

Kemian tukimateriaalia

Lukion opetussuunnitelman perusteiden 2019
kemian moduulien sisältöjen tarkastelua



Matemaattisten Aineiden Opettajien Liitto MAOL ry:n edustajat ja
Lukion opetussuunnitelman perusteiden 2019 laadinnassa
mukana olleen aineryöryhmän jäsenet ovat yhteistyössä tuottaneet
tukimateriaalia perusteissa annettujen ainekohtaisten
keskeisten sisältöjen avaamiseksi kemiassa.

SISÄLLYS

Pakolliset opinnot

KE1 Kemia ja minä 8

KE2 Kemia ja kestävä tulevaisuus 11

Valtakunnalliset valinnaiset opinnot

KE3 Molekyylit ja mallit 14

KE4 Kemiallinen reaktio 18

KE5 Kemiallinen energia ja kiertotalous 21

KE6 Kemiallinen tasapaino 24

Kiitämme tuesta:



Teknologiateollisuuden
100-vuotisäätiö



This event is supported by the European Commission's H2020 programme – project Scientix 3 (Grant agreement N. 730009), coordinated by European Schoolnet (EUN). The event is the sole responsibility of the organizer and it does not represent the opinion of the European Commission (EC) or EUN, and neither the EC or EUN are responsible for any use that might be made of information contained.

JOHDANTO

Tämän oppaan tarkoituksena on tarkentaa lukion opetussuunnitelman perusteiden tekstiä kohdissa, jotka ovat muuttuneet edellisestä tai on toisaalta esitetty perusteissa lyhyesti. Opetuksen tulee perustua opetussuunnitelman perusteisiin, jotka ovat opetuksen toteutusta ohjaava määräys. Opettaja voi hyödyntää tätä opasta suunnitellessaan opetusta ja tulkitessaan opetussuunnitelman perusteita. Opetussuunnitelman perusteissa esitettyjen tavoitteiden ja keskeisten sisältöjen lisäksi opetukseen on mahdollista sisällyttää opetusryhmästä ja paikallisista opetussuunnitelman painotuksista riippuen muita tavoitteita ja sisältöjä. Kaikkia perustetekstin tavoitteita ja sisältöjä ei ole ollut tarvetta avata tässä tukimateriaalissa.

Kunkin moduulin kuvauksessa on mainittu muutamia yhteyksiä, joiden avulla sisältöjä voidaan lähestyä. Nämä yhdistävät teemat on tarkoitettu mahdollisiksi esimerkeiksi käytettäväksi moduulien opetuksessa sekä oppiainerajat ylittävien opintojaksojen ja temaattisten opintojen suunnittelussa. Ehdotettuja teemoja ei ole välttämätöntä käsitellä, eikä lista rajaa pois muita teemoja.

Moduulien kuvauksissa mainitut kokeelliset tutkimukset keskeisten sisältöjen käsittelyyn ovat vastaavalla tavalla tarkoitettu esimerkeiksi, joita voidaan toteuttaa opetusryhmien kanssa. Kaikkia tutkimuksia ei ole mahdollista eikä tarkoituksenmukaista toteuttaa eikä niitä ole tarvetta käsitellä. Myös muiden kokeiden tekeminen on suotavaa. Kokeellisuuden ei aina tarvitse olla varsinaista kokeellista työskentelyä, vaan myös esimerkiksi videoiden, demonstraatioiden tai simulaatioiden avulla toteutettua.

Opetussuunnitelman perusteiden laadinnassa on pyritty keventämään sisältöjä, jotta asioiden sisäistämiseen, pohdintaan, kokeellisuuteen ja sähköisten työkalujen harjoitteluun sekä laaja-alaisen osaamisen tavoitteiden toteuttamiselle olisi aikaa. Keskeistä on nähdä kemia ongelmien ratkaisijana sekä kemian merkitys yksilölle ja yhteiskunnalle.

Pakollisten moduulien tarkoituksena on antaa positiivinen kuva kemiasta ja sen merkityksestä. Kemian merkityksellä tarkoitetaan erityisesti kemiallisen tiedon vaikutuksia yhteiskunnassa ja kemian merkitystä kestäväan elämäntavan edistämisessä. Moduulit KE1 ja KE2 johdattavat kemian tulevien opintojaksojen opiskeluun sekä antavat kuvan kemiasta kokeellisena luonnontieteenä. Nämä moduulit voidaan opettaa joko

erillisinä tai yhtenä opintojaksona. Näistä yhden opintopisteen moduuleista voi muodostaa lukujärjestyksellisesti helposti käsiteltäviä kokonaisuuksia jonkin toisen aineen moduulien kanssa. Erityisesti fysiikan ja biologian sisällöistä ja moduuleista löytyy sopivia yhtymäkohtia.

Moduulissa 3 käyttöön otettavien sähköisten työkalujen oppiminen vaatii aikaa. Kemian suureet ainemäärä ja konsentraatio on siirretty aiemmaksi moduuliin KE1, ja hiilen yhdisteluokat jaettiin moduuleihin KE3 ja KE4. Vanhan KE3-kurssin sisällöistä energia on siirretty moduuliin KE5, jotta biomolekyylien, polymeerien ja tuttujen polymeerimateriaalien opiskeluun olisi aikaa. Nämä tuovat mahdollisuuksia löytää merkityksiä reaktioille. Energian siirtäminen moduuliin KE5 tukee energian varastoitumisen käsittelyä ja esittelee kemian merkitystä energian tuotannossa ja varastoinnissa, mikä on merkittävää myös yhteiskunnan tasolla. Moduulissa KE6 puskuriliuosten käsittely vain kvalitatiivisella tasolla jättää aikaa graafisten esitysten laatimisen ja niiden tulkinnan harjoitteluun. Palamistuotteiden happamuus ja emäksisyys sopivat hyvin happojen ja emästen yhteyteen.

OPPIAINERAJAT YLITTÄVÄT OPINTOJAKSOT

Luonnontieteiden kaikille yhteisissä moduuleissa on pyritty luomaan mahdollisuuksia oppiainerajat ylittävälle opintojaksoille.

Kemian moduuleissa KE1 ja KE2 sekä fysiikan ensimmäisissä ja biologian moduuleissa 2 ja 3 on luontevia mahdollisuuksia tutustua kokeelliseen työskentelyyn. Lisäksi moduulissa KE1 käsitellään ainemäärä ja konsentraatio uusina suureina, mikä yhdistyy fysiikan moduuliin FY1, jossa keskeisiä sisältöjä ovat suure ja yksikkö.

Kemian moduulissa KE2 tutustutaan tieteellisen tiedon luonteeseen ja tieteellisiin tapoihin tuottaa tietoa kuten myös fysiikan moduulissa FY1.

Kestävä elämäntapa, kestävä tulevaisuus ja ilmastonmuutoksen syyt ja torjunta yhdistävät monia luonnontieteiden ensimmäisiä kursseja. Kemian moduulissa KE2 tutustutaan luonnontieteisiin kestävan elämäntavan edistämisessä, ja moduulissa FY2 käsitellään energiantuotantotapoja. Biologian moduulit BI2 ja BI3 sisältävät paljon ympäristön tilaan liittyviä sisältöjä, joi-

den käsittelyyn liittyvät myös moduulin KE2 mahdolliset asiayhteydet kuten vesi ja ilma sekä elinkaariajattelu ja kiertotalous. Moduulissa GE1 käsitellään ilmastomuutoksen mekanismeja, joiden tunteminen on hyödyksi muilla luonnontieteiden kursseilla. BI2 moduulissa käsitellään myös esimerkiksi hiilen, typen ja fosforin kiertoa ja energian virtausta ekosysteemeissä, joka on myös yksi moduulissa KE2 mainittu mahdollinen asiayhteys.

Moduulissa BI3 on monia sisältöjä kuten ympäristön tutkimusmenetelmät, happamoituminen ja rehevöityminen sekä vierasaineet ravintoketjuissa, jotka voivat liittyä moduuliin KE1, jossa käsitellään kemikaaliturvallisuutta, pitoisuuksia, seoksia ja erotusmenetelmiä, tai moduuliin KE2, jossa käsitellään yhdisteitä ja yhdisteiden ominaisuuksia kuten liukoisuutta poolisuuden avulla.

KE1

Kemia ja minä (1 op)

Tavoitteet

Moduulin tavoitteena on, että opiskelija

- saa kokemuksia, jotka herättävät ja syventävät kiinnostusta kemiaa ja sen opiskelua kohtaan, ja tutustuu kemian alan ammatteihin ja jatko-opintomahdollisuuksiin
- saa valmiuksia osallistua kemiaan liittyvään yhteiskunnalliseen keskusteluun ja osaa arvioida tietolähteiden luotettavuutta
- oppii käyttämään jaksollista järjestelmää kemiallisen päättelyn apuna
- osaa käyttää ja soveltaa tietoa aineiden ominaisuuksista ja niiden turvallisuudesta arjen valinnoissa
- osaa tutkia kokeellisesti seoksen koostumusta ja pitoisuutta sekä ottaa huomioon työturvallisuusnäkökohdat.

Tutkimisen taitoja

- seoksen koostumuksen tai pitoisuuden selvittäminen erotusmenetelmiä käyttäen sekä liekkikokeet
- kemikaaliturvallisuuden osalta tavoitteena on, että opiskelija osaa käyttää saatavilla olevaa, luotettavaa tietoa (LD50 ja ADI-arvot, varoitusmerkinnät, pitoisuus, annostus jne.) koulussa ja arkielämässä kohtaamiensa kemikaalien turvallisuuden arvioinnissa sekä valita oikeat suojavarusteet tilanteen mukaan.
- turvallinen laboratoriotyöskentely (LD50 ja ADI-arvot, varoitusmerkinnät, pitoisuus, annostus, henkilökohtainen suojaus)

TVT-taitoja

- laskinohjelman käyttö ainemäärä-, konsentraatio- ja pitoisuuslaskuissa
- tiedonhaku ja tietolähteiden luotettavuuden arviointi

Matemaattisen osaamisen taitoja

- yksikkömuunnokset
- merkitsevät numerot
- kymmenpotenssit ja etuliitteet
- suureyhtälön ratkaiseminen
- pitoisuuden ilmaiseminen prosentteina
- ainemäärän ja konsentraation laskeminen

Mallinnuksen taitoja

- Bohrin atomimalli
- jaksollisen järjestelmän ja Bohrin atomimallin välinen yhteys

Keskeiset sisällöt

- arjen aineiden turvallisuuden arviointi ja kemian merkitys omassa elämässä
- kemian merkitys työelämässä ja jatko-opinnoissa
- jaksollinen järjestelmä ja atomin rakenne elektronikuorimallin avulla
- puhtaat aineet, seokset ja erotusmenetelmät
- ainemäärä ja konsentraatio

Moduulin keskeisiä sisältöjä voidaan tarkastella esimerkiksi seuraavissa yhteyksissä: elintarvikkeet ja elintarvikelisiä aineet, hivenaineet ja terveys sekä kuluttajan valinnat.

Keskeisiä sisältöjä voidaan tarkastella esimerkiksi seuraavilla kokeellisilla tutkimuksilla: seoksen koostumuksen tai pitoisuuden selvittäminen erotusmenetelmiä käyttäen sekä liekkikokeet.

Tavoitteiden ja sisältöjen täsmentäminen

Tietolähteiden luotettavuudella tarkoitetaan esimerkiksi julkaisijan luotettavuuden arviointia (Wikipedia voi olla luotettavampi kuin ei-asiantuntijan blogi) ja tiedonhaun harjoittelua. Itse kemiallisen tiedon luotettavuuden arviointiin ei opiskelijalla vielä ole työkaluja.

Jaksollisesta järjestelmästä on tarkoitus osata tunnistaa alkuaineiden ulkoelektronien lukumäärä, metallisuus, järjestysnumero ja atomimassa sekä keskeisimmät alkuainesymbolit. Tavoitteena on, että jatkossa ymmärrys kasvaa; tässä vaiheessa lähinnä kerrataan ja vahvennetaan aiempia taitoja.

Kemikaaliturvallisuuden osalta tavoitteena on, että opiskelija osaa käyttää saatavilla olevaa, luotettavaa tietoa (LD50 ja ADI-arvot, varoitusmerkinnät, pitoisuus, annostus jne.) koulussa ja arkielämässä kohtaamiensa kemikaalien turvallisuuden arvioinnissa sekä valita oikeat suojavarusteet tilanteen mukaan.

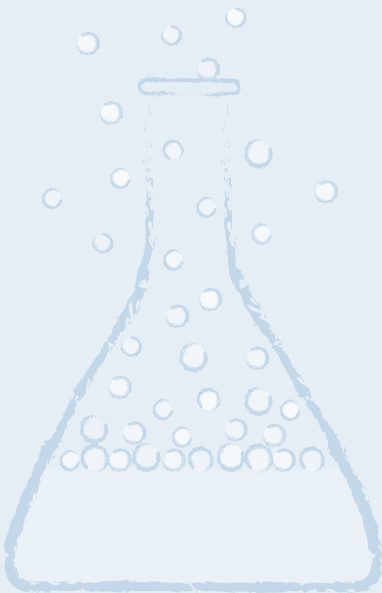
Kemian merkitykseen työelämässä ja jatko-opinnoissa voidaan tutustua erilaisten ammattien, uratarinoiden ja yritys-/opiskelija-/oppilaitosvierailujen avulla. Tutustumiset voidaan toteuttaa myös virtuaalisesti. Ajatuksena on, että opiskelija näkee roolimalleja kemian alalta. Tärkeää on nähdä myös kemiaa ja kemian tietoa hyödyntävien ammattialojen moninaisuus (kosmetiikka, puhtaanapito, maatalous,

ympäristölainsäädäntö, elintarviketurvalisuus...) sekä kemian teollisuuden kansantaloudellinen merkitys.

Atomien elektronikuorimalli ja aineiden jaottelu sekä seosten erotusmenetelmät ovat suurelta osin peruskoulun kemian kertausta. Nyt on tarkoitus vahvistaa aiemmin opittuja tietoja ja taitoja painottaen havaintoja, tulkintoja sekä turvallista kokeellista työskentelyä.

Kvanttimekaanisen atomimallin käsittely on siirretty moduuliin KE3.

Ainemäärän ja konsentraation avulla tutustutaan kemian laskennalliseen luonteeseen. Tarkoitus ei ole vielä osata liuosten valmistuksessa tarvittavia laskuja kokonaisuudessaan, vaan ensimmäiset peruslaskukaavat ja niihin liittyvät käsitteet. Käsitellään pitoisuuden ilmaisemisessa myös massaprosenttisuus ja voidaan tutustua esimerkiksi tilavuusprosenttisuuteen tai ppm-merkintään.



KE2

Kemia ja kestävä tulevaisuus (1 op)

Tavoitteet

Moduulin tavoitteena on, että opiskelija

- saa kokemuksia, jotka herättävät ja syventävät kiinnostusta kemiaa ja sen opiskelua kohtaan, ja tutustuu kemian merkitykseen kestävä elämäntavan edistämisessä
- tutustuu luonnontieteellisen tiedon luonteeseen ja sen kehittymiseen sekä tieteellisiin tapoihin tuottaa tietoa
- osaa tutkia aineen ominaisuuksia kokeellisesti
- osaa soveltaa aineen rakenteen malleja ja aineen ominaisuuksien vertailussa
- ymmärtää kemian merkityksen ympäristölle ja yhteiskunnalle ratkaisujen tarjoajana yhdessä muiden luonnontieteiden kanssa.

Tutkimisen taitoja

- aineiden ominaisuuksien tutkiminen ja selittäminen sidosten avulla sekä veden ominaisuuksien tutkiminen
- johtopäätösten tekeminen havaintojen perusteella

TVT-taitoja

- molekyyli mallinnukseen voidaan käyttää MarvinSketchiä kevyempiä ohjelmia ja esimerkiksi verkkopohjaisia simulaatioita ja valmiita molekyyli malleja

Matemaattisen osaamisen taitoja

- ei uusia taitoja

Mallinnuksen taitoja

- vahvojen ja heikkojen sidosten kuvaaminen
- poolisuuden arviointi ja esittäminen molekyyliissä
- aineiden ominaisuuksien selittäminen ja ennustaminen hilarakenteiden avulla

Keskeiset sisällöt

- tutustuminen joihinkin esimerkkeihin kestävä elämäntavan edistämisessä luonnontieteissä
- aineen rakenteen mallien ja yhdisteen kaavan esittäminen

Tavoitteiden ja sisältöjen täsmentäminen

Kemian merkitys kestävä elämäntavan edistämisessä voi tulla esiin myös kemiallisten sidosten ulkopuolisissa kontekstissa. Kemiaa kestävä elämäntavan edistämisessä voidaan käsitellä esimerkiksi uusien materiaalien, tuttujen kulutustuotteiden elinkaarianalyysin, alkuaineiden kierron tai muun vastaavan asian yhteydessä.

- alkuaineiden ja yhdisteiden vahvat ja heikot sidokset sekä poolisuus
- aineiden ominaisuuksien tutkiminen kokeellisesti ja selittäminen aineen rakenteen avulla

Moduulin keskeisiä sisältöjä voidaan tarkastella esimerkiksi seuraavissa yhteyksissä: vesi ja ilma, alkuaineiden kierto ja riittävyys, elinkaariajattelu ja kiertotalous, vihreä kemia sekä atomi- tai sidosmallien historiallinen kehittyminen.

Keskeisiä sisältöjä voidaan tarkastella esimerkiksi seuraavilla kokeellisilla tutkimuksilla: aineiden ominaisuuksien tutkiminen ja selittäminen sidosten avulla sekä veden ominaisuuksien tutkiminen.

Luonnontieteellinen tieto käsitetään jatkuvasti muuttuvaksi. Tieteellinen tieto on aina sen hetkinen paras käsitys ilmiöstä, ja tämän käsityksen oikeellisuus on jatkuvan tarkastelun alla. Tieteellinen tieto perustuu havaintojen tekemiseen ja niiden tulkitsemiseen. Kemian tieto on usein malleja, jotka ovat selittäviä ja ennustavia, ja niillä on rajallinen sovellusalue. Aihetta voidaan lähestyä esimerkiksi jonkin käsitteen tai tutun materiaalin kehityshistorian kautta tai vierailulla paikkaan, joka tekee nykyaikaista tutkimusta, kuten korkeakouluun tai yritykseen. Tieteellisen tiedon tuottamiseen voidaan tutustua myös ajankohtaisten uutisten tai tieteelliseen viestintään tutustumalla.

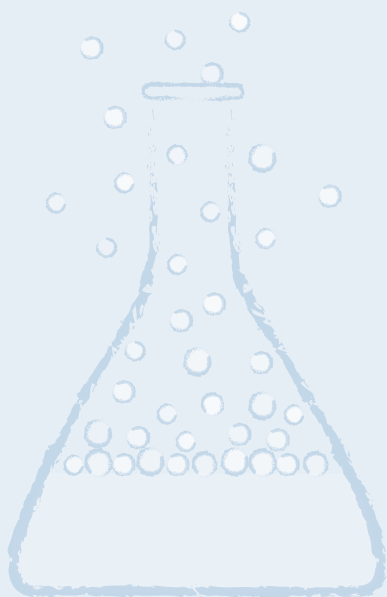
Aineesta tutkitaan ominaisuuksia, jotka voidaan selittää aineen rakenteen ja sidosmallien avulla. Tällaisia ominaisuuksia ovat esimerkiksi liukoisuus, sulamispiste, muokattavuus ja sähkönjohtavuus. Heikkoja sidoksia ovat dispersiovoimat, dipoli-dipolisidos, vetysidos ja ioni-dipolisidos.

Käsiteltäviä aineen rakenteen malleja ovat erilaiset visuaaliset mallit kuten kovalenttisen sidoksen esittäminen sidosviivalla tai Lewis-malli, elektronimerimalli sekä yksinkertaiset esitykset ioniyhdisteiden hiloista, mutta esimerkiksi alkeiskoppien luokitteluun ei ole tarpeen mennä. Tärkeää on oppia esittämään ja tulkitsemaan erilaisia kuvallisia malleja.

Ionisoitumisen tai esimerkiksi elektronegatiivisuuden yhteydessä käsitellään myös atomien ja ionien kokojen vertailua jaksollisen järjestelmän avulla.

Moduulissa ei ole tarpeen ottaa käyttöön kemian piirto-ohjelmia kuten ylioppilaskokeissa käytettäviä ohjelmia vaan voidaan käyttää kevyempiä ja esimerkiksi verkkopohjaisia simulaatioita ja valmiita molekyylimalleja. Kemian piirto-ohjelmien hyödyt nousevat paremmin esille seuraavassa moduulissa.

Moduuli KE2 sisältää vielä paljon perusopetuksen kertaavia elementtejä (atomien väliset vahvat sidokset), mutta edetään pidemmälle (molekyylien väliset sidokset). Kurssin on tarkoitus antaa realistinen kuva tulevista kemian opinnoista, mutta myös merkityksellistä tietoa kemian opinnot toiseen moduuliin päättävälle opiskelijalle.



KE3

Molekyylit ja mallit (2 op)

Tavoitteet

Moduulin tavoitteena on, että opiskelija

- osaa käyttää ja soveltaa tietoa hiilen yhdisteistä jokapäiväisen elämän ilmiöissä
- osaa soveltaa ainemäärän ja konsentraation käsitteitä
- osaa tutkia kokeellisesti ja erilaisia malleja käyttäen hiilen yhdisteitä
- ymmärtää, kuinka tieto hiiliyhdisteistä rakentuu kokeellisen toiminnan ja siihen kytkeytyvän mallintamisen kautta
- osaa käyttää tieto- ja viestintäteknologiaa mallintamisen välineenä.

Tutkimisen taitoja

- liuoksen valmistus ja laimentaminen
- liuoksen pitoisuuden määrittäminen standardisuoran ja lineaarisen mallin avulla
- hiilen yhdisteiden ominaisuuksien tutkiminen kuten sulamispisteiden järjestys ja liukoisuus
- joidenkin selvästi erottuvien funktionaalisten ryhmien tunnistaminen IR- ja erilaisten vety-ympäristöjen määrän tunnistaminen H-NMR-spektreistä
- moolimassan arvioiminen MS-spektristä

TVT-taitoja

- standardisuoran sovittaminen voidaan tehdä esimerkiksi konsentraatio/absorbanssi tai massa/konsentraatio -dataan. Sovitus voidaan tehdä taulukkolaskentaohjelmalla tai muulla suoran sovittamiseen soveltuvalla ohjelmalla
- ylioppilastutkinnossa käytettävän ohjelman kuten Marvin Sketchin käyttäminen orgaanisten yhdisteiden mallintamisessa yleisten rakennekaavojen piirtämisessä, yhdisteiden nimeäminen ja isomeerien esittäminen

Matemaattisen osaamisen taitoja

- liuoksen valmistamiseen ja laimentamiseen liittyvät laskut
- suoraan verrannollisuus standardisuoran määrittämisessä

- suoran sovittamisesta saadun lineaarisen mallin käyttö esimerkiksi tunnettua absorbanssia vastaavan pitoisuuden laske-
miseksi
- suhdekaavan ja molekyylikaavan laske-
minen

Mallinnuksen taitoja

- hiiliyhdisteiden rakenteiden yleisten esit-
tämistapojen tuottaminen ja tulkitsemi-
nen
- stereoisomeerien esittäminen kaksi- ja
kolmiulotteisesti sekä esitysten tulkitse-
minen
- elektronirakenteen esittäminen kvantti-
mekaanisella atomimallilla
- hiilen hybridisaatio sidoksien kuvaami-
sessa

Keskeiset sisällöt	Tavoitteiden ja sisältöjen täsmentäminen
• liuoksen valmistus ja laimentaminen sekä standardisuoran sovittaminen pitoisuuden määrittämiseksi • hiilivetyjen sekä hiilen happi- ja typ- piyhdisteiden funktionaaliset ryhmät ja nimeämisen perusteet • hapettuminen ja pelkistyminen hii- len happiyhdisteissä • hiilen yhdisteiden rakenteiden mal- lintaminen ja ominaisuuksien selittä- minen rakenteen avulla	Tieto hiilen yhdisteistä, jota opiskelijan pitää osata soveltaa, liittyy esimerkiksi sii- hen, minkälaisia fysikaalisia ominaisuuksia (sulamispiste tai liukoisuus) molekyy- lissä olevat funktionaaliset ryhmät ja muu rakenne yhdisteelle aiheuttavat. Lisäksi tieto saattaa olla kemiallista yleistietoa yleisten yhdisteiden esiintymisestä tai käytöstä. Mallintamisella tarkoitetaan tiivistettyjen rakennekaavojen, rakennekaavojen ja kolmiulotteisten mallien esittämistä sekä esimerkiksi molekyylin pintojen tai muodostuvien osittaisvarausten mallintamista myös sähköisillä välineillä. Moduulissa KE3 aloitetaan viimeistään kemian mallinnusohjelmien käyttö opiskelun osana.

- suhdekaavan ja molekyylikaavan selvittäminen laskennallisesti sekä rakenneisomeria
- kvanttimekaaninen atomimalli, hybridisaatio ja stereoisomeria hiiliyhdisteissä
- tutustuminen spektrien antamaan informaatioon aineen rakenteesta

Moduulin keskeisiä sisältöjä voidaan tarkastella esimerkiksi seuraavissa yhteyksissä: arjen ja elinympäristön yksinkertaiset molekyylit, kosmetiikka sekä lääkkeet ja muut fysiologisesti vaikuttavat aineet.

Keskeisiä sisältöjä voidaan tarkastella esimerkiksi seuraavilla kokeellisilla tutkimuksilla: hiilen yhdisteiden ominaisuuksien tutkiminen, hiilen yhdisteiden tunnistaminen funktionaalisten ryhmien osoitusreaktioilla, liuoksen valmistus ja laimentaminen sekä liuoksen pitoisuuden määrittäminen standardisuoran ja lineaarisen mallin avulla.

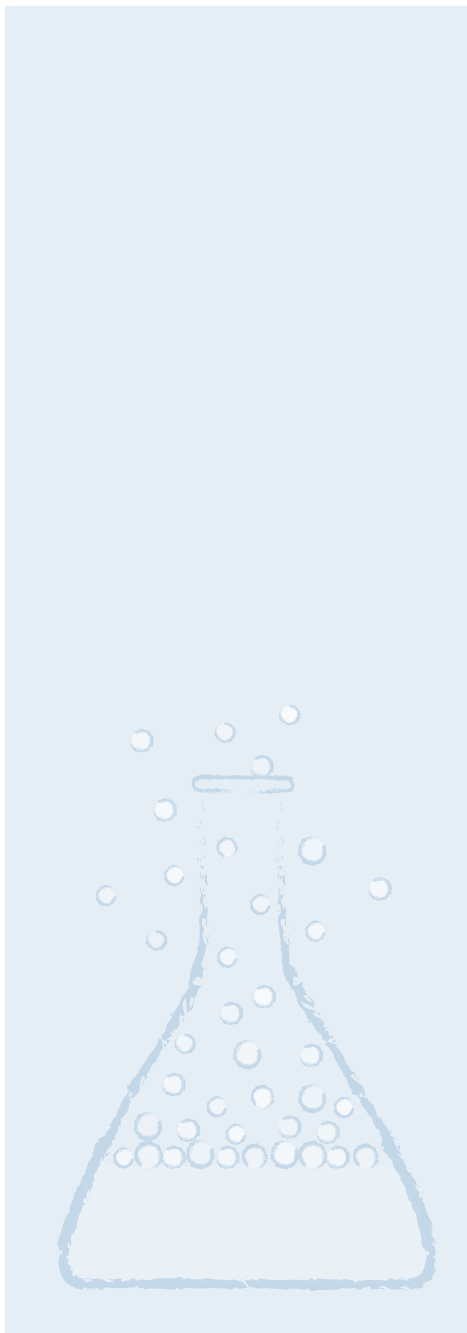
Uutena sisältönä mainittu standardisuoran sovittaminen voidaan tehdä esimerkiksi konsentraatio/absorbanssi tai massa/konsentraatio -dataan. Sovitus tehdään suoran sovittamiseen soveltuvalle ohjelmalla kuten taulukkolaskentaohjelmalla.

Orgaanisissa yhdisteryhmissä tutustutaan hiilivetyihin (alkaani, alkeeni, alkyyni ja aromaattinen hiilivety) ja hiilen happi- ja typpiyhdisteisiin. Lisäksi tutustutaan happiyhdisteiden hapettumissarjaan (alkoholi, aldehydi, ketoni ja karboksyylihappo). Muiden kuin hapettumissarjan yhdisteiden hapettumista ja pelkistymistä ei tarvitse käsitellä. Esimerkiksi eetterien, estereiden ja amidien reaktiot käsitellään moduulissa KE4.

Suhdekaava lasketaan alkuaineiden massoista tai näytteen massaprosenttisista koostumuksista, mutta suhdekaavan määrittämistä palamistuotteista ei edellytetä. Molekyylikaava voidaan määrittää käyttämällä MS-spektristä saatavaa moolimassaa.

Spektrien tulkitsemisessä tavoitteena on yhdistää annetut yksinkertaiset molekyylit näiden spektreihin. Tunnistaminen tapahtuu IR- ja H-NMR-spektrien funktionaalisista ryhmistä antaman tiedon avulla.

Spektrometrian käsittelyssä paino on spektrien tulkinnalla. opiskelijan pitäisi esimerkiksi tunnistaa moolimassa massaspektristä, mutta fraktioiden tulkintaa ei edellytetä. IR-spektristä opetellaan tunnistamaan yleisiä ja helposti erottuvia sidoksia kuten karbonyylihiilen sidos. H-NMR-spektristä voidaan käsitellä esimerkkinä jonkin yksinkertaisen yhdisteen kuten eta-



nolin spektrin tulkitseminen. Opiskelijan tulee tunnistaa spektristä erilaisten vety-ympäristöjen määrä ja osata tunnistaa helposti erottuvat funktionaaliset ryhmät.

Kvanttimekaanisen atomimallin ja orbitaalien avulla tarkennetaan aiemmin esitettyä kuorimallia. Mallin opetteluun yhteydessä opitaan myös sen yhteys jaksolliseen järjestelmään. Kvanttimekaanisen mallin käsittelyä vahvistaa myös ionisoitumisen energian käsittely. Elektroniaffiniteetin käsittelyä ei edellytetä. Kvanttimekaanisen atomimallin opiskelussa tutustutaan minienergiaperiaatteeseen, Paulin kielto-sääntöön ja Hundin sääntöön. Kvanttilukujen käyttöä tätä laajemmin ei edellytetä. Mallin käytön tavoitteena on hiilen sitoutumisen ja hiiliyhdisteen molekyylin muodon selittäminen hybridisaation avulla, joka johtaa stereoisomeriaan. Hybridisaatioiden tarkastelussa rajoitutaan s- ja p-orbitaalien hybridisaatioihin.

Stereoisomeriasta käsitellään peilikuvaisomeria ja cis-trans-isomeria sekä konformaatioisomeria. Yksinkertaisten isomeerien nimeäminen myös E/Z-etuliitteillä käsitellään. R/S- tai L/D-merkinnöistä opiskelijan tulisi tunnistaa, että ne liittyvät peilikuvaisomeereihin.

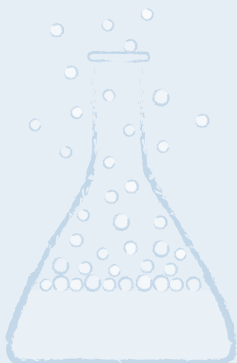
KE4

Kemiallinen reaktio (2 op)

Tavoitteet

Moduulin tavoitteena on, että opiskelija

- saa kokonaiskuvan kemiallisten reaktioiden moninaisuudesta ja merkityksestä elinympäristössämme
- osaa käyttää ja soveltaa reaktioihin liittyviä käsitteitä jokapäiväisen elämän, ympäristön ja yhteiskunnan ilmiöissä sekä nykyteknologian sovelluksissa
- osaa tutkia kemiallisia reaktioita kokeellisesti ja erilaisia malleja käyttäen
- ymmärtää aineen häviämättömyyden merkityksen kemiassa.



Tutkimisen taitoja

- havaintojen yhdistäminen reaktioyhtälöihin esimerkiksi kaasuja muodostavien reaktioiden, saostumisreaktioiden tai rajoittavan tekijän päättelyn yhteydessä
- titraus analyysimenetelmänä esimerkiksi happo-emästitraus indikaattorilla
- tulosten kirjaaminen, laskennallinen käsittely ja esittäminen

TVT-taitoja

- epäorgaanisten reaktioyhtälöiden kirjoittaminen tietokoneella
- orgaanisten reaktioyhtälöiden kirjoittaminen esimerkiksi ylioppilastutkintokokeessa käytettävällä Marvin Sketch-ohjelmalla
- yhtälön algebrallinen ratkaisu soveltuvalla ohjelmalla

Matemaattisen osaamisen taitoja

- reaktioyhtälön tasapainottaminen ja stoikiometriset laskut
- saantoprosentin ja rajoittavan tekijän määrittäminen laskennallisesti
- kaasulaskuissa tarvittavien yhtälöiden muodostaminen ja ratkaiseminen ($pV=nRT$, $n=V/V_m$)

Mallinnuksen taitoja

- ideaalikaasun mallia käytetään kuvaamaan kaasujen käyttäytymistä huomioiden mallin rajat

- reaktioyhtälöiden käyttäminen kemiallisten reaktioiden kuvaamiseen
- valmiiden reaktioita kuvaavien simulatioiden tai animaatioiden hyödyntäminen

Keskeiset sisällöt	Tavoitteiden ja sisältöjen tämentäminen
• reaktioiden tutkiminen kokeellisesti sekä tutkimustulosten käsitteleminen, tulkitseminen ja esittäminen • kemiallisen reaktion symbolinen ilmaisu ja tasapainottaminen, reaktiotuotteiden kaavat ja nimet • saanto ja rajoittava tekijä kemiallisessa reaktiossa • ideaalikaasun tilanyhtälö ja aine-määrä • saostumis- ja hajoamisreaktio, palamisreaktio • protolyysi, neutraloituminen ja titraus analyysimenetelmänä	Uuteen reaktiotyyppiin tutustuttaessa pyritään esittelemään myös arkipäivän yhteys, jossa reaktiotyyppi ja/tai reaktiotuotteet esiintyvät (esimerkiksi polymeerimateriaalin rakenne, ruoanvalmistus, pesuaineet tms.) Kemiallisen reaktion mallina käytetään törmäysteoriaa. Reaktio ymmärretään tapahtumana, jossa sidoksia katkeaa ja uusia muodostuu. Reaktiomekanismeja ei edellytetä käsiteltäväksi. Törmäysteoriaa voidaan tässä moduulissa käsitellä erityisesti orgaanisten reaktioiden yhteydessä. Aktivoitumisenergiaan ja muihin energianmuutoksiin reaktiossa edetään vasta tulevissa moduuleissa. Reaktiota kuvataan reaktioyhtälöllä, jonka kirjoittamista harjoitellaan myös sähköisesti soveltuvan molekyyylimallinnusohjelman ja editorien avulla. Opetuksessa on hyvä käyttää myös erilaisia simulaatioita ja videoita, joiden tapahtumia havainnoidaan, tulkitaan ja ilmaistaan reaktioyhtälöiden avulla. Aineen häviämättömyyttä käsitellään lähinnä reaktioyhtälöiden tasapainottamisen kautta. Ideaalikaasun tilanyhtälöön ja

- **additio, eliminaatio, substituoitio, kondensaatio ja hydrolyysi** hiiliyhdisteissä sekä yleisimpien biomolekyylien muodostuminen
- **polymeroitumisreaktiot, polymeerien ominaisuudet, käyttö ja elinkaari**

Moduulin keskeisiä sisältöjä voidaan tarkastella esimerkiksi seuraavissa yhteyksissä: saannon merkitys vihreän kemian kannalta, palamistuotteet ja ilmanlaatu, biomolekyylit ravinnossa, polymeerimateriaalit vaatteissa ja arjen käyttöesineissä sekä biotuotetekniikka ja modernit materiaalit.

Keskeisiä sisältöjä voidaan tarkastella esimerkiksi seuraavilla kokeellisilla tutkimuksilla: reaktion saannon määrittäminen, kaasua muodostavan reaktion havainnointi ja osoitusreaktiot, esterisynteesi ja -hydrolyysi, biomateriaalin valmistaminen sekä muovien ominaisuuksien tutkiminen.

NTP-olosuhteisiin tutustutaan stoikiometristen laskujen yhteydessä.

Kokeellisessa työskentelyssä harjoitellaan tulosten kirjaamista ja laskennallista käsittelyä sekä tulosten kirjallista esittämistä. Hyvän mahdollisuuden tähän antaa esimerkiksi happo-emästitraus, jossa tutkitavana aineena voidaan käyttää jotain tuttua elintarviketta.

Opetussuunnitelman perusteissa ehdotetut kokeelliset työt ovat ehdotuksia mahdollisiksi töiksi. Näiden sijaan tai lisäksi voidaan tehdä myös stoikiometriaan keskittyviä töitä esimerkiksi rajoittavan tekijän tai kaasun moolitilavuuden määrittäminen tai esimerkiksi tutkia saostumisreaktioita. Ehdotetuissa kokeellisissa töissä mainitut kaasujen osoitusreaktiot tarkoittavat

yksinkertaisia kaasun tutkimisia kuten vedyn, hapen tai hiilidioksidin toteamista palavan tikun avulla tai vastaavaa.

Hiilen yhdisteistä käsitellään tässä moduulissa muun muassa eetterit, esterit, amidit sekä additio- ja kondensaatiopolymeerit.

Moduulissa käsitellään myös merkittävimpien biomolekyylien kuten peptidien ja sakkaridien sekä rasvojen muodostuminen. Myös proteiinien sekundääriseen, tertiääriseen ja kvaternääriseen rakenteeseen ja DNA:n rakenteeseen tutustutaan.

Polymeerien yhteydessä käsitellään muovien jako kerta- ja kestonuoveihin, biomuoveihin ja biohajoaviin nuoveihin. Tämä luo hyvän kontekstin käsitellä elinkaarijäätelua, kierrätettävyyttä, loppusijoitusta ja aineen käyttäytymistä luonnossa.

KE5

Kemiallinen energia ja kiertotalous (2 op)

Tavoitteet

Moduulin tavoitteena on, että opiskelija

- ymmärtää kemiallisen energian varastoinnin ja hyödyntämisen periaatteita ja osaa perustella mielipiteitään keskustelussa energiaratkaisuista
- ymmärtää energian häviämättömyyden ja energianmuutokset kemiallisissa reaktioissa
- tuntee merkittävien metallien ominaisuuksia sekä valmistus- ja jalostusprosesseja ympäristövaikutuksineen
- osaa tutkia sähkökemian liittyviä ilmiöitä kokeellisesti ja kuvata niitä malleja käyttäen
- tuntee yhteiskunnassa merkittävien metallien kierrätyksen ja kiertotalouden periaatteet sekä niihin liittyviä ratkaisuja.

Tutkimisen taitoja

- tutkimuksen suunnittelu ja toteutus
- hapetus-pelkistytitrauksen suorittaminen
- sähköparin jännitteen tutkiminen
- liukenemis- tai reaktioentalpian määrittäminen

TVT-taitoja

- energiakaavion piirtäminen
- mallikuvien piirtäminen esimerkiksi sähköparista tai elektrolyysilaitteistosta
- laskinohjelmien käyttäminen yhtälöparien ratkaisussa
- merkintöjen tekeminen reaktioyhtälöihin, esimerkiksi hapetuslukujen merkitseminen tai reaktioyhtälöiden yhteenlasku reaktiosarjoissa

Matemaattisen osaamisen taitoja

- entalpialaskut
- reaktiosarjalaskut
- seoslaskut
- hapetusluvun määrittäminen
- reaktion tasapainottaminen hapetuslukumuutosten avulla
- sähköparin lähdejännitteen laskeminen normaalipotentialien avulla
- sähkökemian laskut kaavalla $It = nZF$

Mallinnuksen taitoja

- kemiallisen reaktion energianmuutosten esittäminen ja tulkitseminen energiakaavioissa

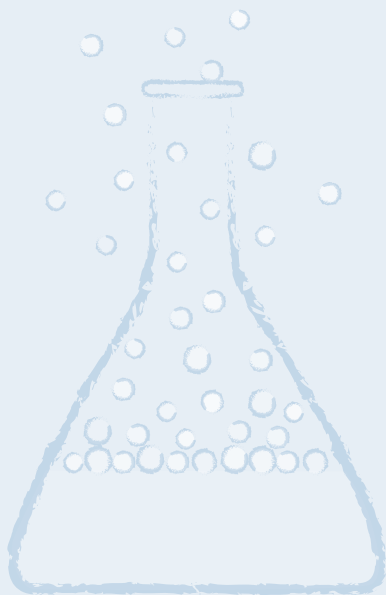
Keskeiset sisällöt	Tavoitteiden ja sisältöjen täsmentäminen
• reaktiossa sitoutuva tai vapautuva energia muodostumisentalpioiden, sidosenergioiden ja Hessin lain avulla • reaktiosarja- ja seoslaskujen periaatteet • hapetusluvut ja hapettumis-pelkistymisreaktiot • metallien ominaisuuksia ja käyttökohteita, valmistus- ja jalostusprosessi sekä riittävyys ja kierrätettävyys • sähkökemian keskeiset periaatteet: jännitesarja, normaalipotentiaali, kemiallinen pari, elektrolyyti ja kemiallisen energian varastointi • luonnontieteelliseen tutkimukseen tutustuminen tai tutkimuksen tai ongelmanratkaisun ideointi ja suunnittelu Moduulin keskeisiä sisältöjä voidaan tarkastella esimerkiksi seuraavissa yhteyksissä: reaktiosarjat teollisuusprosesseissa, kaivannaisteollisuuden merkitys yhteiskunnassa, energian tuotanto, varastointi ja käyttö uusiutuvassa energiataloudessa sekä hybridienergia.	Tässä moduulissa energiaa on tarkoitus tarkastella kemian näkökulmasta. Reaktioentalpian lisäksi tarkastellaan kemiallista sidosta kemiallisen energian varastoinnissa, esimerkiksi akun ja pariston käyttö energiavarastona ja vetytalous. Fysiikassa käsitellään laajasti energiantuotannon muotoja, niitä ei tässä ole tarpeen käsitellä. Merkittäviksi metalleiksi voidaan opintojakson rakenteesta riippuen valita raudan, kuparin tai alumiinin lisäksi esimerkkejä elektroniikkateollisuudesta. Moduulissa voidaan palata myös tarkastelamaan jaksollisessa järjestelmässä ilmenevää jaksollisuutta ionisoitumisenergioissa sekä kvanttimekaanista atomimallia siirtymämetallien yhteydessä. Siirtymämetallikompleksien muodostumista vesiliuoksissa ei ole tarpeen käsitellä. Uutena käsitteenä opetussuunnitelmaan tuotu kiertotalous nähdään pelkkää kiertäystä laajempänä yhteiskunnallisena ilmiönä. Kiertotalous on materiaalien tehokasta kiertoa, jossa ei synny jätettä, sekä talousmalli, jossa kulutus vähenee muuttamalla tuotteita palveluiksi ja jakamalla käyttöä. Moduulissa korostuu kemian antamat mahdollisuudet kiertotalouden toteuttamiseen. Hapettumis-pelkistymisreaktioiden käsitteeseen sisältyy puolireaktioiden muodostaminen ja tasapainotetun kokonaisreaktion kirjoittaminen.

Keskeisiä sisältöjä voidaan tarkastella esimerkiksi seuraavilla kokeellisilla tutkimuksilla: liukenemis- tai reaktioentalpian määrittäminen kalorimetrissä, hapetus-pelkistystitraus, sähkökemiallisen parin jännitteen mittaaminen, esineen pinnoittaminen elektrolyytisesti, veden hajotus elektrolyysillä sekä polttokennon toiminnan tutkiminen.

Luonnontieteelliseen tutkimukseen tutustutaan joko ideoimalla ja suunnittelemalla tutkimus itse jostakin moduulin sisällöstä (esimerkiksi metallien jalousjärjestys, metallien reaktiivisuus, seoksen koostumuksen määrittäminen) tai tutustumalla tutkimukseen vierailulla korkeakouluun tai työelämän kohteeseen.

Endoterminen ja eksoterminen reaktio käsitellään entalpianmuutoksen kautta. Entalpian muutoksen yhteydessä Gibbsin energian käsittelyä ei edellytetä.

Energiakaavioiden käsittelyssä tutustutaan jo aktivoitumisenergiaan ja siirtymistilaan, mutta niihin palataan uudelleen seuraavassa moduulissa (KE6) reaktionopeuden ja siihen vaikuttavien tekijöiden yhteydessä.



KE6

Kemiallinen tasapaino (2 op)

Tavoitteet

Moduulin tavoitteena on, että opiskelija

- tunnistaa kemian merkityksen terveyteen ja ympäristöön liittyvien ongelmien ratkaisemisessa
- osaa tutkia kokeellisesti reaktio-
peuteen ja kemialliseen tasapainoon
liittyviä ilmiöitä
- osaa käyttää laskennallisia ja graafisia
malleja reaktionopeuden ja kemialli-
sen tasapainon kuvaamisessa, selittä-
misessä ja ennusteiden tekemisessä
- osaa esittää tutkimustuloksia graafi-
sesti ja arvioida tutkimustuloksia ja
-prosessia
- tutustuu teollisuuden prosesseissa ja
luonnossa tapahtuviin tasapainoreak-
tioihin ja niiden merkitykseen.

Tutkimisen taitoja

- mittausautomaatioon tutustuminen
reaktionopeuden tai pH-arvon yhteydes-
sä ja itse kerätyn tai valmiin datan käyttö
- tulosten esittäminen graafisesti ja esitys-
ten tulkitseminen kuten esimerkiksi
happovakion tai pitoisuuden laskeminen
titrauskäyrän avulla
- mittauksen luotettavuuden arviointi,
mittausmenetelmän ja mittaustulosten
arviointi
- puskuriominaisuuden havaitseminen
kvalitatiivisesti

TVT taitoja

- reaktionopeuden käyrän piirtäminen
sovittamalla
mittauspisteisiin
- pH-käyrän piirtäminen
- tangentin piirtäminen sovitetulle
käyrälle
- laskinohjelman käyttö tasapaino- ja
pH-laskuissa

Matemaattisen osaamisen taitoja

- hetkellisen ja keskimääräisen nopeuden
määrittäminen
- tasapainolaskut ja toisen ja korkeamman
asteen yhtälöiden ratkaiseminen
- pH-laskut ja logaritmien käyttö
- happo- ja emäsvakiolaskut

Mallinnuksen taitoja

- tasapainotilan muodostumisen graafinen mallintaminen
- reaktionopeuteen vaikuttavien tekijöiden mallintaminen törmäysteorian avulla

Keskeiset sisällöt

- kemiallisen reaktion nopeus ja siihen vaikuttavat tekijät
- homogeenisen tasapainon kvalitatiivinen ja kvantitatiivinen käsittely konsentraatioilla, tasapainotilaan vaikuttaminen
- hapot ja emäkset ja niihin liittyvät käsitteet sekä palamistuotteiden reaktiot vedessä
- happo-emästasapainon laskennallisen käsittely
- puskuriliuosten toimintaperiaate sekä elimistön ja luonnon puskurisysteemejä kvalitatiivisella tasolla
- reaktionopeuteen ja tasapainoreaktioihin liittyvien ilmiöiden tutkiminen kokeellisesti sekä ilmiöiden mallintaminen ja analysointi graafisesti tietokonesovelluksella

Tavoitteiden ja sisältöjen täsmentäminen

Moduulin ensimmäisenä tavoitteena ja viimeisenä sisältönä on mainittu tutustumisen kemian merkitykseen ja mahdollisuuksiin erilaisten ongelmien ratkaisussa. Tutustumisen kohteena oleva ratkaisu voidaan valita myös aiheesta, joka ei liity tasapainoreaktioihin tai reaktionopeuteen. Työskentelyssä voidaan hyödyntää myös aiemmilta kursseilta hankittua osaamista. Tavoitteeseen voidaan ottaa myös opinto-ohjauksellinen lähestymistapa, jolloin se luo mahdollisuuden luoda katse opiskelijan tulevaan opiskelu- tai työelämään.

Reaktionopeuskuvaajia piirretään soveltuvien tietokoneohjelmien avulla. Reaktionopeuskuvaaja harjoitellaan piirtämään myös funktion sovituksella. Kuvaajista määritetään keskinopeus kahden pisteen avulla ja hetkellinen nopeus tangentilla.

Titrauskäyrä voidaan piirtää esimerkiksi ylioppilaskokeessa käytettävän GeoGebra-ohjelman splini-sovituksella, Logger Pro -ohjelman käyrän sovituksella tai jollain muulla tarkoitukseen soveltuvalla ohjelmalla. Titrauskäyrältä määritetään ekvivalenttikohda esimerkiksi tangentin avulla tai silmämääräisesti ja sanallisesti perustellen.

- tutustuminen kemian tarjoamiin mahdollisuuksiin jonkin terveyteen tai ympäristöön liittyvän ongelman ratkaisemisessa

Moduulin keskeisiä sisältöjä voidaan tarkastella esimerkiksi seuraavissa yhteyksissä: vesi ja vedenpuhdistus, happamoitumisen ja ilmastonmuutoksen ehkäisy, savukaasujen puhdistus sekä lääkkeen tai jonkin peruskemikaalin tuotantoprosessin tehokkuus ja ympäristövaikutusten arvioiminen.

Keskeisiä sisältöjä voidaan tarkastella esimerkiksi seuraavilla kokeellisilla tutkimuksilla: reaktionopeuden määrittäminen massan muutosta seuraamalla, vahvan ja heikon protolyytin titrauskäyrien laatiminen, tasapainotilaan kuten kompleksinmuodostukseen vaikuttaminen sekä puskuriliuoksen valmistaminen ja puskurointikyvyn tutkiminen.

Reaktion nopeutta lähestytään törmäysteorian ja siirtymätilateorian avulla. Moduulissa käsitellään myös aktivoitumisenergiaa, jonka avulla voidaan selittää katalyyttien toiminta.

Tasapainovakion muodostamista osapainelien avulla ei edellytetä.

Puskuriliuoksen pH:ta ei tarvitse laskea, mutta puskuriliuosten käyttäytymistä ja pH:n muutoksen vastustusta voidaan tarkastella kokeellisesti. Puskuriliuosten kvantitatiivinen tarkastelu ei enää kuulu lukion kemian keskeisiin sisältöihin.

Tutkimustuloksien ja prosessin arvioimisen yhteydessä ei edellytetä esimerkiksi virherajojen laskemista. Luotettavuuden arvioinnissa huomioidaan erityisesti laadullisia tekijöitä kuten välineiden oikeaa käyttöä, epäpuhtaita aineita tai mittausvälineiden epätarkkuutta, mutta myös esimerkiksi yksittäisen virheellisen mittauspisteen poissulkemista.

