är lättare att få rent provröret om det görs i direkt anslutning till demonstrationen.

Filmad demo: https://video.su.se/media/2024_Kaliumklorat_socker_och_jarnpulver/0_09sy8mzb

Underlag för riskbedömning – kaliumklorat och socker med järnpulver

En anpassning av riskbedömningen görs på arbetsplatsen.

Kemikalie	Faropiktogram och faroangivelser	Om något händer
Kaliumklorat, $KClO_3$(s)	 H271 Kan orsaka brand eller explosion. Starkt oxiderande. H302 Skadlig vid förtäring. H332 Skadlig vid inandning. H411 Giftigt för vattenlevande organismer med långtidseffekter.	Undvik utsläpp i miljön. Samla upp spill. INANDNING: Flytta personen till frisk luft och se till att andningen underlättas. VID FÖRTÄRING: Ge genast ett par glas mjölk eller vatten att dricka om den skadade är vid fullt medvetande .
Järnpulver, Fe(s)	 H228 Brandfarligt fast ämne. H251 Självupphettande. Kan börja brinna.	Finfördelat järn kan antändas i luft eller ge dammexplosion. Spill av järnpulver görs mindre reaktivt med en syra till järn(III)joner innan det torkas upp eller hälls ut i vasken.
Svavelsyra, H_2SO_4(aq)	 H314 Orsakar allvarliga frätskador på hud och ögon	VID FÖRTÄRING: Skölj munnen. Framkalla INTE kräkning. VID HUDKONTAKT (även håret): Ta omedelbart av alla nedstänkta kläder. Skölj huden med vatten/duscha. VID KONTAKT MED ÖGONEN: Skölj försiktigt med vatten i flera minuter. Ta ur eventuella kontaktlinser om det går lätt. Fortsätt att skölja. Sök omedelbart läkarhjälp. Täck spill med en riklig mängd av Na_2CO_3 och vatten (koldioxidutveckling sker).
Kaliumklorid, KCl(s)	Ej märkningspliktigt.	

Förebyggande åtgärder	Detta är en demonstration och ska inte utföras av elever. Se till att deltagare håller avstånd eller skyddas mot stänk. Ställ provröret rakt upp så svavelsyran droppas ner direkt på kemikalierna. Håll inte handen rakt över provrörsmynningen! Det finns risk för stänk. Använd skyddsglasögon.
Avfall	Häll i lite vatten i provröret och överför resterna till avfallskärl för oorganiska miljöfarliga salter. Diska med provrörsborste för att gnugga bort sot och rester. Det är lättare att få rent provröret i direkt anslutning till demonstrationen. Spill eller rester av kaliumklorat kan reduceras till kloridjoner. För destruktion av 1 g kaliumklorat används en lösning med 10 g natriumbisulfit, $Na_2S_2O_5$ i 100 ml vatten och 5 cm^3 svavelsyra (minst 2 mol/dm^3). Utförs i dragskåp eftersom viss mängd svaveldioxid bildas.

Datum	2025-06-02	**Utförd av**	KRC	**Klass**	

7. Bengalisk eld – Demo

Inledning

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.
Inga av dessa blandningar ska sparas!

Bengaliska eldar är fyrverkeripjäser som brinner med färgat ljus. De placeras ofta bakom träd eller kulisser för att lysa upp en miljö utan att blända åskådarna. I nedanstående demonstrationer ges recept för röd, grön, blå och gul bengalisk eld. I fyrverkerier sker olika redoxreaktioner. Utgångspunkten för fyrverkerier är ett oxidationsmedel som ger syre och hög temperatur till förbränningen. Kaliumklorat ger tillräckligt med syre och värme för att färgerna ska utvecklas på bästa sätt i blandningarna. I nedanstående recept används ofta metallnitrater som ger ytterligare tillskott av syre. Svavel har två roller, både som brännbart ämne och för att göra blandningen mer lättantändlig. För att förlänga bränntiden ytterligare tillsätts florsocker som brännbart ämne.

$2KClO_3(s) + 3S(s) \rightarrow 2KCl(s) + 3SO_2(g)$

Syfte

Förslag: Förbränning, excitation, lågfärg, energi, oxidation, reaktionsformel.

Material

Kaliumklorat, $KClO_3(s)$, svavel, S(s), bariumnitrat, $Ba(NO_3)_2(s)$, strontiumnitrat, $Sr(NO_3)_2(s)$, vattenfri koppar(II)klorid, $CuCl_2(s)$, natriumoxalat, $Na_2C_2O_4(s)$ och florsocker. skedar, glasstavar, porslinsskålar (en per blandning) och värmetåligt underlag.

Tabell 1: Till den brännbara blandningen tillsätts metallsalter för att ge färg enlig denna tabell.

Grön	Blå	Gul	Röd
2 g bariumnitrat	2 g bariumnitrat + 1 g vattenfri kopparklorid eller kopparsulfat	2 g natriumoxalat	2 g strontiumnitrat

Utförande

1. Grundreceptet för en brännbar blandning för bengaliska eldar är 2 g kaliumklorat och 1 g svavel. Samtliga ingredienser bör vara i fin pulverform. Mortla reaktanterna (**var för sig)** innan de blandas. (Förbereds i direkt anslutning till att demonstrationen utförs). Mortla florsocker efter svavel i samma mortel. Då släpper det svavel som fastnat i morteln.
2. Tillsätt det metallsalt du valt (enligt Tabell 1) och 0,4 g florsocker. Blanda alla ingredienser väl med en glasstav i en porslinsskål.
3. Antänd blandningen i porslinsskålen med en tändsticka. Den brinner cirka 3 sekunder.

Avfallshantering: Låt porslinsskålen svalna. Häll lite vatten i den och överför blandningen med resterna av salt till avfallskärl för oorganiska miljöfarliga salter. Diska ur porslinsskålen.

Underlag för riskbedömning – Bengalisk eld

En anpassning av riskbedömningen görs på arbetsplatsen.

Kemikalie	Faropiktogram och faroangivelser	Om något händer
Bariumnitrat, $Ba(NO_3)_2(s)$	 H272 Kan intensifiera brand. Oxiderande. H301 Giftigt vid förtäring. H319 Orsakar allvarlig ögonirritation. H332 Skadligt vid inandning.	Vid ögonkontakt: Skölj genast med vatten i flera minuter. Håll ögonlocken brett isär. Ta ur eventuella kontaktlinser om det går lätt. Vid inandning: Frisk luft och vila. Vid bestående ögonirritation: sök läkarhjälp. Vid spill kan natriumsulfatlösning, Na_2SO_4 användas för att bilda svårlösligt bariumsulfat som är mindre riskfyllt att hantera.
Kaliumklorat, $KClO_3(s)$	 H271 Kan orsaka brand eller explosion. Starkt oxiderande. H302 Skadlig vid förtäring. H332 Skadlig vid inandning. H411 Giftigt för vattenlevande organismer med långtidseffekter.	Vid inandning: Flytta personen till frisk luft och se till att andningen underlättas. Vid förtäring: Ge genast ett par glas mjölk eller vatten att dricka om den skadade är vid fullt medvetande . Undvik utsläpp i miljön. Samla upp spill.
Kopparklorid, $CuCl_2(s)$ (vattenfri)	 H302 Skadligt vid förtäring. H315 Irriterar huden. H319 Orsakar allvarlig ögonirritation. H335 Kan orsaka irritation i luftvägarna. H400 Mycket giftigt för vattenlevande organismer.	Vid ögonkontakt: Skölj genast med vatten i flera minuter. Håll ögonlocken brett isär. Ta ur eventuella kontaktlinser om det går lätt. Sök omedelbart läkarhjälp. Undvik utsläpp till miljön. Samla upp spill.
Natriumoxalat, $Na_2C_2O_4(s)$	 H302 Skadligt vid förtäring. H312 Skadligt vid hudkontakt.	Vid ögonkontakt: Skölj genast med vatten i flera minuter. Håll ögonlocken brett isär.
Svavel, S(s)	 H315 Irriterar huden.	Vid brand utvecklas giftiga SO_x-gaser. Släck med vatten i spridd stråle.
Strontiumnitrat, $Sr(NO_3)_2(s)$	 H271 Kan orsaka brand eller explosion. Starkt oxiderande. H318 Orsakar allvarliga ögonskador.	Vid ögonkontakt: Skölj GENAST med vatten i minst 15 minuter. Håll ögonlocken brett isär. Ta ut eventuella kontaktlinser om det går lätt. Uppsök omedelbart sjukhus/ögonläkare. Fortsätt skölja under transport. Undvik att blanda med brännbara ämnen. Vid kontakt med kläderna: Skölj omedelbart nedstänkta kläder och hud med mycket vatten innan du tar av dig kläderna.
Kaliumklorid, KCl(s)	Ej märkningspliktigt.	

Förebyggande åtgärder	Detta är en demonstration och ska inte utföras av elever. Se till att deltagare håller avstånd eller skyddas mot stänk. Använd skyddsglasögon. Att blanda med metallsked ökar risken för att statisk elektricitet ska uppkomma. Använd därför glasstav eller träsked vid blandning. **Metallsalter**: Vid hudkontakt: Tvätta huden med tvål och vatten. Kontakta läkare om besvär uppstår/kvarstår. Vid förtäring: Ge genast ett par glas mjölk eller vatten att dricka om den skadade är vid fullt medvetande.				
Avfall	Låt porslinsskålen svalna. Häll lite vatten i den och överför blandningen med resterna av salt till avfallskärl för oorganiska miljöfarliga salter. Diska ur porslinsskålen. Spill eller rester av kaliumklorat kan reduceras till kloridjoner. För destruktion av 1 g kaliumklorat används en lösning med 10 g natriumbisulfit, $Na_2S_2O_5$ i 100 ml vatten och 5 cm^3 svavelsyra (minst 2 mol/dm^3). Utförs i dragskåp eftersom viss mängd svaveldioxid bildas.				
Datum	2025-06-02	**Utförd av**	KRC	**Klass**	

CC BY NC

8. Kaliumpermanganat och glykol - Demo

Inledning

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.
Inga av dessa blandningar ska sparas!

Detta är ett exempel på en spontan exoterm reaktion (självantändning) där kaliumpermanganat oxiderar glykol till koldioxid och vatten (som ånga). Reaktionen sker först långsamt, men när värme bildas sker reaktionen snabbt.
$10KMnO_4(s) + 4C_2H_4(OH)_2(l) \rightarrow 5K_2CO_3(s) + 5Mn_2O_3(s) + 3CO_2(g) + 12H_2O(g)$

Syfte

Förslag: Reduktion, energi, oxidation, reaktionsformel, kovalenta bindningar.

Material

Kaliumpermanganat, $KMnO_4(s)$ och glykol, $C_2H_4(OH)_2(l)$. Porslinsskål (alternativt stor degel, triangel och trefot), plåt (som underlag för att samla upp salt), sked och plastpipett. Askorbinsyra används för destruktion av produkt och oreagerat kaliumpermanganat.

Utförande

1. Väg upp 3 g kaliumpermanganat och överför det till porslinsskål. Eventuellt kan saltet mortlas. Reaktionen går då fortare, saltet sprätter mindre.
2. Gör en liten grop i saltet. Fukta saltet med 2 droppar vatten.
3. Tillsätt 0,5 cm^3 glykol. Efter ett tag självantänder kaliumpermanganat.

Avfallshantering: Låt porslinsskålen svalna. Täck sedan produkten (kan innehålla oreagerat kaliumpermanganat) med 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.

Övrigt

Filmad demo: https://video.su.se/media/2024_Kaliumpermanganat_och_%20glykol/0_4jswmst5

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 i dragskåp eller utomhus. Utför demonstrationen i en porslinsskål över en tillräckligt stor plåt som samlar upp stänk (spill).
Avfall	Lös produkten (kan innehålla oreagerad 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	2025-06-02	**Utförd av**	KRC	**Klass**	