



KAASUJEN OMINAISUUDET JA YLEINEN TILANYHTÄLÖ

OPETUSVINKKEJÄ LUKION KEMIAN 3. KURSSILLE

Innehåller
material också
på svenska!

Tuomas Tukiainen, Sandra Kulla ja Tero Pirinen
HELSINGIN YLIOPISTO | 2017

SISÄLLYSLUETTELO

Gasundervisningen för kurs 3 enligt läroplanen	2
Kursens mål	2
Mål specifikt för gaser	2
Vad guiden gjort för att uppfylla läroplanen	2
Förkunskaper från grundskolan	3
Opiskelijoiden virhekäsityksiä kaasujen ominaisuuksista	4
Oppikirja-analyysi.....	8
Orbitaali 3.....	8
Mooli 3	12
Oppikirjaanalyysin yhteenveto ja oppikirjojen vertailu.....	14
Användning av experimentella arbeten i undervisningen.....	16
Demonstrationer	16
Videodemonstrationer	16
Laborationsarbeten.....	17
Tieto- ja viestintäteknologian soveltaminen	19
Taulukkolaskentaohjelmat	20
GeoGebra	23
Simulationer	25
Käsitekartat opetuksessa	26

$PV = nRT$

GASUNDERVISNINGEN FÖR KURS 3 ENLIGT LÄROPLANEN (UTBILDNINGSTYRELSEN, 2016)

KURSENS MÅL

- kunna använda och tillämpa begrepp för kemiska reaktioner på fenomen i det dagliga livet, miljön, samhället och teknologin
- kunna undersöka fenomen i samband med reaktioner experimentellt och med hjälp av olika modeller
- förstå innebörden av materiens och energins oförstörbarhet i kemin.

MÅL SPECIFIKT FÖR GASER

- Kunna gasernas egenskaper och idealgaslagen

VAD GUIDEN GJORT FÖR ATT UPPFYLLA LÄROPLANEN

Den nya läroplanen vill att man som lärare ska poängtera kopplingen mellan kemin och vardagen och på samma gång lära eleverna forska inom kemin. Gasundervisningen på gymnasiet kan kopplas ihop till båda två på ett väldigt bra sätt. Gaser är något vi dagligen kommer i kontakt med, mest i form av luft. Att utföra egen forskning i gasundervisningen är också helt möjligt. Längre framåt i vår e-guide finns exempel på laborationer där eleverna själva får utföra och planera laborationer.

Gasundervisningens specifika mål i läroplanen är att förstå gasernas egenskaper och veta vad idealgaser är. I vår e-guide kommer det att finnas material för att underlätta undervisningen av just dessa fenomen. Fokuset har luggit på ATK och laborationer, vilka båda nämns i läroplanen som viktiga delmoment. I läroplanen för kursen nämns det skilt att eleverna ska "kunna undersöka fenomen i samband med

reaktioner experimentellt och med hjälp av olika modeller". Därför har vi förutom laborationer också försökt hitta andra möjligheter att undersöka fenomen hos gaser, bl.a. med hjälp av simuleringar.

FÖRKUNSKAPER FRÅN GRUNDSKOLAN

Vissa förkunskaper är att föredra för att underlätta undervisningen på gymnasienivå. I grundskolan borde eleverna få en grunduppfattning om luftens egenskaper. Eleverna borde veta att luft är en blandning av olika gaser och att gaser har en massa. Att kunna en del av de gaser som finns är nyttigt och enligt läroplanen borde de även lära sig ädelgaserna (Utbildningstyrelsen, 2015). Förutom de egenskaper som tidigare nämnts borde eleverna veta att förutom massa så har gaser en volym. Med dessa grundläggande faktan har eleverna tillräckligt med kunskap för att kunna behärska materialet i gasundervisningen.

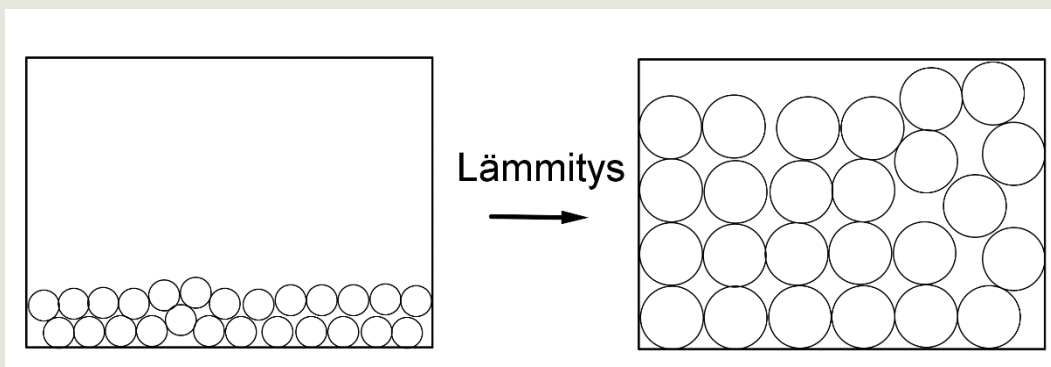
OPISKELIJOIDEN VIRHEKÄSITYKSIÄ KAASUJEN OMINAISUUKSISTA

Opiskelijoilla on usein virhekäsityksiä liittyen aineen luonteeseen. Opettajan on hyvä tiedostaa yleisimmät virhekäsitykset ja ottaa ne huomioon opetuksessaan.

Tutkimuksissa on havaittu, että opiskelijat voivat olla hyvinkin näppäriä laskemaan kemian tehtäviä oikein matemaattisilla malleilla, mutta he eivät silti ymmärrä aineen luonnetta, eikä sitä, mitä molekyylitasolla tapahtuu (Nurrenbern & Pickering, 1987). Opiskelijoiden on esimerkiksi havaittu ajattelevan aineen olevan jatkuvaa massaa. Tämä luo vaikeuksia ymmärtää kaasuja, joiden ominaisuudet johtuvat nimenomaan suuresta määrästä pienten hiukkasten liikettä (Mayer, 2011).

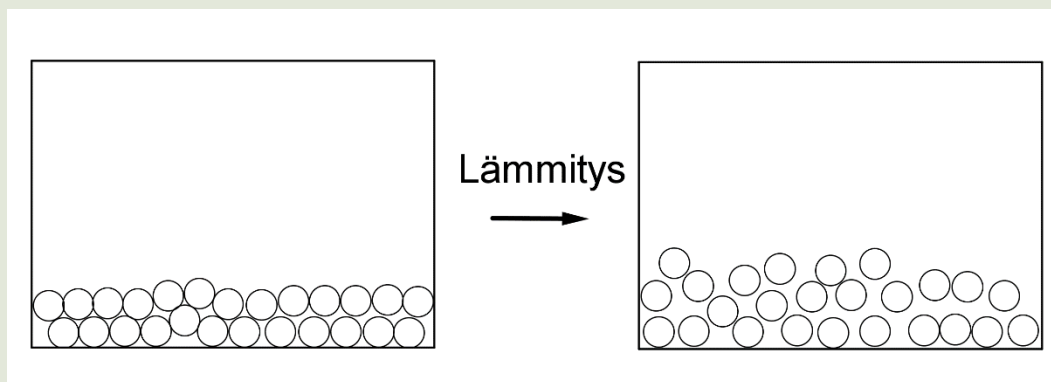
Esittelemme kuvien avulla yleisiä opiskelijoiden virhekäsityksiä, jotka voivat hankaloittaa kaasujen luonteen oppimista. Olemme piirtäneet kuvat GeoGebra ohjelmalla.

- Molekyylit laajenevat lämmitessään (Nakhleh, 1992)



Virhekäsitys

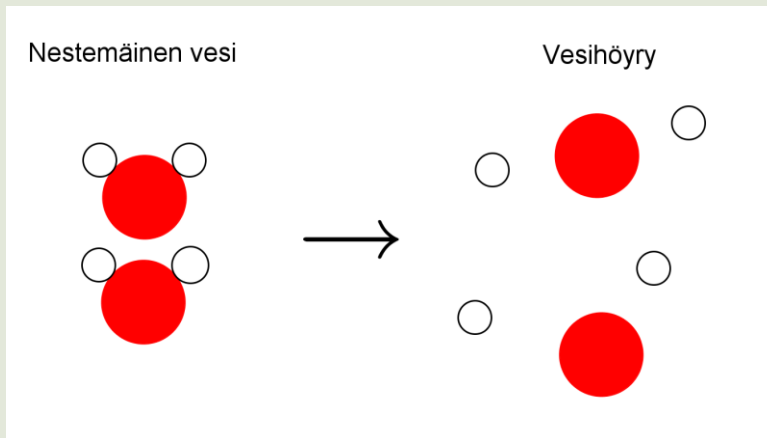
MOLEKYYLIT
LAAJENEVAT
LÄMMITESSÄÄN.



Oikea tilanne

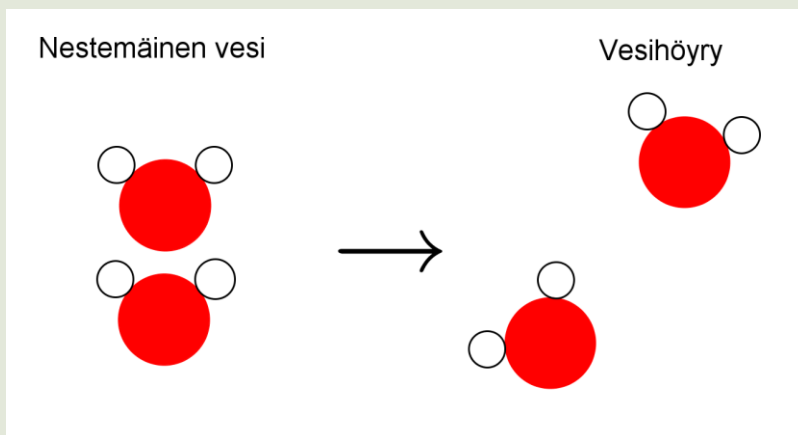
MOLEKYYLIN KOKO
PYSYY SAMANA, MUTTA
MOLEKYYLIT OVAT
KESKIMÄÄRIN
KAUEMPANA
TOISISTAAN
SUUREMMAN
LÄMPÖLIIKKEEN
VAIKUTUKSESTA.

- Vesimolekyyli hajoaa osiin höyrystyessään (Mayer, 2011)



Virhekäsitys

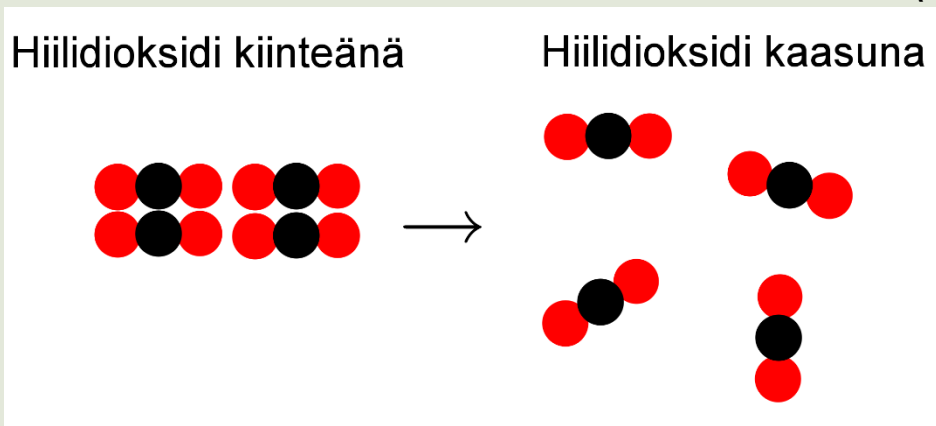
HAPPI JA VEDYT
ERKANEVAT TOISISTAAN
VEDEN HÖYRYSTYESSÄ



Oikea Tilanne

VESIMOLEKYYLI SÄILYY
ENNALLAAN
HÖYRYSTYMISESSÄ.
MOLEKYYLIEN LIKE-
ENERGIA KASVAA
LÄMMITYKSEN
JOHDOSTA JA
MOLEKYYLIT
ERKANEVAT TOISISTAAN

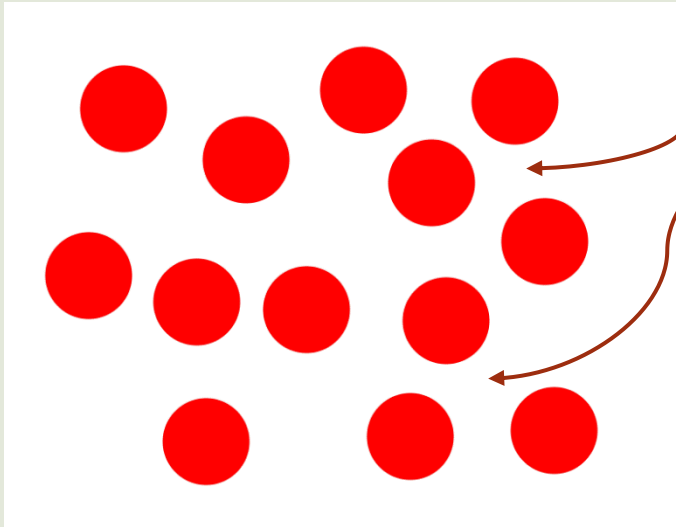
- Kaasuhiukkasten massa on pienempi, kuin vastaavan kiinteän aineen massa. (Mayer, 2011)



Oikea Tilanne

SAMAN AINEMÄÄRÄN
MASSA ON YHTÄ SUURI
KAASUNA JA
KIINTEÄNÄ.
VIRHEKÄSITYS SYNTYNEE
SIITÄ, ETTÄ KAASUT
VIEVÄT ENEMMÄN
TILAA KUIN KIINTEÄ AINE
JA NOSTE KASVAA
MIKÄLI SÄILIÖ
LAAJENE.

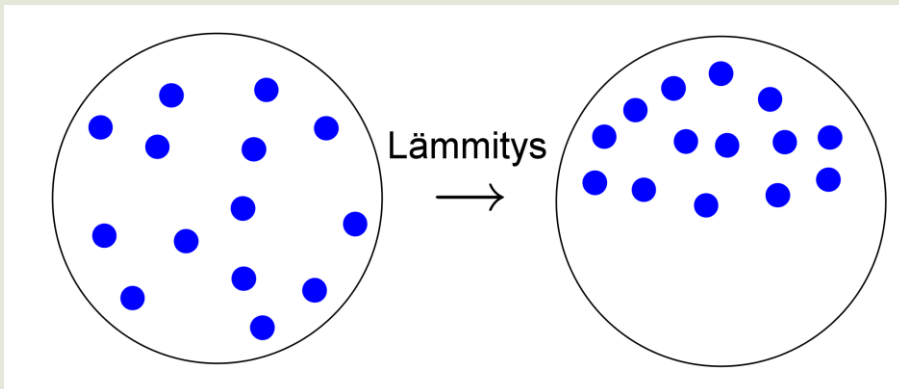
- Kaasuhiukkasten välissä on jotain ainetta. (Azizoğlu & Geban, 2016)



Oikea Tilanne

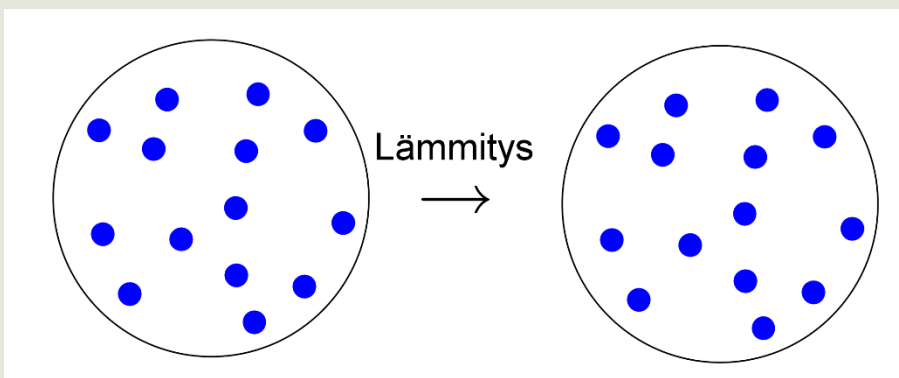
HIUKKASTEN VÄLILLÄ EI NYKYTIEDON MUKAAN OLE MITÄÄN MUUTA KUIN TYHJÄÄ TILAA.

- Kaasuhiukkaset kerääntyvät suljetun astian yläreunaan astiaa lämmitettäessä. (Çetin, Kaya, & Geban, 2009)



Virhekäsitys

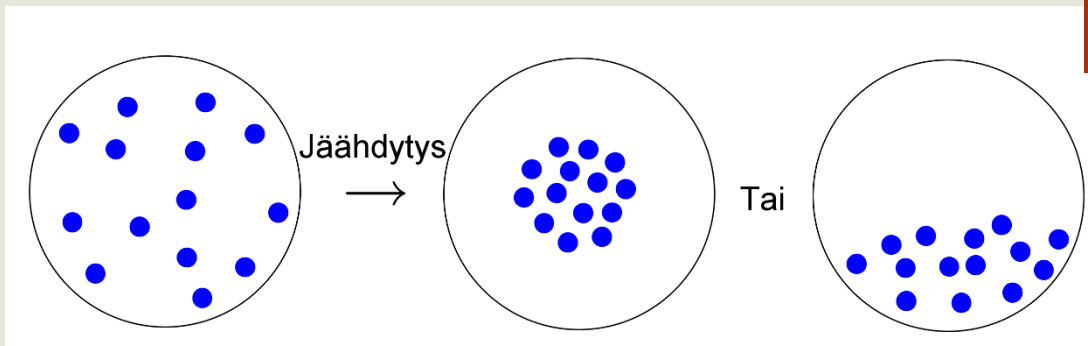
LÄMMITYS SAA KAASUHIUKKASET JAKAUTUMAAN EPÄTASAISESTI ASTIAN SISÄLLÄ.



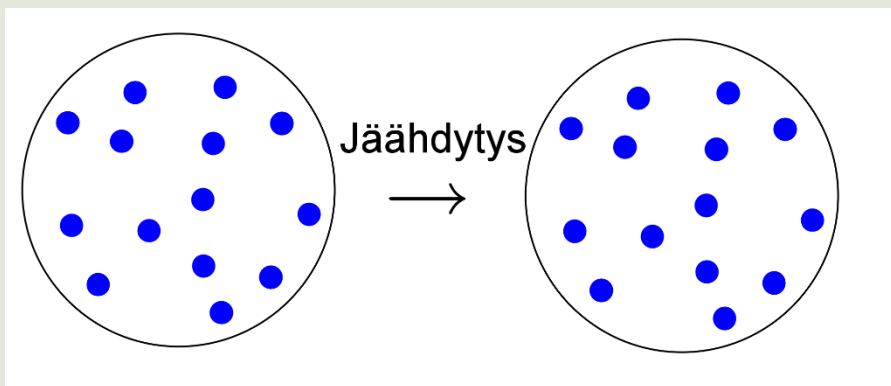
Oikea tilanne

KAASUHIUKKASET TÄYTTÄVÄT ASTIAN AINA TASAISESTI.

- Kaasuhiukkaset kerääntyvät astian keskelle tai pohjalle jäähdytyksessä. (Sanger & Phelps, 2007)



Virhekäsitys



Oikea tilanne

KAASUHIUKKASET
TÄYTTÄVÄT ASTIAN AINA
TASAISESTI. TÄMÄ
VIRHEKÄSITYS VOI
SYNTYÄ SIITÄ, ETTÄ
OPISKELIJA AJATTELEE
KAASUN KERÄÄNTYVÄN
YHTEEN JO ENNEN
TIIVISTYMISTÄ NESTEESI.

OPPIKIRJA-ANALYYSI

Tässä kappaleessa analysoidaan kahta uuden lukion OPS:n (Opetushallitus, 2015) mukaista kemian 3. kurssin oppikirjaa kaasulakien ja -laskujen osalta. Oppikirjat ovat Orbitaali 3 sekä Mooli 3, ja molemmista kirjoista on olemassa sekä sähköiset että perinteiset versiot. Orbitaali 3 analysoidaan sähköisen version perusteella ja Mooli 3 analysoidaan paperisena versiona. Oppikirjakohtaisten analyysien jälkeen seuraa yhteenveto- ja vertailuosio.

ORBITAALI 3

Oppikirja käsittelee ensin yksinkertaisemmat kaasulait: Boyle, Gay-Lussac, Avogadro sekä Charles.

Ideaalikaasulaki esitellään em. lakien jälkeen.

Boylen laissa kaasun paineen muutos on kääntäen verrannollinen kaasun tilavuuteen. Boylen laki pätee, kun lämpötila ja ainemäärä ovat alku- ja lopputilanteessa samat:

$$p_1V_1 = p_2V_2 \tag{1}$$

p = paine

V = tilavuus

Gay–Lussacin lain mukaan kaasun paine on suoraan verrannollinen kaasun lämpötilan muutokseen, mikäli kaasun tilavuus ja ainemäärä pysyvät vakiona:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \quad (2)$$

T = lämpötila

Avogadron lain mukaan kaasun tilavuus on suoraan verrannollinen sen ainemäärään silloin, kun kaasun ainemäärä, lämpötila ja paine ovat samat alku- ja lopputilanteessa:

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \quad (3)$$

n = ainemäärä

Charlesin lain mukaan kaasun tilavuus ja paine ovat suoraan verrannollisia, mikäli ainemäärä ja paine pysyvät vakiona:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (4)$$

Oppikirja esittää, että yhdistämällä yhtälöt (1) ja (2), saadaan ideaalikaasun tilanyhtälö:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \quad (5)$$

Avogadron lain (3) mukaan kaasun V on vakio, mikäli n , p ja T ovat vakioita. Kun tarkastellaan yhtä moolia mielivaltaista kaasua, saadaan yhtälöistä (1), (2) ja (3) ratkaistua molaarinen kaasuvakio $R = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$, jonka avulla voidaan kirjoittaa ideaalikaasun tilanyhtälö muodossa:

$$pV = nRT \quad (6)$$

Oppikirjassa käsitellään myös ideaalikaasun moolitilavuus ja NTP-olosuhteet. Ideaalikaasun moolitilavuus voidaan määrittää Avogadron laista (3), kun tunnetaan kaasun tilavuus ja ainemäärä. Moolitilavuus ei kuitenkaan pysy vakiona, mikäli lämpötilaa, painetta tai ainemäärää muutetaan. Se joudutaan siis määrittämään aina olosuhteista riippuen. NTP-olosuhteet ovat yleisesti käytetty kaasujen tilaa kuvaava termi, jossa kaasun lämpötila on 0°C ja paine 100000 Pa (IUPAC). NTP-olosuhteissa saadaan ideaalikaasun moolitilavuudeksi Avogadron laista (3):

$$V_m = \frac{V}{n} = 22,41 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} \quad (7)$$

Ideaalikaasu ja reaalikaasun erot tulevat oppikirjassa hyvin esille. Kirjassa mainitaan, että ideaalikaasu on approksimaatio reaalikaasusta. Ideaalikaasulakia voidaan soveltaa hyvin pienille, poolittomille atomeille ja molekyyleille matalissa paineissa. Tämän lisäksi ideaalikaasumalli olettaa, että kaasupartikkelien liike on suoraviivaista, ja että kaasu täyttää kokonaan sille annetun tilavuuden. Kaasun aiheuttama paine muodostuu kaasupartikkelien törmäilystä astian seinään. Kaasupartikkelien väliset sekä kaasupartikkelin ja seinän väliset törmäykset ovat ideaalikaasuoletuksessa täysin kimmoisia. Ideaalikaasulaki olettaa molekyylit pistemäisiksi ja keskenään vuorovaikutuksettomiksi. Todellisuudessa näin ei ole, sillä kaasumolekyyleillä on aina niille ominainen muoto sekä tilavuus, ja molekyyliden välillä on todellisuudessa vuorovaikuttavia voimia, jotka aiheuttavat poikkeaman kaasun ideaaliseen luonteeseen.

Oppikirja tuo esille myös van der Waalsin tilanyhtälön, joka huomioi hiukkasten tilavuudet ja hiukkasten keskinäiset vuorovaikutukset:

$$\left(p + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT \quad (8)$$

a = kokeellisesti määritetty kullekin kaasulle ominainen vakio

b = kokeellisesti määritetty kullekin kaasulle ominainen vakio

Mikäli tarkastellaan tasan yhtä kaasumoolia ($n = 1 \text{ mol}$) voidaan yhtälö (8) kirjoittaa muotoon:

$$\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = nRT \quad (9)$$

Reaalikaasun paine on ideaalikaasun painetta alhaisempi johtuen hiukkasten välisistä vuorovaikutuksista. Kaasuastian keskellä kaasupartikkeleihin kohdistuvat voimat kumoavat toisensa. Todellisuudessa kaasu kohdistaa suuremman voiman astian seinämään, kuin mitä astian seinämä kohdistaa kaasuun, ja tämän huomioi van der Waalsin tilanyhtälössä kokeellisesti määritetty paineeseen liittyvä korjausparametri a . Van der Waalsin tilanyhtälössä huomioidaan myös kaasupartikkelien tilavuus kokeellisesti määritetyllä parametrilla b .

MOOLI 3

Oppikirjassa käsitellään kaasulaskuja 3.2 kappaleessa sivulta 81 alkaen. Kappaleen alussa tuodaan esille, mitä kappaleessa käsitellään. Kappaleessa käsiteltäviä aiheita ovat: kaasujen ominaisuuksien kertaaminen, ideaalikaasun käsite, ideaalikaasun tilanyhtälö, ideaalikaasun moolitilavuus, NTP-olosuhteet. Tämän lisäksi ideaalikaasun tilanyhtälöä sovelletaan esimerkkilaskuissa, joihin on liitetty mukaan tasapainotettu reaktioyhtälö sekä tutustutaan kaasuja vapauttaviin reaktioihin.

Kirja vertaa kaasujen olomuotoa nestemäiseen ja kiinteään olomuotoon, ja toteaa, että kaasuissa hiukkasten liike on kiinteään ja nestemäiseen aineeseen verrattuna suurta ja kaasuissa molekyylien ja atomien välimatkat ovat suuria. Kirjassa todetaan myös, että kaikki kaasut sekoittuvat täydellisesti keskenään ja täyttävät kokonaan niille annetun tilavuuden. Kaasuastian seiniin kohdistuva paine on seuraus kaasumolekyylien törmäyksistä.

Oppikirjassa tuodaan esille myös, että kaasulakeja on olemassa useita ja niiden avulla voidaan tarkastella eri suureiden välisiä riippuvuuksia. Keskeisiä suureita kaasulakien osalta ovat paine, lämpötila, ainemäärä ja tilavuus. Kaasulaki on alun perin laadittu kokeellisten tulosten perusteella, mutta niiden todenmukaisuus on pystytty johtamaan myös teoreettisesti. Kemian kannalta tärkeitä riippuvuuksia ovat sellaisia, joissa voidaan yhdistää kaasun tilavuus sekä ainemäärä tällaisia yhtälöitä ovat esimerkiksi Avogadron laki (3) ja ideaalikaasulaki (6).

Avogadron laki (3) on selitetty kirjassa seuraavasti. Kaasuilla on samoissa isotermissä ja isobaarisissa olosuhteissa aina sama tilavuus. Kirjan mukaan: ''yhden kaasumoolin tilavuus on samassa paineessa ja lämpötilassa aina sama kaasusta riippumatta.''

Avogadron lakia voidaan soveltaa mm. NTP-olosuhteissa, jotka kirjassa esitellään seuraaviksi: lämpötila on 0 °C ja paine 101325 Pa. Kaasujen molaarinen tilavuus NTP-olosuhteissa on $22,41 \frac{dm^3}{mol}$.

Moolitilavuutta hyödyntämällä saadaan yhtälöstä (7) ratkaistua kaasun ainemäärä kaasun tilavuuden perusteella tai kaasun tilavuus ainemäärän perusteella. Avogadron lakia (3) sovelletaan numeerisessa esimerkissä.

Ideaalikaasun tilanyhtälöstä (6) kirja toteaa, että siitä voidaan ratkaista esimerkiksi kaasun tilavuus tai ainemäärä missä tahansa olosuhteissa. Ideaalikaasulakia sovelletaan oppikirjassa kahdessa numeerisessa esimerkissä.

Kappaleen lopussa on kertausosio, jossa tuodaan esille:

1. Kaasun moolitilavuus NTP-olosuhteissa $V_m = 22,41 \frac{dm^3}{mol}$

2. NTP-olosuhteet: $T = 0^{\circ}\text{C}$ ja $p = 101325 \text{ Pa}$

3. Kaasun ainemäärä NTP-olosuhteissa on $n = \frac{V}{V_m}$

4. Kaasun tilavuus NTP-oloissa $V = nV_m$

5. Kaasun ainemäärä saadaan missä tahansa olosuhteissa $n = \frac{pV}{RT}$

6. Kaasun tilavuus saadaan missä tahansa olosuhteissa $V = \frac{nRT}{p}$

Viimeinen osio on "Ota Selvää!", joka nimensä mukaisesti pyytää ottamaan selvää seuraavista asioista:

1. Mitä ovat Boylen, Charlesin ja Gay-Lussacin lait?
2. Miksi ilmapallot hajoavat, kun nousevat riittävän ylös taivaalla?
3. Mistä sukeltajantauti johtuu, ja miten sitä hoidetaan?

OPPIKIRJAANALYYSIN YHTEENVETO JA OPPIKIRJOJEN VERTAILU

Orbitaali 3:n sisällöllinen ja visuaalinen anti onnistuvat sähköisessä oppikirjassa hyvin. Kirja esittää ja selittää kaasuihin liittyvän teorian selkeästi tuoden esille ideaalikaasun tilanyhtälöön liittyvät rajoitukset. Oppikirjan visuaalinen anti tulee animaatioiden ja ja demovideoiden kautta. Ideaalikaasun tilanyhtälön ohella käsiteltäviä aiheita ovat mm. moolitilavuus, NTP-olosuhteet, ideaali- ja reaalikaasun erot sekä van der Waalsin yhtälön sekä ideaalikaasulain vertailu.

Mooli 3 käsittelee teorian suoraviivaisemmin sekä havainnollistavien, numeeristen esimerkkien avulla. Kappaleen alussa tuodaan selkeästi esille käsiteltävät aihepiirit ja kappaleen lopussa kehoitetaan lukijaa

ottamaan selvää kaasuihin liittyviin lakeihin sekä ilmiöihin, joita kappaleen teoriaosiossa ei käsitellä sen tarkemmin. Alla olevassa taulukossa on esitetty yhteenveto oppikirjojen sisällöstä.

TAULUKKO 1 OPPIKIRJA-ANALYYSIN YHTEENVETO

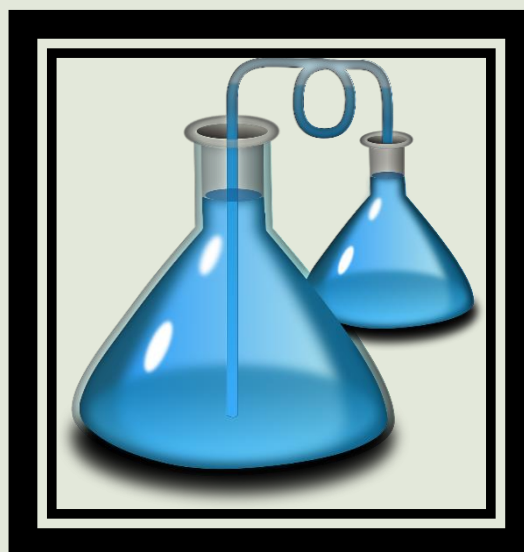
Mooli 3	vertailtava asia	Orbitaali 3
Lyhyt, ytimekäs, laskuesimerkkejä, selkeät tavoitteet	Teoriasisältö	Laaja teoriasisältö, hyviä visuaalisia demoja, vertailee ideaalikaasun ominaisuuksia reaalikaasuun
$T = 0\text{ °C}$ $p = 101325\text{ Pa}$	NTP-olosuhteet määritellään eri tavoin	$T = 0\text{ °C}$ $p = 100000\text{ Pa}$
Avogadro, Ideaalikaasu	Kirjassa esitetyt yhtälöt	Avogadro, Boyle, Charles, Gay-Lussac, Ideaalikaasu, van der Waals

ANVÄNDNING AV EXPERIMENTELLA ARBETEN I UNDERVISNINGEN

DEMONSTRATIONER

Demonstrationer är väldigt bra att ta med i sin undervisning. Förutom att det finns en ekonomisk aspekt så motiverar demonstrationerna eleverna och går även snabbare att utföra än laborationer. (Ahola-Olli, 2015) Demonstrationer kan antingen utföras på plats, eller undersökas i form av videodemonstrationer.

Länkarna nedantill består mest av laborationer planerade för grundskoleelever, dessa går istället att använda som demonstrationer för gymnasieeleverna.



KUVA 2: PIXABAY.COM / CC0
CLKER-FREE-VECTOR-IMAGES

http://www.kemianluokka.fi/files/uudet/Hiilidioksidi_kuplat_opettaja.pdf

http://www.kemianluokka.fi/files/uudet/Ilmaa_vai_heliumia_opettaja.pdf

<http://www.krc.su.se/page.php?pid=114&cat=17&level=3> (bl.a. vilket ljus slocknar först)

VIDEODEMONSTRATIONER

Länkarna nedan innehåller alla enkla demonstrationer som förklarar luftens olika egenskaper. Materialet är planerat för grundskolan, men kan användas för att friska upp minnet hos gymnasieelever.

<https://arenan.yle.fi/1-2879732>

<https://arenan.yle.fi/1-2921498>

LABORATIONSARBETEN

Laborationsarbeten hjälper eleverna att förstå fenomen i vardagen och gör det lättare för dem att förstå dem. Laborationerna inspirerar eleverna och bygger upp deras kritiska tänkande och undersökningsfärdigheter. (Utbildningsstyrelsen, 2015)

Ett praktiskt arbete, som t.ex. laborationer är enligt Osborne och Dillon (2010) ett praktiskt arbete där eleverna själva får hantera, påverka och observera materialet som ska studeras. Fördelarna med att använda sig av praktiska arbeten i sin undervisning är att eleverna oftast blir motiverade av dem. Detta beror främst på att eleverna får lite variation från den vanliga undervisningen och möjlighet att inte bara skriva eller göra uträkningar. Eleverna får också möjlighet att förbättra sina laborationsfärdigheter och ger eleverna en uppfattning om hur man lär sig på vetenskapligt vis.

Nedan följer några laborationer som tar upp gaser och deras egenskaper.

Okänd gas

http://www.kemianluokka.fi/files/uudet/Tuntematon_kaasu_opettaja.pdf

Eleverna får med detta arbete möjlighet att själv fundera ut hur de ska komma fram till ett svar, med andra ord för de göra en mer forskningsinriktad laboration. I laborationerna ska eleverna hitta på olika sätt att lista ut vilken sorts gas i de olika scenariona.

Egengjord brandsläckare

http://www.kemianluokka.fi/files/comblab/05_chem_palosammutin_oppilas_osa_1_kt.pdf

Även i denna laboration ska eleverna samla ihop experimentell data och denna gång för att kunna uppskatta reaktionshastigheten för gasbildning.

Tillverka några vanliga gaser

<http://www.krc.su.se/page.php?pid=114&cat=17&level=3>

Eleverna får här tillverka några vanliga gaser och får utforska deras egenskaper.

TIETO- JA VIESTINTÄTEKNOLOGIAN SOVELTAMINEN

Tieto- ja viestintäteknologia (TVT) on nykyään keskeisessä roolissa opetuksessa. "Tieto- ja viestintäteknologiaa käytetään muun muassa mallintamisen välineenä, tutkimusten tekemisessä ja tuotosten laatimisessa" (Opetushallitus, 2015). Lisäksi tutkimuksessa on todettu, että hyvin toteutetulla TVT-oppimisympäristöllä voidaan motivoida opiskelijoita ja helpottaa opettajan työtä (Perna, 2011).



TAULUKKOLASKENTA-OHJELMAT

Taulukkolaskentaohjelmat kuten Microsoft Excel nopeuttavat tulostenkäsittelyä, sillä samaa laskutoimitusta ei tarvitse suorittaa manuaalisesti useita kertoja uudestaan. Ohjelman avulla voidaan piirtää kuvaajat vaivatta, ja kuvaajien tulkintaan jää enemmän aikaa, kun ei tarvitse keskittyä sen piirtämiseen. Taulukkolaskentaohjelmat ovat laajasti käytössä tutkimuksessa ja teollisuudessa.

Taulukkolaskinohjelmien avulla oppilaat ymmärtävät, miten suurta määrää tietoa on mahdollisuus käsitellä nopeasti.

ESIMERKKITEHTÄVÄ EXCELIN SOVELTAMISESTA

Kaasuihin liittyvässä taulukkolaskentaesimerkissä verrataan

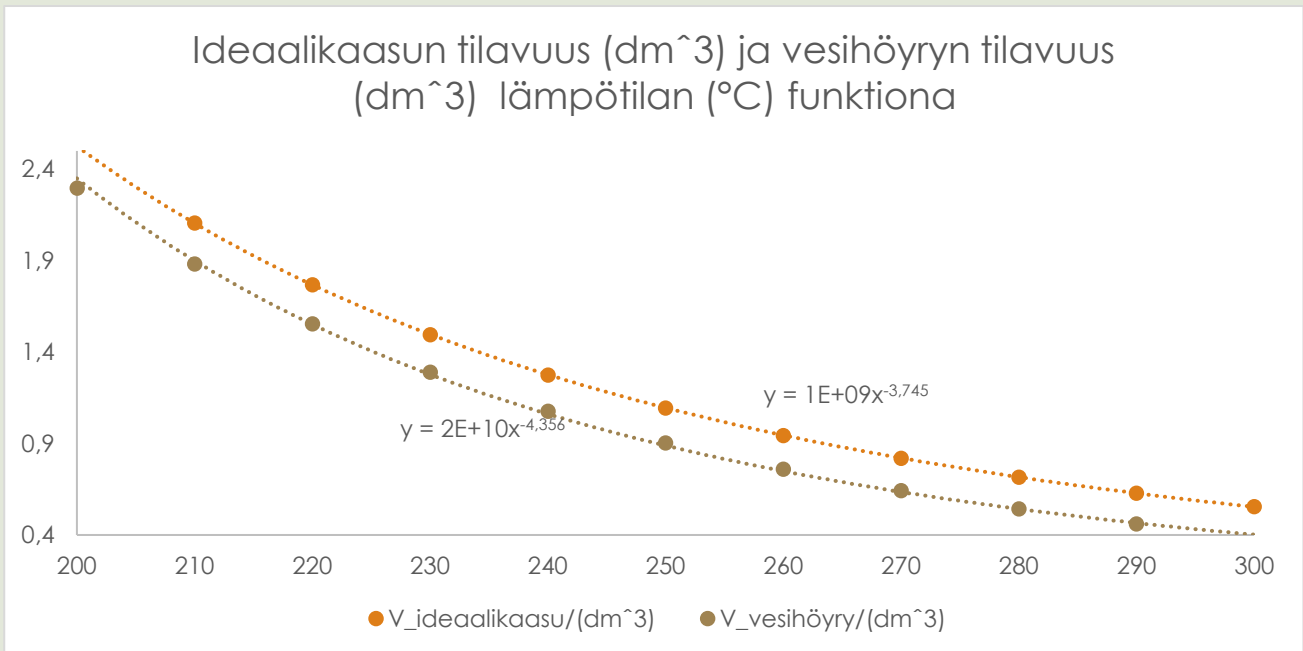
ideaalikaasun tilavuutta todelliseen vesihöyryn tilavuuteen samassa lämpötilassa ja paineessa ja samalla ainemäärällä (Keskinen, 2006).

Huomioitavaa on, että höyry ja kaasu eivät ole sama asia, mutta tässä esimerkissä ne ovat vertailukelpoisia, sillä mitattua vesihöyryn tilavuutta verrataan ideaalikaasun tilavuuteen. Taulukossa 2 on esitetty

Ideaalikaasun tilavuus ja mitattu vesihöyryn tilavuus lämpötilan ja paineen funktiona, ja että tarkasteltava ainemäärä on 1 mol. Kuvassa 3 on piirretty ideaalikaasun tilavuus ja vesihöyryn tilavuus lämpötilan funktiona.

TAULUKKO 2 LASKETTU JA MITATTU TILAVUUS LÄMPÖTILAN JA PAINEEN FUNKTIONA. MITATUT PAINEEN, TILAVUUDEN JA TILAVUUDEN ARVOT (KESKINEN, 2006) JA IDEAALIKAASUN TILAVUUS ON LASKETTU KÄYTTÄEN VASTAAVIA MITATTUJA LÄMPÖTILAN JA PAINEEN ARVOJA. KAASUJEN AINEMÄÄRÄ ON 1 MOL.

T/(°C)	p/(Pa)	Ideaalikaasu/(dm ³)	Vesihöyry/(dm ³)
200	1555000	2,5	2,3
210	1907000	2,1	1,9
220	2319000	1,8	1,6
230	2797000	1,5	1,3
240	3347000	1,3	1,1
250	3976000	1,1	0,9
260	4693000	0,9	0,8
270	5504000	0,8	0,6
280	6419000	0,7	0,5
290	7445000	0,6	0,5
300	8591000	0,6	0,4



KUVA 3 IDEAALIKAASUN TILAVUUS JA VESIHÖYRYN TILAVUUS LÄMPÖTILAN FUNKTIONA. VAAKA-AKSELILLA LÄMPÖTILA (°C) JA PYSTYAKSELILLA TILAVUUS (DM³)

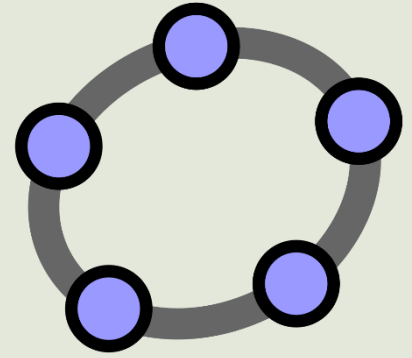
Kuvasta 3 voidaan nyt lukea ideaalikaasun ja mitatun vesihöyryn tilavuus graafisesti lämpötilan funktiona lämpötila-alueella 200-300 °C. Kuvan perusteella voidaan päätellä, että kyseisellä lämpötila-alueella ideaalikaasun tilanyhtälö antaa suurempia arvoja todellisiin, mitattuihin arvoihin verrattuna.

Kuvaa 3 analysoidessa on hyvä tuoda oppilaille esille se, että ideaalikaasun tilanyhtälö on vain approksimaatio reaalitilanteesta. Ideaalikaasulaki ei huomioi kaasupartikkelien välisiä vuorovaikutuksia, partikkeleiden kokoa tai muotoa. Ideaalikaasun tilanyhtälö toimii siis suuntaa antavana työkaluna, mutta todellisuudessa kannattaa aina käyttää mitattuja arvoja, sillä ne antavat luotettavamman kuvan kaasun tai höyryn todellisesta käyttäytymisestä.

GEOGEBRA

Geogebra on ilmainen sovellus, joka on saatavilla selainpohjaisena tai [ladattavana](#) sovelluksena. Ohjelma on saatavilla useilla eri kielillä, myös suomeksi.

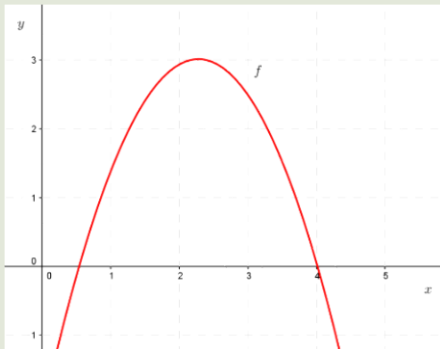
GeoGebran kotisivuilla on runsaasti valmiita pohjia erilaisten kemian asioiden kuvaamiseen. Materiaalia voi etsiä hakusanojen avulla tästä [linkistä](#).



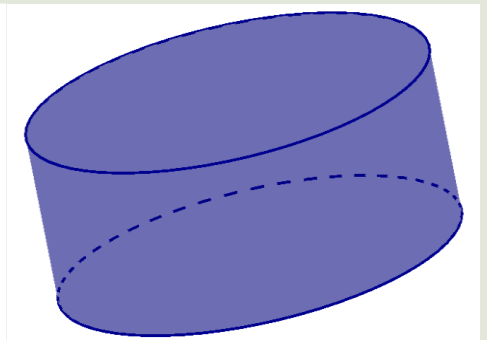
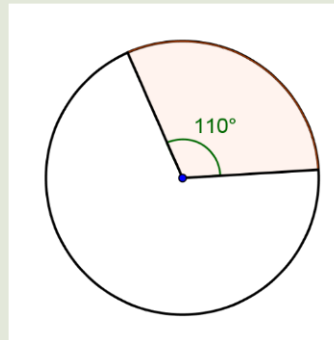
KUVA 4: GEOGEBRAN LOGO.
[HTTPS://COMMONS.WIKIMEDIA.ORG / PYFISCH](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:GeoGebra_Logo)

GeoGebra soveltuu hyvin esimerkiksi seuraaviin tehtäviin

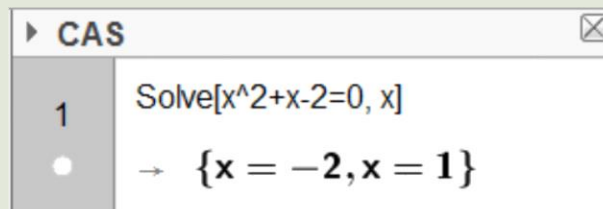
Kuvaajien piirtäminen ja tulkinta



Taso- ja avaruusgeometrian kappaleiden mallinnus



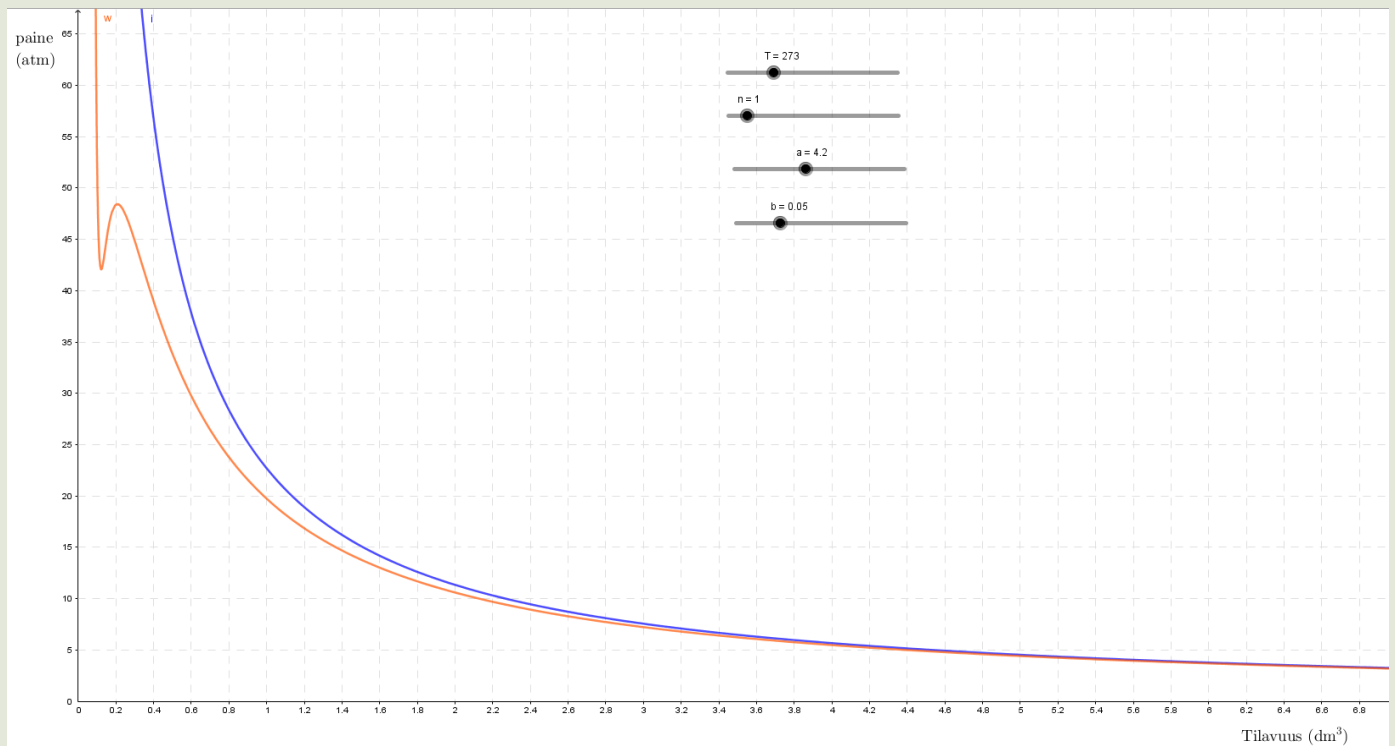
Laskinsovellus laskujen suorittamiseen



ESIMERKKITEHTÄVÄ GEOGEBRAN SOVELTAMISESTA

GeoGebraa voisi käyttää oppitunneilla esimerkiksi ideaalikaasun tilanyhtälön vertaamiseen van der Waalsin tilanyhtälöön. Valmiit tiedostot tehtävän läpikäymiseen voi ladata seuraavista linkeistä: [tehtäväpohja](#) (GeoGebra-tiedosto), [tehtävänanto](#) (pdf) ja [malliratkaisut](#) (pptx).

Alla kuvakaappaus tehtävästä.



KUVA 5: SININEN KÄYRÄ KUVAA IDEAALIKAASUN PAINETTA JA ORANSSI KÄYRÄ PAINETTA VAN DER WAALSIN TILANYHTÄLÖN MUKAAN. LIUKUSÄÄTIMILLÄ VOI MUUTTA OLOSUHTEITA JA VAN DER WAALSIN PARAMETREJA DYNAAMISESTI.

SIMULATIONER

Simulationer är ett enkelt sätt att ta med teknologi i undervisningen och de är också väldigt bra för att visualisera olika fenomen i kemin. Enligt en forskning gjord av Vihma (2016) så främjar datorsimulationer gymnasieelevernas förståelse för gaser. I forskningen så användes programmet Odyssey. [PhET Simulations](#) är också ett program som kan användas för simuleringar. Där finns specifikt "[Kaasun ominaisuudet](#)" och "[Olomuodot](#)" simulationen som visualiserar gasernas egenskaper.

KÄSITEKARTAT OPETUKSESSA

Lukion opetussuunnitelman perusteissa (Opetushallitus, 2015) asetetaan kemian opetuksen tavoitteeksi seuraavaa:

"Kemian opetus tukee opiskelijoiden käsitteiden rakentumista sekä ilmiöiden

ymmärtämistä siten, että niiden makroskooppinen, mikroskooppinen ja symbolinen taso muodostavat loogisen kokonaisuuden."

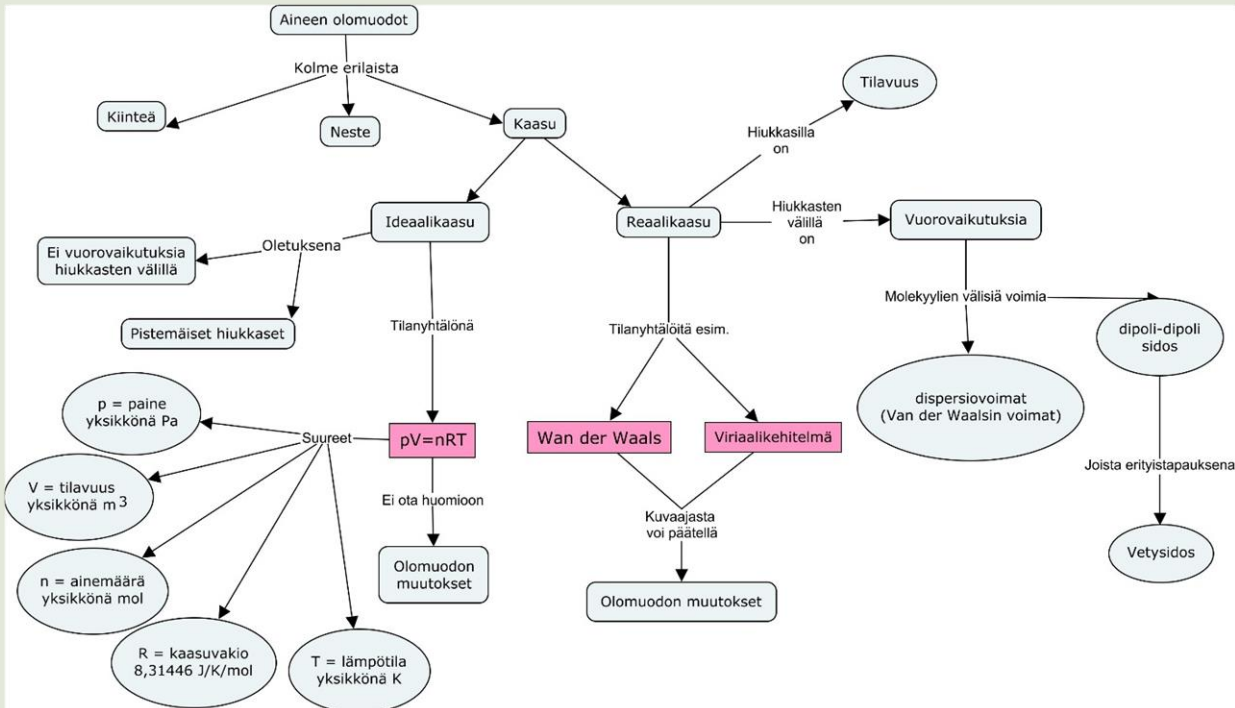
Käsitekartat ovat hyvä työkalu laajan käsitelmäärän hahmottamiseen. Ne jäsentävät tietoa helpommin hahmotettavaan muotoon, jolloin sen avulla voi löytää sopivan järjestyksen asioiden opettelemiseen sekä havaita puutteita aiemmin käsitellyissä asioissa (Vanides, Yin, Tomita, & Ruiz-Primo, 2005)

Käsitekartat koostuvat eri tavoin ympyröidyistä käsitteistä ja niiden välisistä suhteista, joita merkitään nuolilla käsitteiden välillä. Käsitteitä voi ryhmitellä erilaisiin luokkiin käyttämällä erilaisia laatikoita käsitteiden ympärillä. Käsitteiden välisiin nuoliin kirjoitetaan, miten eri käsitteet liittyvät toisiinsa. Tavoitteena on, että kaksi käsitettä ja niiden välinen



KUVA 6: OPISKELIJOILLA VOI MENNÄ SORMI SUUHUN KEMIAN KÄSITEVIIDAKOSSA [HTTP://PIXABAY.COM /](http://pixabay.com/) CC0 / CLKER-FREE-VECTOR-IMAGES

linkki muodostavat merkityksellisen lauseen (Novak, Cañas, 2009). Alla esimerkki kaasuihin liittyvästä käsitekartasta.



KUVA 7: KÄSITEKARTTA KAASUIHIN LIITYEN. KUVA LÖYTYY ALKUPERÄISEN KOKOISENA TÄSTÄ [LINKISTÄ](#)

Mielekkääseen oppimiseen kuuluu se, että uudet käsitteet linkittyvät aiemmin opittuihin tietoihin (Cañas, Novak, 2006). Luonnontieteiden käsitteet ovat usein hierarkkisissa suhteissa toisiinsa, jolloin alemman tason käsitteet tulee hallita hyvin, ennen kuin korkeamman tason käsitteitä voi omaksua. Käsitekarttojen avulla opettaja voi seurata miten opiskelijat kehittyvät. Opiskelijoiden laatimat kattavat ja hyvin perustellut käsitekartat kertovat hyvästä käsitteiden hallinnasta, kun

taas virheelliset tai puuttuvat yhteydet käsitteiden välillä auttavat löytämään ongelmakohtia (Vanides ym., 2005).

Käsittekartat antavat myös erinomaista pohjaa ryhmäkeskusteluille. Opiskelijat voivat perustella omia yhteyksiään käsittekartalla, sekä keskustella toisten tekemistä kartoista pienissä ryhmissä. Tällainen työtapa kehittää opiskelijoiden argumentointitaitoja ja kriittistä ajattelua.

Käsittekarttojen tehokas käyttö vaatii harjoittelua! Harjoittelemisen kannattaa aloittaa helpoista ja laajoista käsitteistä ja edetä rauhassa vaikeampiin käsitteisiin (Vanides ym., 2005).



Ohjelmien linkit: [Cmap](#), [Popplet](#), [Coggle](#), [bubbl.us](#)

Lähteet

- Ahola-Olli, T. (2015). Tutkimukselliset demonstraatiot lukion kemian opetuksessa. Jyväskylän yliopisto, Kemian laitos. Luettu osoitteesta <https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/46066/URN%3aNBN%3afi%3ajyu-201505262036.pdf?sequence=1>
- Azizoğlu, N., & Geban, Ö. (2016). Students' preconceptions and misconceptions about gases. *Balikesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(1), 73-78. Luettu osoitteesta <http://fbed.balikesir.edu.tr/index.php/dergi/article/view/288>
- Cañas, Alberto J. & Novak, Joseph D. (2006). *The theory underlying concept maps and how to construct and use them*. Luettu osoitteesta <http://cmap.ihmc.us/docs/theory-of-concept-maps>
- Keskinen K. I. (2006). Kemian laitetekniikan taulukoita ja piirroksia. Espoo: Otatieto
- Lampiselkä J., Myllyviita A., Pernaa J. (2017). Orbitaali 3. Saatavilla osoitteesta: <http://www.e-oppi.fi/sarja/orbitaali>
- Lehtiniemi K., & Turpeenoja L. (2017). Mooli 3. Helsinki: Otava.
- Mayer, K. (2011). Addressing students' misconceptions about gases, mass, and composition. *Journal of Chemical Education*, 88(1), 111. Luettu osoitteesta <https://search.proquest.com/docview/840381891>
- Nakhleh, M. (1992). Why some students don't learn chemistry - chemical misconceptions. *Journal of Chemical Education*, 1992 - ACS Publications,
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2009). What is a concept map? Luettu osoitteesta <https://cmap.ihmc.us/docs/conceptmap.php>

Nurrenbern, S., & Pickering, M. (1987). Concept learning versus problem solving: Is there a difference? *Journal of Chemical Education*, 64 (6), 508.

Osborne, J., & Dillon, J. (2010). *Good Practice in Science Teaching What research has to say* Second edition. Luettu osoitteesta
<https://channayousif.files.wordpress.com/2011/06/good-practice-in-science-teaching-what-research-has-to-say.pdf>

Pernaa, Johannes (2011). *Kehittämistutkimus: Tieto- ja viestintäteknikkaa kemian opetukseen*. Luettu osoitteesta <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-10-7291-8>

Pinar Seda Çetin, Ebru Kaya, & Ömer Geban. (2009). Facilitating conceptual change in gases concepts. *Journal of Science Education and Technology*, 18(2), 130-137.

Sanger, M. J., & Phelps, A. J. (2007). A content analysis of students' explanations of gas properties. *Journal of Chemical Education*, 84(5), 870. Luettu osoitteesta
<http://dx.doi.org/10.1021/ed084p870>

Utbildningsstyrelsen. (2015). *Grunderna för läroplanen för den grundläggande utbildningen 2014*. Helsingfors: Utbildningsstyrelsen. Luettu osoitteesta
http://www.oph.fi/download/166434_grunderna_for_laroplanen_verkkojulkaisu.pdf

Utbildningsstyrelsen. (2015). *Grunderna för läroplanen för den grundläggande utbildningen 2014: Föreskrifter och anvisningar 2014:96*. Luettu osoitteesta:
http://www.oph.fi/download/174853_grunderna_for_gymnasiets_laroplan_2015.pdf

f

Vanides, J., Yin, Y., Tomita, M., & Ruiz-Primo, M. A. (2005). Using CONCEPT MAPS in the science classroom. *Science Scope*, 28(8), 27-31. Luettu osoitteesta <http://www.jstor.org/stable/43180698>

Vihma, L. (2006). Tietokonesimulaatioita kaasujen ymmärtämisen tukemiseen kemian lukio-opetuksessa (Pro gradu). Luettu osoitteesta: <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/27424/tietokon.pdf?sequence=1>