

Att beskriva och benämna

Marcus Angelin, Vetenskapens Hus, Jakob Gyllenpalm och Per-Olof Wickman,
Stockholms universitet

Denna lektion är ett exempel på hur man i slutet av ett område, när eleverna har kunskaper om det rent naturvetenskapliga innehållet för detta område, kan utgå från sina kunskaper för att lära sig om naturvetenskapens karaktär. Det närliggande syftet för eleverna är att sammanfatta några sätt som forskare inom området använder för att beskriva och benämna. Det övergripande syftet blir sedan att du som lärare hjälper eleverna att lära sig också hur man kan förstå forskarnas arbete med att beskriva och benämna utifrån de didaktiska modellerna naturvetenskapliga kunskapsintressen och karaktärsdrag för naturvetenskapen.

Det exempel på lektion som vi ger här genomförs när eleverna har läst organisk kemi. En sådan här lektion har fördelen att den kan användas som sammanfattning av många av de begrepp som eleverna lärt sig under studiet av organisk kemi. De frågor som eleverna får att diskutera under denna lektion ska fungera som ett närliggande syfte och ge dem ett mål i sikte och därför omfatta det som de läst tidigare. Samtidigt ska lektionen skapa anledning att diskutera kunskapsintresset *beskriva och benämna* samt karaktärsdragen 1) *föränderlig*, 3) *både subjektiv och objektiv* och 4) *innefattar kreativitet*. De övergripande syftena (målen) för lektionen är att eleverna ska lära sig:

- att *beskriva och benämna* är en verksamhet som många naturvetenskapliga forskare ägnar sig åt och att den kommer in i alla naturvetenskapliga områden
- hur forskare bär sig åt för att *beskriva och benämna* inom sina områden
 - hur de upptäcker och beskriver nya beståndsdelar
 - hur de kommit överens om regler för namngivning
 - hur de sorterar dem i grupper
- att beskrivningar och benämningar
 - bygger på överenskommelser som måste vara ändamålsenliga
 - kan se olika ut för olika typer av frågor
 - ska vara begripliga och användbara
 - behövs för att forskare ska kunna tala entydigt om samma sak
 - behövs för att kunna jämföra och sammanfatta olika forskares resultat
- att beskrivningarna och benämningarna är föränderliga
- att beskrivningarna och benämningarna nödvändigtvis är både subjektiva och objektiva

- att beskrivningarna och benämningarna kräver att forskarna är kreativa och uppfinningsrika

Eleverna lär sig inte detta innehåll om naturvetenskapens karaktär genom att det tas upp vid en enda lektion. Det är nödvändigt att återkomma till de begrepp och de övergripande syften som tas upp i denna del också med annat naturvetenskapligt innehåll. Efter lektionen i organisk kemi ger vi därför ytterligare exempel på hur detta innehåll kan belysas inom andra områden i biologi, fysik, kemi och geovetenskap. Först om detta innehåll och dessa övergripande syften tas upp i olika sammanhang, har eleverna möjlighet att själva se mönstret och att förstå den roll som beskrivningar och benämningar spelar mer allmänt. De ytterligare exempel vi ger ska också hjälpa dig som lärare att tillämpa lektionen i organisk kemi i andra sammanhang.

Lektionen i organisk kemi har fyra delar: 1) en allmän genomgång, 2) en inledning om syntes som forskningsområde i organisk kemi, 3) diskussion i grupper och 4) en sammanfattande helklassdiskussion där elevernas resultat knyts till målen för lektionen.

1. En allmän genomgång

Använd det som står under rubriken *Att beskriva och benämna* i texten ”Naturvetenskapliga kunskapsintressen” för att ge eleverna en idé om vad forskningsintresset handlar om. Modifiera innehållet utifrån vad eleverna vet sedan tidigare. Betona det som står i de övergripande syftena parallellt med berättelsen för att ge eleverna en första bild av vad lektionen går ut på. Anteckna gärna syftena på tavlan. Berätta sedan att vi ska titta närmare på den roll beskriva och benämna spelar i organisk kemi. Tala om att i den här lektionen ska ni diskutera på vilket sätt forskare i organisk kemi har försökt att beskriva och benämna alla dessa föreningar.

2. Syntes som forskningsområde i organisk kemi

Tala om organisk syntes och hur viktig vetenskap det är. Chemical Abstract Services (CAS) har sedan början av 1900-talet registrerat nya kemiska ämnen. År 1965 bestämde man att varje nytt kemiskt ämne får ett unikt nummer för att underlätta identifiering. Idag innehåller *Chemical substance index*, som publiceras av CAS (www.cas.org), omkring 130 miljoner oorganiska och organiska ämnen (våren 2017), varav den helt avgörande majoriteten är syntetiskt framställda organiska ämnen. Antalet ämnen ökar explosionsartat med många miljoner ämnen om året. Ta upp att ni i organisk kemi talat om en hel del syntetiska organiska ämnen. Be eleverna om exempel!

3. Diskussion i grupper

Berätta att eleverna ska få möjlighet att diskutera i grupper hur organiska kemister har forskat om hur man kan beskriva och benämna organiska föreningar. Dela in eleverna i grupper. Be varje grupp diskutera *en* av följande frågor med hjälp av sina anteckningar från tidigare, Internet och läroboken:

1. Hur kom man på att dela in kemiska föreningar i organiska och oorganiska föreningar? Hur har definitionen av organiska föreningar ändrats? Varför?
2. Vilka egenskaper har organiska föreningar gemensamma på molekylnivå? Hur kan man känna igen att ett ämne är en organisk förening med blotta ögat eller med kemiska försök?
3. Hur gör man för att skilja olika organiska föreningar från varandra? Var kan kemister hitta beskrivningar av olika ämnen som de kan använda för att känna igen dem?
4. Metanol och etanol påverkar kroppen på olika sätt. När man framställer etanol kan också små mängder av det mycket giftiga metanol bildas. Vilka egenskaper kan användas för att se hur ren den etanol som framställts är? Hur kan man separera dem och göra en etanol renare?
5. Hur har forskarna kommit överens om att dela in och namnge organiska föreningar? Finns det olika indelningssätt? Varför delar man in de organiska föreningarna på dessa olika sätt? Vad finns det för fördelar med de olika sätten?
6. Hur har man kommit överens om att representera organiska föreningar med kemiska symboler? Vilka fördelar finns med de olika sätten?
7. Hur har man kommit överens om att namnge organiska föreningar? Varför använder man ibland olika namn för samma förening trots överenskommelsen?

Under dessa punkter, kortfattat, är det möjligt för eleverna att ta upp följande:

1. Före 1800-talet ansågs de föreningar (organiska) som kom från levande organismer ha en typ av "livskraft" och var fundamentalt skilda från (oorganiska) föreningar som kunde framställas med hjälp av kemisk manipulation. Detta ändrades under 1800-talet då man lyckades syntetisera flera organiska föreningar ur oorganiska föreningar utan att involvera levande organismer. I den moderna definitionen räknas normalt föreningar med substantiellt kolinnehåll som organiska och definitionen har inte längre någon koppling till levande organismer. Vissa enkla typer av kolföreningar är dock undantagna och räknas som oorganiska föreningar, exempelvis karbonater och cyanider.
2. Organiska föreningar är uppbyggda av kolskelett och innehåller generellt även C-H-bindningar och i många fall också syre, kväve eller andra så kallade heteroatomer (atomer som inte är kol eller väte i organiska föreningar). Oladdade organiska föreningar är ofta mer lösliga i organiska lösningsmedel än i exempelvis vatten. De har ofta också en smält- och kokpunkt medan oorganiska föreningar ofta faller sönder i sina beståndsdelar istället för att koka. Det är svårt att känna igen organiska material med blotta ögat då de kan se ut på så många olika sätt. Allt från plast och trä till papper och tyg är organiska material medan sten och metall inte är det. Båda typerna av föreningar kan vara i gasform, flytande eller fast form. Med hjälp av kemiska analyser kan man dock undersöka om ett material är organiskt eller inte. Många organiska föreningar kan till exempel förbrännas i luft varvid koldioxid utvecklas. Ett enkelt test för koldioxid är grumling av kalkvatten.

3. Generellt utnyttjar man skillnader i ämnenas egenskaper. För fysisk separation kan man till exempel utnyttja skillnader i kokpunkt (destillation), löslighet (extraktion) eller andra interaktioner (exempelvis kromatografi). Man kan även undersöka om/hur ämnena reagerar med andra ämnen eller använda spektroskopiska analysmetoder (NMR, masspektrometri m.m.) Beskrivning av egenskaper av kända organiska föreningar kan hittas i olika tabeller och databaser. Vad gäller nyligen syntetiserade nya ämnen är det vanligt att ett flertal egenskaper också rapporteras i den vetenskapliga artikel där de först beskrivs.
4. Föreningarna har olika kokpunkter och en teknik som gaskromatografi är utmärkt för att undersöka renheten. Skillnaden i kokpunkt kan också användas för att separera metanol från etanol med hjälp av destillation.
5. Organiska föreningar kan delas upp på flera olika sätt. Vanligt är att man delar upp föreningarna beroende på vilka funktionella grupper de innehåller. Föreningar med samma funktionella grupper har ofta en liknande reaktivitet. Man kan också dela upp föreningarna efter hur kolskelettet är uppbyggt (rakt, grenat, cykliskt, mättat, omättat, aromatiskt m.m.). Normalt använder man den uppdelning som är lämpligast för den kemiska fråga man behandlar.
6. Organiska föreningar representeras ofta med summaformel eller strukturformel. Summaformel är en enklare representation där man kan få information om det numeriska förhållandet mellan de atomer som bygger upp en viss förening. Det säger normalt ingenting om hur den två- eller tredimensionella strukturen ser ut. För detta använder man sig av strukturformler där atomerna och deras bindningar ritas ut. Det gör det enklare att se exakt vilka funktionella grupper som molekylén innehåller, samt ger möjlighet att grafiskt representera hur en reaktion går till genom att rita ut reaktionsmekanismen. Är den tredimensionella strukturen relevant finns även representationer för att illustrera detta.
7. Organiska föreningar kan namnges systematiskt enligt ett regelverk som är framtaget av IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry). Där utgår man från en grundstruktur inom molekylén och kompletterar med olika prefix, suffix och siffror så att varje namn kan tolkas med en struktur. Detta system blir dock ofta komplicerat med stora molekyler, till exempel många naturprodukter. Det är därför fortfarande vanligt att använda enklare trivialnamn som har använts historiskt.

4. Sammanfattande helklassdiskussion

Gå igenom elevernas resultat och diskutera dem utifrån de tidigare givna övergripande syftena. Börja med att fråga eleverna om de kan ge exempel från sin uppgift på:

- att *beskriva och benämna* är en verksamhet som naturvetenskapliga forskare ägnar sig åt.

Be varje grupp att utifrån sin uppgift ge något exempel på hur forskare i organisk kemi:

- bär sig åt för att *beskriva och benämna*

- a) hur de upptäcker och beskriver nya beståndsdelar
- b) hur de kommit överens om regler för namngivning
- c) hur de sorterar dem i grupper

och ge sedan exempel på hur beskrivningar och benämningar

- bygger på överenskommelser som måste vara ändamålsenliga
 - a) kan se olika ut för olika typer av frågor
 - b) för att forskare ska veta att man talar så exakt som möjligt om samma sak
 - c) måste kunna jämföra och sammanfatta olika forskares resultat
 - d) för att beskrivningar ska vara begripliga och användbara allmänt

Fråga sedan om det är några grupper som har exempel på hur:

- beskrivningarna och benämningarna är föränderliga. Här är särskilt fråga 1 relevant, men också hur olika nya kemiska metoder (3) har gjort att man kunnat beskriva nya egenskaper för att se skillnad på kemiska föreningar och det faktum att man hela tiden upptäcker nya föreningar och därmed också nya typer av föreningar.
- beskrivningarna och benämningarna nödvändigtvis är både subjektiva och objektiva. Tala till exempel om namngivningen i fråga g och hur den måste kombinera någon slags bekvämlighet i att tala om föreningarna, vilket drar åt det subjektiva, och att samtidigt på ett entydigt sätt benämna en viss förening och inte någon annan, vilket drar åt det objektiva. Att välja om man ska ha en strukturformel eller summaformel drar också åt det subjektiva hållet. Det beror på vad som är relevant för att svara på en viss forskningsfråga snarare än att bara korrekt avbilda naturen.
- beskrivningarna kräver kreativitet. Relevant i detta sammanhang är till exempel den kreativitet och uppfinningsrikedom som forskarna måste ha för att komma på hur man kan syntetisera nya organiska ämnen, liksom att komma på nya analysmetoder samt hur man ska kunna ha ett relativt entydigt men samtidigt enkelt sätt att namnge föreningarna och beskriva deras struktur med formler.

Det är fullt möjligt att ta upp några av dessa mål som frågor i examinationen av organisk kemi.

Andra möjliga områden

Astronomi (t. ex. himlakroppar)

Genetik (t. ex. gen, kromosom)

Geovetenskap (t. ex. bergarter, mineraler)

Kemi (t. ex. metaller, ickemetaller och halvmetaller eller oädla och ädla metaller eller aggregationstillstånd)

Klimatologi (t. ex. årstider, inlandsklimat, kustklimat)

Mekanik (t. ex. kraft, energi)

Meteorologi (t. ex. högtryck, lågtryck)