

Paradigmatiske eksempler til Kemi A, stx

I dette kapitel er der angivet en række eksempler på undervisningsforløb, som på ingen måde er normative, men blot er tænkt som inspiration.

Til kemi A er der følgende paradigmatiske eksempler

1. Spektroskopi
2. Spektroskopisk identifikation
3. Nanoteknologi: Solceller
4. Aspirin
5. pH beregninger og anvendelse af grafregner
6. Nervesystemet, depression og SSRI'er
7. Enzymer

Forløbene 5, 6 og 7 inddrager også andre fag. Alle de paradigmatiske eksempler til kemi C og kemi B naturligvis også kan anvendes, når man blot holder sig den fornødne progression for øje.

1. Spektroskopi

I forløbet indføres spektroskopi som et nyt emne, hvor kernestoffet IR- og ^1H -NMR-spektroskopi samt det supplerende stof massespektroskopi indføres. Spektroskopi sættes i relation til bindingskemi og til organisk kemi. Hvis der undervises i et studieretningsforløb kan dele af forløbet gennemføres i samarbejde fysik. Varigheden er ca. 12 timer

Mål og fagligt indhold

Gennem forløbet opnår eleverne:

- viden om masse-, IR- og ^1H -NMR-spektroskopi
- forståelse for sammenhængen mellem bindingskemi og IR-spektroskopi
- viden om sammenhængen mellem strukturen af organiske molekyler og deres IR- og ^1H -NMR-spektre
- færdighed i at tolke spektre
- forståelse for sammenhængen mellem flere af fagets områder
- færdighed i kunne give en argumentationsrække for stofidentifikation på mundtlig og skriftlig form

Forudsætninger

Eleverne skal have en grundlæggende viden om inter- og intramolekylære bindinger, om hybridisering og om organisk kemi, herunder stofklasserne.

Forløb

Massespektroskopi

Forløbet indledes med en kort repetition om atomets opbygning – specielt om isotoper.

Derefter en introduktion på klassen til massespektroskopi, hvor følgende tages op:

- hvordan fungerer et massespektrometer
- molekylerne og fragmenterne sorteres efter isotopmasse
- molekylarionen aflæses, og stoffets molekylmasse bestemmes

- den relative forekomst af de enkelte isotoper aflæses, spec. med henblik på at påvise/udelukke Br- og Cl-atomer i molekylet
- nitrogenreglen introduceres

Massespektrometri udnyttes derefter i strukturoplæring hovedsagelig til bestemmelse af molekylmasse, identifikation af Cl- og Br- atomer i molekylet samt evt. også tilstedeværelse af N-atomer.

Molekylets struktur opklares ikke udelukkende ved brug af MS. Derfor fortsættes med

IR-spektroskopi

På grundlag af udleverede spørgsmål arbejdes i grupper med en kort repetition af carbonatomets opbygning – herunder hybridisering – samt repetition af bindingskemi, såvel intra- som intermolekylære bindinger og bindingsentalpi. Begge bindingstyper spiller en væsentlig rolle for de forskellige bånds beliggenhed i et IR-spektrum.

På klassen introduceres IR-spektroskopi med Hookes lov som model. Der lægges især vægt på forståelse af grundinddeling af IR-spektrret

- X-H-båndene (X = C, O, N)
- tripelbindingsbånd
- dobbeltbindingsbånd

og på, at eleverne herigennem opnår en dybere forståelse for bindingskemien og anvendelse af denne.

De funktionelle grupper relateres til karakteristiske bånd i IR-spektrret .

Molekylets struktur opklares ikke alene ved brug af MS og IR, hvorfor der inddrages

¹H-NMR-spektroskopi

¹H-NMR-spektroskopi introduceres kort med udgangspunkt i elektronspin. Derefter indføres i rækkefølge

- protonens kemiske skift, korrelationsdiagrammer
- integral sammenholdt med det relative antal protoner
- spin-spin-koblinger (naboprotoner), koblingsmønstre

Eleverne arbejder herefter enkelt- og/eller parvis med strukturoplæring af spektre. Eksempler på spektre kan fx findes i temabøger, på Internettet

<http://www.emu.dk/gym/fag/ke/inspiration/spektroskopi/index.html>

og i ”Vejledende opgaver til: Forsøg med spektroskopi til skriftlig eksamen i kemi”

<http://us.uvm.dk/gymnasie/almen/eksamen/opgaver/vejledende%20opgaver.pdf>

Forløbet afsluttes med pararbejde (matrixpar), hvor hvert par får udleveret spektre for to stoffer.

Eleverne skal identificere stofferne og redegøre for, hvorledes de to stoffer kan skelnes fra hinanden ved hjælp af kvalitative analyser i laboratoriet (udførelse, iagttagelser, reaktionsskemaer). Eleverne fremlægger deres resultater på tværs af parrene.

Arbejdsformer

Forløbet er lærerstyret. I de dele af forløbet, hvor der præsenteres nye teorier og teknikker benyttes klasseundervisning, da det kan være vanskeligt for eleverne at sætte sig ind i stoffet på egen hånd. I de øvrige dele af forløbet arbejdes i grupper med repetition samt enkelt- eller parvis med tolkning af spektre. Der er her rig mulighed for differentiering og for inddragelse af it afhængigt af de enkelte

elevers ønsker og behov.

Dokumentation

Der indgår spektroskopi i de skriftlige opgaver, der afleveres til retning og kommentering under og efter forløbet.

Evaluering

Forløbet evalueres mundtligt.

Supplerende bemærkninger: Massespektroskopi udelades såfremt forløbet ikke skal inddrage supplerende stof.

2. Identifikation af organiske stoffer ved kombination af IR og ¹H-NMR

Emnet er tænkt som et forløb i kemi med inddragelse af organisk kemi i kombination med IR- og ¹H-NMR-spektroskopi og med perspektivering i form af spektroskopiens anvendelse.

Varigheden er ca. 12 timer.

Mål og fagligt indhold

- opnå viden om sammenhængen mellem strukturen af organiske molekyler og deres IR- og ¹H-NMR-spektre
- arbejde med at generere spektre eller at hente dem fra Internettet
- kunne præsentere et udvalgt stof og dets kemiske egenskaber, samt spektre for en større forsamling
- kunne udføre en serie eksperimenter og systematisere resultaterne for et ukendt stof og på grundlag af dette identificere stoffet
- kunne give en argumentationsrække for en stofidentifikation på skriftlig form

Forudsætninger

Eleverne skal have en grundlæggende kemisk viden indenfor kernestoffet om organisk kemi herunder stofklasserne, og de skal være fortrolige med organiske reaktionstyper.

Eleverne skal have kendskab til principperne, der ligger til grund for anvendelsen af IR og ¹H-NMR.

Forløb

Der indledes med, at eleverne arbejder to og to med interaktive opgaver i strukturbestemmelse ved kombination af IR og ¹H-NMR.

Derefter arbejder eleverne i grupper (matrixgrupper) med forskellige organiske reaktionstyper: Ud fra givne rammer (fx antal C-atomer i reaktanter) udarbejder grupperne for en given reaktionstype reaktionsskema, stofferne navngives, der hentes og/eller genereres IR- og ¹H-NMR-spektre af reaktanter og produkter, og der udarbejdes en skriftlig redegørelse for spektrene. Spektrene går herefter på omgang i grupperne, der tolker spektrene med henblik på identifikation af reaktanter og produkter, redegør for reaktionstype og får mundtlige forklaringer godkendt af den gruppe, som udarbejdede materialet.

Gruppearbejde (3-4 elever): Hver gruppe får udleveret et IR-spektrum og et ¹H-NMR-spektrum af et stof, som anvendes i medicin, levnedsmiddel, plastik eller lignende. Stoffet identificeres ud fra

spektrene. Der indhentes information om stoffets fremstilling, egenskaber og anvendelse. Gruppen forbereder og gennemfører et mundtligt foredrag om stoffet og dets spektre.

Der udføres et eleveksperiment med udleveret forsøgsvejledning: Der udleveres en ukendt alkohol med tilhørende IR- og $^1\text{H-NMR}$ -spektrum. Alkoholen oxideres og oxidationsproduktet isoleres ved destillation. Kogepunkter for alkohol og oxidationsprodukt bestemmes, der gennemføres klassiske analyser på oxidationsproduktet. Alkoholen og oxidationsproduktet identificeres ved hjælp af de data, der er til rådighed. Der gennemføres udbytteberegning, og renheden af produktet vurderes. Der skrives en rapport om eleveksperimentet.

Supplerende: Hvis der er praktisk mulighed for det, kan der optages et IR- og et $^1\text{H-NMR}$ -spektrum af produktet.

Arbejdsformer

Der arbejdes i såvel større som mindre grupper, og der anvendes matrixgrupper. Eksperiment udføres af grupper på to elever. Der er en høj grad af selvstændigt elevarbejde. Forløbet træner eleverne i at anvende og fortolke IR- og $^1\text{H-NMR}$ -spektre, og der arbejdes med stofkendskab kombineret med spektrenes repræsentation. Anvendelsen af matrixgrupper og gruppefremlæggelser træner eleverne i at præsentere faglig viden for andre. Rapporten giver øvelse i på en forståelig måde at kombinere flere forskellige oplysninger og eksperimentelle resultater om et bestemt stof.

Dokumentation

- der føres laboratoriejournal og skrives en individuel rapport over et eleveksperiment
- arbejdet med IR- og $^1\text{H-NMR}$ -spektre, strukturformler og reaktionsskemaer indføres i journal.
- i grupper holdes foredrag for resten af klassen om et stof og det spektre.

Evaluering

Der afleveres en rapport, som læreren retter og kommenterer skriftligt og mundtligt. Forløbet afsluttes med en fælles mundtlig evaluering.

3. Nanoteknologi: Solceller

Forløbet kan være et rent kemisk projekt, men der er oplagte muligheder for samarbejde med fysik, og også biologi kan inddrages. Forløbet vil kunne anvendes selvstændigt eller som introduktion til et mere uddybende forløb om nanoteknologi.

Varigheden er 8-9 timer.

Mål og fagligt indhold:

- planlægge og gennemføre en mindre serie eksperimenter
- viden om nanoteknologi
- viden om nanoteknologi som et grænseområde mellem kemi, biologi og fysik
- træne koordinering af skriftlighed i forbindelse med rapportskrivning i grupper

Forudsætninger

Eleverne skal have kendskab til redoxreaktioner, og fra fysikundervisningen skal de have kendskab til elektrisk strøm og spænding. Ligeledes skal de være introduceret til spektrofotometri og absorptionspektre.

Forløb

Forløbet skal som et praktisk produkt resultere i en funktionsdygtig solcelle fremstillet ud fra bl.a. plantefarvestoffer som fx. klorofyl, brombærsaft eller hindbærsaft.

Ved arbejdet med såvel teori som eksperimenter kan grupperne være på 2-4 personer.

Undervisningsmateriale og vejledninger til bygning og afprøvning af solceller kan findes på adressen: <http://www.matnatverdensklasse.dk/uv-mat/nano/solcelle1.pdf>

Med udgangspunkt i det udleverede materiale skal grupperne arbejde med arbejdsark, der omhandler solcellers opbygning og virkemåde, energi og lys, strukturen af solceller, plantefarvestoffers lysabsorberende egenskaber og elektrontransporten i solceller. På Internettet findes der en uoverskuelig mængde information om nanoteknologi og dens anvendelse. Eleverne kan i forbindelse med gruppearbejdet forsynes med en kortfattet linksamling med adresser på oversigtsbeskrivelser om nanoteknologi.

Det eksperimentelle arbejde:

1½-2 timer: Glasplader belægges med en suspension af TiO_2 , som derefter ophedes, hvorved en nanokrystallinsk struktur dannes. Hver gruppe skal fremstille flere sæt glasplader.

3 timer: De TiO_2 -belagte glasplader indfarves med plantefarvestof og solcellerne samles. Der måles karakteristikker for solcellerne. En effektkurve tegnes og maksimaleffekten bestemmes. Om muligt bestemmes solcellernes nyttevirkning vha. en pyranometermåling. Farvestoffets absorptionsspektrum optages og sammenholdes med lyskildens spektrum.

Det eksperimentelle arbejde dokumenteres om muligt med digitale billeder.

Der skal skrives en grupperapport om det eksperimentelle arbejde.

Arbejdsformer

Gruppearbejde om teorien. Arbejdet med teorien er styret af læreren i form af arbejdsark.

Eksperimentelt arbejde i grupper. Grupperapport træner eleverne i planlægning og præsentation af skriftligt arbejde i samarbejde med andre.

Dokumentation

- der skrives en grupperapport over det eksperimentelle arbejde
- der arbejdes med opgaver fra arbejdsark

Evaluering

Læreren retter og kommenterer skriftligt og mundtligt elevernes rapporter. Forløbet afsluttes med en fælles mundtlig evaluering.

4. Aspirin

Emneforløbet er tænkt som et forløb i kemi med inddragelse af velkendte produkter fra hverdagen. Varigheden er 11 timer.

Mål og fagligt indhold

Emneforløbet bidrager til opfyldelsen af de faglige mål ved, at eleverne identificerer og perspektiverer kemiske problemstillinger fra hverdagen og den aktuelle debat samt benytter den opnåede faglige viden til at forstå og vurdere kemiens betydning for menneske og omverdenen. Eleverne

- opnår viden om organiske molekyler
- opnår viden om spektroskopiske metoder
- udfører søgning på Internettet og i faglitteratur
- udfører og efterbehandler eksperimentelt arbejde
- opnår viden om sammenhænge mellem fagets forskellige delområder
- arbejder med skriftlig formidling

Forudsætninger

Kendskab til kemisk ligevægt, syre-baseteorien og organisk kemi.

Forløb

Relevant undervisningsmateriale findes på dansk. En oversigtsartikel med litteraturhenvisninger findes i Dansk Kemi nr. 10, 2004, s. 36-37 (Carsten Christophersen: *Aspirin, 100 år med overraskelser*).

Eleverne arbejder i grupper med forskellige emner:

- Naturstoffet: Aspirins historiske anvendelse som naturmedicin. Eleveksperiment: Salicylsyre fra pilebarkekstrakt ved hydrolyse og oxidation, TLC-analyse af produktet.
- Aspirins optagelse i kroppen: Gennemgang af stoffets vej ind og ud af kroppen samt stoffets medicinske virkning. Eleveksperiment: "TLC-analyse af indholdet i forskellige smertestillende piller indeholdende acetylsalicylsyre".
- Det syntetisk fremstillede stof: Gennemgang af Kolbe-Schmitt reaktionen til teknisk fremstilling af salicylsyre. Eleveksperiment: "TLC-analyse af syntetisk fremstillet stof".
- Moderne stofidentifikation ved spektroskopiske metoder: Arbejdet deles ud på 3 grupper, som beskæftiger sig med hhv. IR, NMR og MS. Principperne i den spektroskopiske metode beskrives. Der findes spektre af salicylsyre på Internettet, og spektrene fortolkes.

Der fremlægges mundtligt på tværs af grupperne, og hver gruppe laver et bidrag til en samlet fremstilling af det historiske forløb i udviklingen af et smertestillende lægemiddel.

Alle grupper arbejder med de samme arbejdsark (studiespørgsmål og opgaver) vedrørende alkoholer, phenoler og carboxylsyrens funktionelle grupper, navngivning og egenskaber (blandbarhed, syrestyrke, esterdannelse) med henblik på repetition.

Eleveksperimenter:

- "Syntese og oprensning af acetylsalicylsyre" (med vejledning til eksperimentet)
- "Kvantitativ analyse af aspirin ved forskellige metoder" (med vejledning til eksperimentet). I det omfang det er muligt, analyseres det syntetiserede acetylsalicylsyre vha. IR, NMR og MS. Der skrives rapport om dette eksperiment
- "Undersøgelse af, i hvilket omfang acetylsalicylsyre hydrolyseres i mavesækken" (åbent eksperiment).

Der søges efter informationer om aspirins toksikologiske og farmakologiske data, og hydrolyse af acetylsalicylsyre i blodet beskrives. Informationerne inddrages i gruppe rapport over de tre eksperimenter.

Fælles lærerstyret opsamling.

Arbejdsformer

Forløbet er lærerstyret med en forholdsvis høj grad af elevaktiverende arbejde (par- og gruppearbejde, eleveksperimenter). Eleveksperimenterne er kvalitative såvel som kvantitative.

Dokumentation

Der arbejdes med skriftlig besvarelse af arbejdsarkene. Klassen udarbejder en fælles fremstilling om et enkelt aspekt af forløbet. Der udarbejdes rapport over det ene eleveksperiment og journal over de to andre.

Evaluering

Eleverne udarbejder en rapport, som rettes og kommenteres af læreren. Under opsamlingen til sidst er der en fælles mundtlig evaluering.

5. pH beregninger og anvendelse af grafregner

TI-83 plus eller tilsvarende produkt

Forløbet er tænkt som et forløb i kemi alene, men afvikles det i forbindelse med et studieretningsforløb vil det være nærliggende at indgå i et tværfagligt samarbejde med matematik. Varighed på 12-13 timer afhængig af forudsætninger og valg af opgaver.

Mål og fagligt indhold

- indsigt i forskydning af syre-baseligevægte
- viden om pH beregning af vandige opløsninger af stærke syrer og baser
- erfaring med grafregnerens LISTER til tegning af titrerkurve
- viden om pH beregning af vandige opløsning af ikke-stærke syrer og baser
- erfaring med grafregnerens ligningsløser i forbindelse med pH beregning for ikke-stærke syrer og baser
- efterbehandling af data med grafregneren, fortolkning og skriftlig formidling af forsøgsresultaterne
- indsigt i modellernes begrænsning – herunder anvendelse af grafregneren til plot af sammenhæng mellem pH og koncentration
- kendskab til syrer og basers anvendelse i fx husholdningen

Forudsætninger

Eleverne skal have en grundlæggende viden indenfor stoffers opbygning, og de skal være fortrolige med begreberne kemisk ligevægt og forskydning af ligevægte. Simple syre-basereaktioner, pH-begrebet og pH – beregning i opløsninger af stærke syrer og baser forudsættes bekendt. Derudover skal eleverne fra matematikundervisningen have kendskab til grafregneren.

Forløb

Undervisningen tager sit udgangspunkt i præsentation af begreber som K_S , K_B , pK_S , pK_B , samt repetition af pH, pOH og pH – beregning i opløsninger af stærke syrer og baser.

Eleveksperiment med titrering af stærk syre med stærk base, idet titrerkurven tegnes løbende på grafregneren. Resultaterne efterbehandles og følges op af udregning af den teoretiske kurve.

Perspektivering af ækvivalenspunktets bestemmelse, idet den differentierede kurve tegnes oven i titrerkurven (udregning af $\Delta pH/\Delta V$ i LISTERNE).

I forlængelse af dette gennemgås en ikke-stærk syres opløsning i vand (middelstærke og svage syrer), og overvejelser omkring koncentrationerne før reaktion og ved ligevægt inddrages. Herved fremkommer følgende udtryk (I), som omskrives til (II):

$$K_s = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{c_s - [\text{H}_3\text{O}^+]} \quad (\text{I})$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]^2 + K_s \cdot [\text{H}_3\text{O}^+] - K_s \cdot c_s = 0 \quad (\text{II})$$

Denne 2. grads ligning kan løses eksakt og pH kan bestemmes. Her kan eleverne præsenteres for det færdige udtryk, men i forbindelse med de konkrete beregninger lægges vægten på at introducere grafregnerens SOLVER-funktion, hvor (II) kan indtastes direkte og $[\text{H}_3\text{O}^+]$ bestemmes. En diskussion af modellen er oplagt, og derfra kan vises, at for svage syrer kan ovenstående formel omskrives til:

$$\text{pH} = \frac{1}{2} \cdot (\text{p}K_s - \log c_s) \quad (\text{III})$$

De tilsvarende begreber indføres for ikke-stærke basers opløsning i vand. Formlernes begrænsning diskuteres og undersøges ved opgaveregning. Inden eleverne kastes ud i at løse opgaver på egen hånd, er det en god ide i fællesskab at gennemgå et par konkrete eksempler, hvor formålet er at lære at bruge SOLVER-funktionen eller ligningsløseren. I forbindelse med præsentationen kan læreren benytte en WiewScreen. Eleverne arbejder dernæst selv med eksempler og opgaver, hvor ligningsløseren anvendes til bestemmelse af pH i vandige opløsninger af syrer og baser. Opgaverne fremlægges mundtligt på klassen, og eleverne redegør for deres betragtninger. Overførsel af relevante skærbilleder til PC fra grafregneren kan inddrages (TI-Connect).

Via arbejdsark med præcise anvisninger på anvendelse af grafregneren (LISTER, o-editor, STAT PLOT) undersøges formlernes begrænsning for udvalgte svage og middelstærke syrer.

Læreren er konsulent, og de vigtigste pointer opsamles på klassen.

Eleveksperiment, hvor der skal identificeres 5 forskellige opløsninger af salte, der reagerer surt eller basisk ved måling med henholdsvis pH-sticks, indikatortilsætning (brøndplade) og måling med pH-meter. Udover de eksperimentelle data skal fortolkning og argumentation foretages på baggrund af reaktionsskemaer for saltene opløsning i vand suppleret med teoretiske udregninger af pH i opløsningerne, hvor ligningsløseren benyttes.

Afslutningsvis undersøger eleverne hjemmet for rengøringsmidler med indhold af syrer og baser, og der foretages kvalificerede pH-beregninger, som sammenlignes med producenternes oplyste værdier. Mundtlig præsentation af gruppernes resultater. Disse samles og præsenteres på en poster på skolens kemiopslagstavle.

Arbejdsformer mm.

Lærerstyret gennemgang af teoretiske problemstillinger og eksempler i kombination med selvstændig opgaveregning i grupper og eksperimentelt arbejde giver variation og sikrer indlæring af faglige mål. Bestemmelse af ækvivalenspunktet vha. udregning af $\Delta\text{pH}/\Delta V$ i LISTERNE skal gøres kort. (Herved er problemstillingen velkendt ved en senere titrering af fx en svag syre vha. dataopsamlingsudstyr.

Kort efter den teoretiske præsentation af formlerne til pH-beregning for middelstærke og svage syrer kan elevernes evne til at reproducere teorien testes ved skriftlig individuel udledning frem for en præsentation på tavlen. Herved aktiveres alle elever på holdet.

I forbindelse med pH-beregningerne er det af afgørende betydning, at eleverne forstår nytten af at benytte den generelle formel (II) og ligningsløseren i forbindelse med tilegnelsen og, at det er den

fremherskende metode. Det forhindrer ikke, at eleven samtidig argumenterer for om fx syren eller basen er svag eller middelstærk. Eleverne kan have nytte af, at ligningsløseren allerede har været benyttet i forbindelse med en ligevægtsblandings sammensætning. Ved at lære at opstille det generelle udtryk og løse problemet kan frugtesløse forsøg på at huske diverse formler udenad forhåbentlig undgås. I forbindelse med rapportskrivningen vil elevernes evne til at formidle det indlærte og til at arbejde konsekvent med ligningsløseren fremgå.

Dokumentation

- der arbejdes med teoretisk udledning af pH-formler (test)
- der arbejdes med løsning af opgaver
- der udarbejdes journaler over det eksperimentelle arbejde
- der skrives individuel rapport over eksperimentet med pH måling i vandige opløsninger
- der udarbejdes en fælles poster over undersøgelserne af rengøringsmidler

Evaluering

Elevfremlæggelser kommenteres og evalueres løbende af klassen og læreren. Læreren retter og kommenterer skriftligt og mundtligt elevernes test og rapporten. En fælles mundtlig evaluering afslutter forløbet.

6. Nervesystemet, depression og SSRI'er.

Emneforløbet er tænkt afviklet i samarbejde mellem kemi A og biologi B/A og har en varighed af ca. 20 timer. De to fag bidrager med 10 timer hver.

Mål og fagligt indhold

Emneforløbet bidrager til opfyldelse af de faglige mål ved, at eleverne indlærer grundlæggende begreber og arbejder med industriel anvendelse af kemi. Eleverne

- opnår viden om nervesystemets opbygning
- opnår viden om nervecellens funktionelle områder
- opnår viden om nerveimpuls
- opnår viden om hvilemembranpotentiale, ionstrømme, Na⁺/K⁺ pumpen og betydningen af disses funktion i forbindelse med nerveaktivitet.
- opnår viden om den kemiske synapsetransmission og forskellige typer af transmitterstoffer
- opnår viden om forskellige typer af transmitterstoffer og udviklingen af Selektive Serotonin Reuptake Inhibitors (SSRI)
- opnår viden om fremstilling af SSRI'er
- opnår viden om depression og de forskellige behandlingsmetoder, der anvendes.
- indhenter kemisk information
- arbejder med mundtlig/skriftlig formidling

Forudsætninger

Kendskab til organisk kemi, herunder forskellige funktionelle grupper. Viden om betydningen af molekylers polaritet. Kendskab til Nernst' ligning.

Forløb

Forløbet afvikles som et egentligt projekt. Produktet er et mundtligt oplæg. Eleverne er inddelt i grupper, og hver gruppe har som opgave fået et bestemt emne.

En gruppe arbejder med frembringelse af elektrisk impuls i en nervecelle, mens en anden gruppe ser på hvorledes den elektriske impuls forplanter sig fra neuron til neuron, en tredje gruppe ser på årsager til depression. Eleverne har valgt gruppe efter interesse. Gruppen fastlægger selv indholdet i deres oplæg. Den enkelte gruppe skal både arbejde med emnet ud fra en biologisk og en kemisk synsvinkel. Evt. ud af huset aktivitet i form af virksomhedsbesøg.

Arbejdsformer

Forløbet er som udgangspunkt lærerstyret, men med en høj grad af elevaktiverende arbejde (gruppearbejde og gruppeoplæg). Det er vigtigt, at eleverne gennem projektet bliver bevidste om vigtigheden af vidensdeling og erkendelse af at have "ekspertviden" indenfor et begrænset område.

Dokumentation

Ved projektets afslutning afholder klassen et fællesforedrag. Evt. kan andre lærere end faglærerne inviteres. Grupperne fremlægger for hinanden. I forlængelse af oplæggene kan der stilles spørgsmål.

Hver enkelt gruppe udarbejder desuden en projektrapport.

Evaluerings

Ved et møde mellem de to lærere og den enkelte gruppe evaluerer lærerne gruppens oplæg. Projektrapporten rettes og kommenteres af begge lærere.

7. Enzymer

Temaet er tænkt som et forløb i kemi, men det er velegnet til at indgå i et tværfagligt samarbejde med biologi. Det har en varighed på ca. 18 timer.

Mål og fagligt indhold

- erfaring med enzymeres katalytiske virkning
- indsigt i sammenhænge mellem struktur og egenskaber
- tilrettelæggelse og udførelse af eksperiment
- gennemførelse af et længerevarende eksperiment
- fortolkning og mundtlig formidling af forsøgsresultater
- indsigt i bioteknologisk produktion og enzymeres anvendelse
- indhente kemisk information om en aktuell samfundsmæssig problemstilling
- indsigt i carbohydraters struktur og reaktioner
- kendskab til de biologiske makromolekyler, NAD^+/NADH
- skriftlig formidling af kemisk viden i fagsprog
- efterbehandling af data og skriftlig formidling af forsøgsresultater

Forudsætninger

Eleverne skal have en grundlæggende viden om kemisk bindingsteori, organisk kemi og katalysatorer.

Forløb

Eleverne arbejder i matrixgrupper med at planlægge et eleveksperiment (konstruktivistisk tilrettelagt): Der udleveres en basisvejledning til bestemmelse af reaktionstiden for hydrolyse af stivelse katalyseret af α -amylase. De forskellige grupper tilrettelægger selv eksperimenter til

bestemmelse af reaktionstidens afhængighed af henholdsvis pH, temperatur, substratkoncentration og enzymkoncentration.

Resultaterne efterbehandles og sættes i relation til den gennemgåede teori. Mundtlig fremlæggelse på tværs af grupperne.

Besøg på virksomhed som fremstiller enzymer ved bioteknologiske metoder. Fokus skal være på produktion, oprensning, anvendelser. Eleverne har inden besøget arbejdet i grupper med studiespørgsmål vedrørende vaskemiddelenzymer og skal efter besøget udarbejde en pjece til vaskemiddelproducenter, der sagligt informerer om vaskemiddelenzymers fremstilling og virkemåde, og redegør for de miljømæssige aspekter.

Eksperimentelt projekt: Der fremstilles bioethanol og foretages analyser af mellemprodukt og produkt. Bioethanol fremstilles ved enzymatisk hydrolyse af kartoffelstivelse, toilet papir og halm under dannelse af glucose. Der foretages kvantitativ bestemmelse af glucosekoncentrationen ved enzymkatalyseret omdannelse af glucose og måling af NADH med et spektrofotometer.

Glucoseopløsningerne fermenteres under dannelse af ethanol, som destilleres. Ethanolindholdet bestemmes kvantitativt; dels ved oxidation af ethanol og tilbagetitrering af oxidationsmidlet, dels ved enzymkatalyseret omdannelse af ethanol og måling af NADH med et spektrofotometer.

Sideløbende med laboratoriarbejdet skal eleverne søge information om de seneste forskningsresultater vedrørende bioethanol og om anvendelsen af bioethanol som brændstof på verdensplan.

Arbejdsformer

Eksperimentelle undersøgelser som udgangspunkt for teoretiske overvejelser. Elevernes forståelse af de andres data fremmes af, at de selv har arbejdet med lignende problemstillinger.

Kombinationen af virksomhedsbesøg og informationssøgning perspektiverer den kemiske teori, og det eksperimentelle projekt giver eleverne lejlighed til at arbejde selvstændigt med planlægning af arbejdet og få erfaring med forskellige eksperimentelle metoder.

Dokumentation

- der arbejdes med logbog under forløbet
- der udarbejdes præsentationsmateriale og journaler over enzymundersøgelserne i matrixgrupperne
- der udarbejdes en pjece til vaskemiddelproducenter i fagsprog
- der udarbejdes rapporter over fremstilling af bioethanol, analyse af glucoseindholdet og analyse af ethanolindholdet

Evaluerings

Eleverne dokumenterer løbende deres arbejde med projektet i en elektronisk mappe. Læreren giver skriftlig feedback på kursusmappen og på pjece og rapporter.

