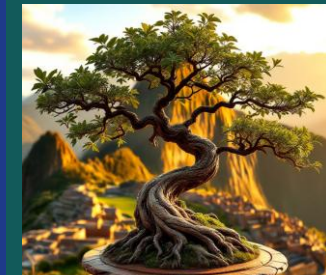
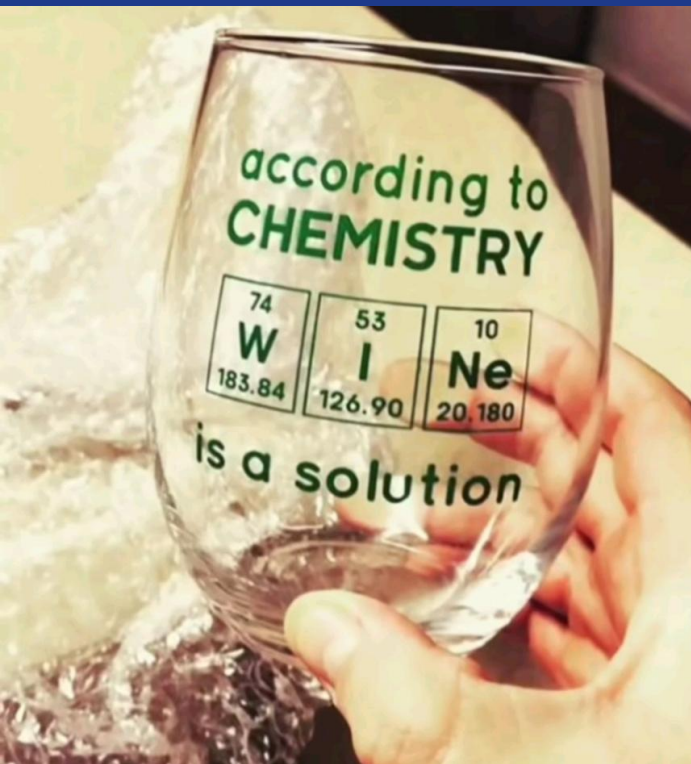


Tekoäly kemian opetuksessa



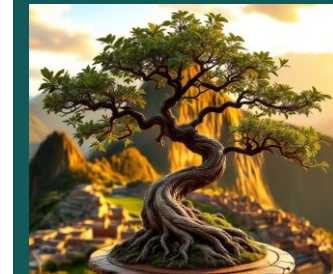
ChemEdu - Myllyviita



Kattava opas opettajille

Ari Myllyviita –päivitetty 28.6.2026

Luennon sisältö



ChemEdu - Myllyviita

- Miten orientoidun tekoälyn käyttöön?
- Kemian pedagogiikka AI-aikakaudella
- Kurssimateriaalin tuottaminen
- Kemian opetuksen tuki – AI-tutor
- ChatGPT ja WolframAlfa
- Erilaiset tekoälytyökalut: Perplexity ja Comet, ChatGPT ja Atlas (Mac), Minimax, Julius Ai, ... - tutkimuksen työkalut
- Kemian tehtävät – eri tekoälyjen tuotoksien (vastauksien, esseiden) vertailu; kriittinen arviointi
- Mihin tekoäly ei vielä kykene?

CT kemian opetuksessa

Lisää tiedostoja

Uusi keskustelu projektissa CT kemian opetuksessa

+ Laajennettu mietintä



perplexity^{pro}

Ask anything. Type @ for mentions.



Tekoälyn lyhyt historia



ChemEdu - Myllyviita

Artificial Intelligence

Machine Learning

Deep Learning

Generative AI

1950s

Artificial Intelligence

the field of computer science that seeks to create intelligent machines that can replicate or exceed human intelligence.

1959

Machine Learning

a subset of AI that enables machines to learn from existing data and improve upon that data to make decisions or predictions.

2017

Deep Learning

a machine learning technique in which layers of neural networks are used to process data and make decisions.

2021

Generative AI

create new written, visual, and auditory content when given prompts or existing data.

Tärkeä näkökulma oman kehityksen pohtimiseen



ChemEdu - Myllyviita



Markku Pelkonen, Mediamasteri

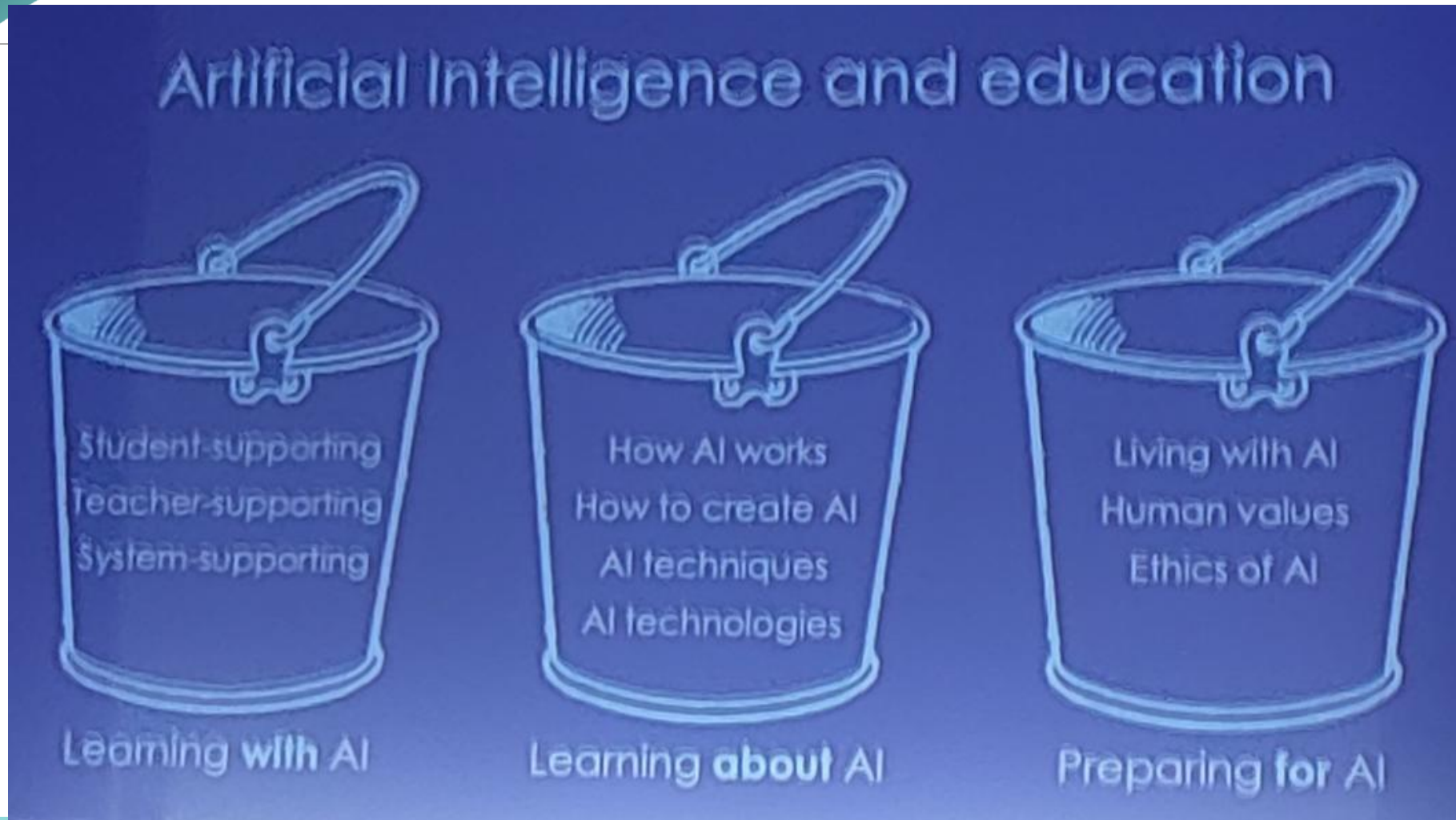
Ajattelutapa (mindset) tarkoittaa ihmisen vakiintunutta tapaa hahmottaa itseään, muita ja ympäröivää maailmaa. Se ohjaa, miten tulkitsemme tilanteita, miten suhtaudumme haasteisiin ja millaisia mahdollisuuksia näemme.

**MINDSET ON VALINTA (YKSIÖ, ORG.) JA SE
VAIKUTTAA SIIHEN MITEN KASVAMME,
OPIimme JA KEHITYMME.**

Jo Lubljanassa v 2021:



ChemEdu - Myllyviita



 ChatGPT

 Explore

Today

New chat

New chat

New chat

New chat

New chat

Previous 7 Days

Rugby Match Info UK

Previous 30 Days

Jalkaterapia urheiluvammojen hoi

Kokeelliset työt rauta(II)sulfaatilla

Etsi Ari Myllyviita artikkeleita

Haku tieteellisiin artikkeleihin

October

Kemian opettajakoulutuksen mie

2-butanol elektronitiheyskuva piir

Titrauksen laskeminen HClO₄lle

AR Ari Myllyviita

My GPTs



Create a GPT Beta

Customize a version of ChatGPT for a specific purpose

Made by OpenAI



DALL-E

Let me turn your imagination into imagery

By ChatGPT



Data Analysis

Drop in any files and I can help analyze and visualize your data

By ChatGPT



ChatGPT Classic

The latest version of GPT-4 with no additional capabilities

By ChatGPT



Game Time

I can quickly explain board games or card games to players of any age. Let the games begin!

By ChatGPT



The Negotiator

I'll help you advocate for yourself and get better outcomes. Become a great negotiator.

By ChatGPT



Creative Writing Coach

I'm eager to read your work and give you feedback to improve your skills.

By ChatGPT



ChemEdu - Myllyviita

ChatGPT
 DALL-E
 Explore

Today

Parasetamolin molekyyli

New chat

New chat

New chat

New chat

New chat

Previous 7 Days

Rugby Match Info UK

Previous 30 Days

Jalkaterapia urheiluvammojen hoi

Kokeelliset työt rauta(II)sulfaatilla

Etsi Ari Myllyviita artikkeleita

Haku tieteellisiin artikkeleihin

October

AR Ari Myllyviita

DALL-E ▾

You
Lääkeaine molekyyli parasetamoli-lääkkeessä

DALL-E
Parasetamoli, tunnettu myös nimellä asetaminofeeni, on laajalti käytetty kipulääke ja kuumetta alentava lääke. Sen kemiallinen kaava on C8H9NO2. Parasetamolin molekyyli on suhteellisen yksinkertainen ja koostuu bentsenirenkaasta, johon on liitetty hydroksyyli-ryhmä (-OH) ja asetyyliaminoryhmä (NHCOCH3). Molekyylin rakenne mahdollistaa sen tehokkaan toiminnan kipua ja kuumetta lievittävänä aineena.

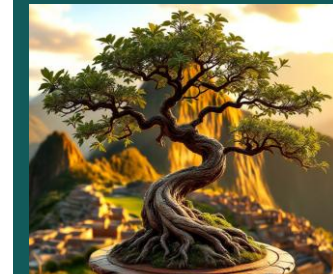
You
Piirrä parasetamoli molekyyli

DALL-E
 Creating images

Message DALL-E...



ChatGPT can make mistakes. Consider checking important information.

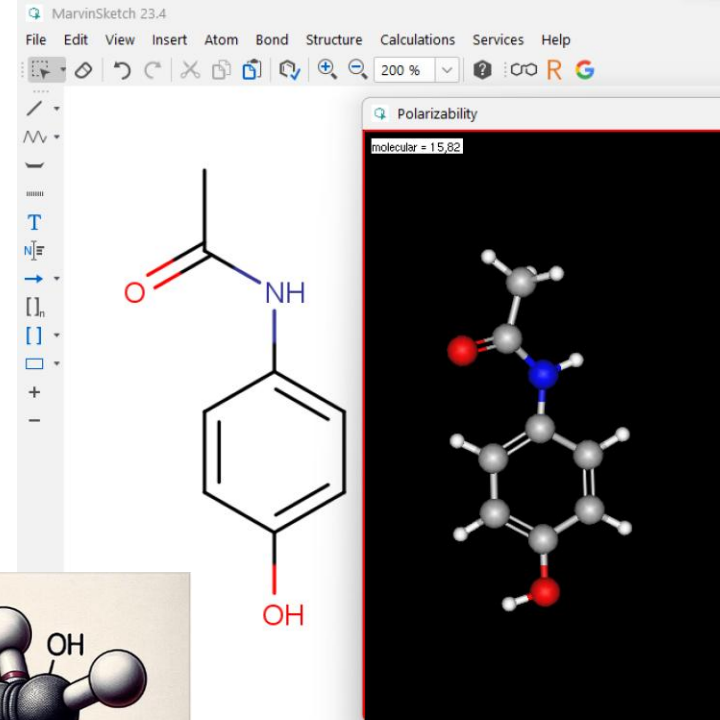


ChemEdu - Myllyviita

Pyyntö DALL-E- tekoälylle vuonna 2023

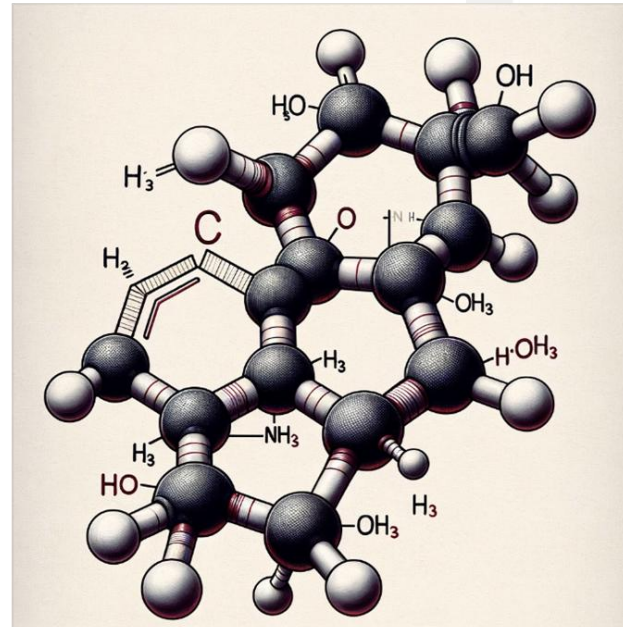
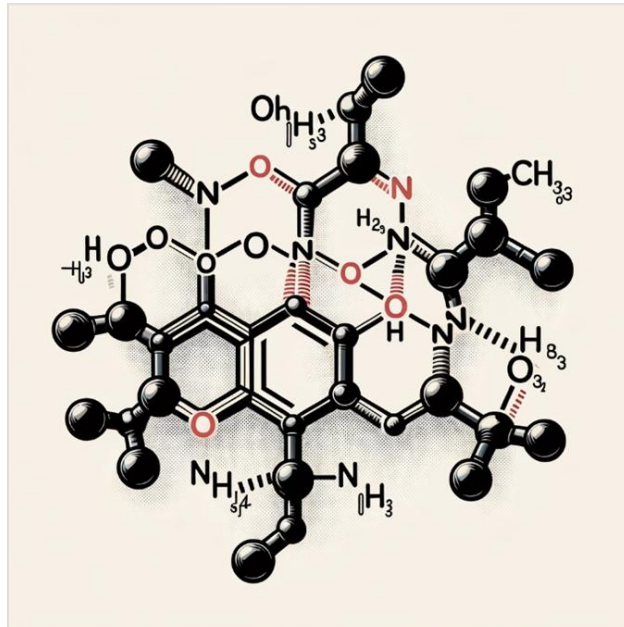
Parasetamoli

MarvinSketch-ohjelmalla
piirrettynä ja DALL-E:n
luoma molekyyli



ChemEdu - Myllyviita

DALL-E



Here are the illustrations of a **paracetamol** (acetaminophen) molecule.



Mikä on lääkeainemolekyylillä parasetanoli-lääkkeessä?



Mietti 14s >

Luultavasti tarkoittit **parasetamol**ia. Sen lääkeainemolekyylillä on juuri **parasetamoli** (engl. *acetaminophen*).

- IUPAC-nimi: **N-(4-hydroksifenyyli)asetamidi** (myös p-hydroksiasetanilidi)
- Kemiallinen kaava: $C_8H_9NO_2$
- Moolimassa: $\approx 151,16 \text{ g/mol}$
- Vaikutus: kipu- ja kuumelääke; ei merkittävää tulehdusta estävää vaikutusta.

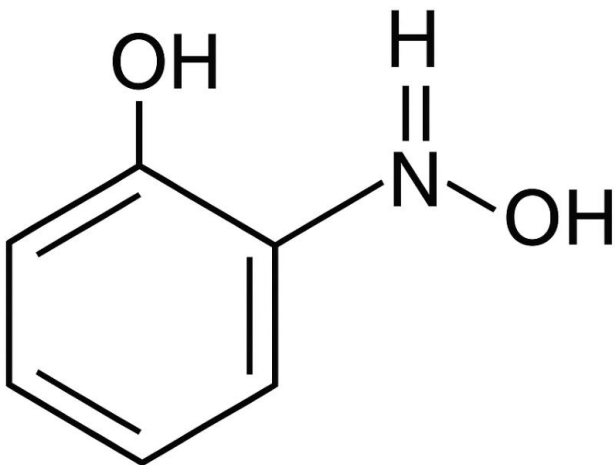


Piirrä ko. molekyyli DALL-E-työkalulla



Mietti 33s >

Kuva luotu >



Parasetanolissa on amidiryhmän sisältävä sivuryhmä kiinnittyneenä fenolirunkoon ja se on para-asemassa hydroksyyliin nähden.



Mietti 36s >

Aivan oikein! Parasetamoli on **4-asetamidifenoli** (IUPAC: **N-(4-hydroksifenyyli)asetamidi**): fenolirunkoon on kiinnittynyt **asetamidiryhmä** $-NH-CO-CH_3$, ja se on **para-asemassa** fenolin $-OH$ -ryhmään nähden.

Pikamuoto:

- Rakennekaava: $HO-C_6H_4-NH-CO-CH_3$ (para-substituoitu)
- SMILES: CC(=O)NC1=CC=C(O)C=C1

(“hydroksyyliin” → pieni kirjainvirhe: **hydroksyyliin**.)



Piirrä molekyyli uudelleen

Anna molekyyli myös 3D-mallina.



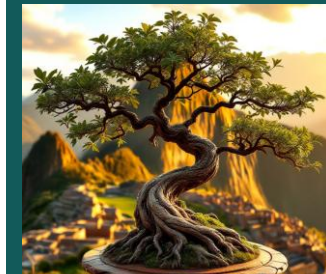
Mietti 3m 25s >

Valmis! Piirsin rakenteen uudelleen ja tein siitä myös 3D-mallin.

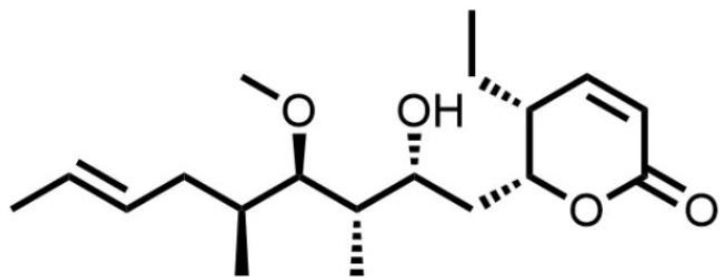
- 2D-rakennekuva (SVG): [Lataa](#)
- 2D-rakennekuva (PNG): [Lataa](#)
- 3D-malli (XYZ): [Lataa](#)
- 3D-esikatselukuva: [Lataa](#)

Huom: XYZ-tiedoston geometria on suuntaa-antava (topologia oikein, ei kvanttitasoista optimointia). Voit avata sen esim. Avogadro-, VMD- tai PyMOL-ohjelmalla ja tarvittaessa optimoida rakenteen. </>

Tekoäly kemiassa



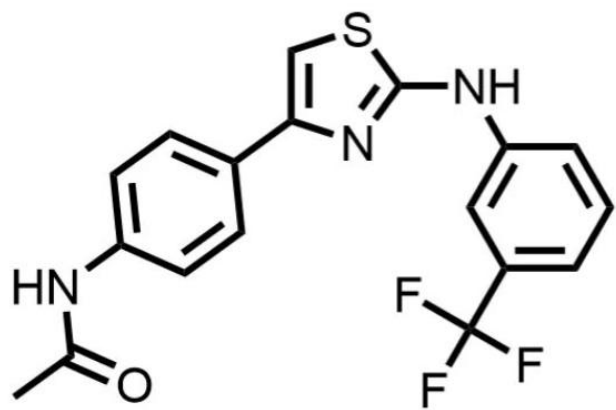
ChemEdu - Myllyviita



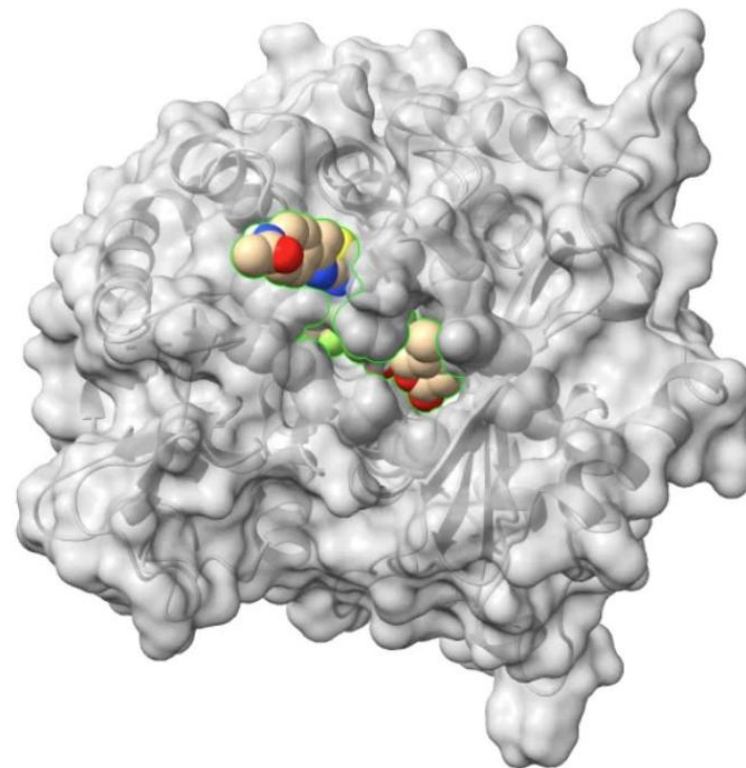
Pironetin

Docking

Molecular dynamics



Todalam



**Novel Dual Binding Site
on Tubulin**



All Trends AI

Sponsoroitu · 🌐



1,000+ AI tools were released last month.

ChatGPT is just a fraction of the AI revolutio... Näytä lisää

BEST AI TOOLS

Content	ChatGPT	AI	Bard
Productivity	ClickUp	Browse AI	bardeen
Business	Zupyak	dokkio	CREATOSAURUS
Video	Spikes	klipme	loom
Design	DALL-E 2	Midjourney	Adobe Firefly
Presentations	SlidesAI	Notion AI+	Gamma
Audio	Audiosonic	Samplab	Vocal Remover
Research	consensus	CHATPDF	scholarcy



ALL TRENDS AI



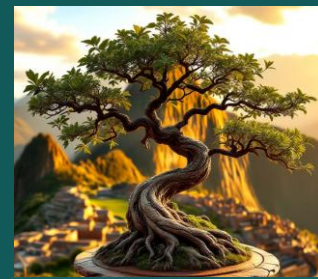
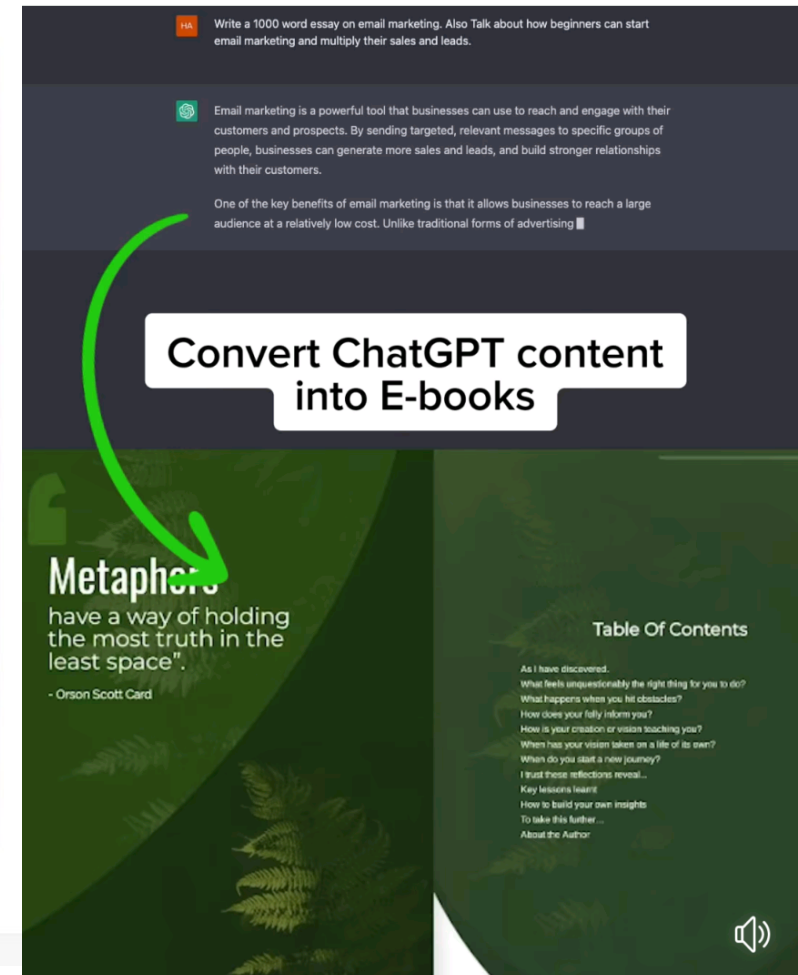
Designrr

Sponsoroitu · 🌐



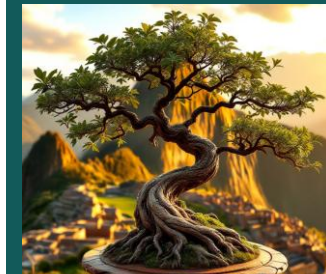
ChatGPT has made the process of writing a best-selling book easy.

But once the book is written how do you get... Näytä lisää



ChemEdu - Myllyviita

Miellekartta AI:lla



ChemEdu - Myllyviita

chatmind.tech

Chatmind

+ New Map

65% ▾

Chatmind

- AI Text to Mind Map**
 - Transform plain text into visual mind maps
 - Select from a diverse range of templates
 - Toggle between GPT-3.5 and GPT-4 models
- Chat-guided Mind Mapping**
 - Chat to generate new ideas with AI and seamlessly add to your mind map
 - Use web access for real-time, accurate data in chats
 - Customize and adjust your mind map as needed through chat
- Easy Mind Map Editing**
 - Edit text and rearrange topics with ease
 - Swiftly switch mind map themes
- Unlimited History**
 - Automatically save mind map history
 - Access mind maps on any device, anytime
- Export Options**
 - Export to Image
 - Export to SVG/Markdown
 - Export to Xmind File

1 free credit per day

New

Hello there! I'm here to help with your creative journey. Enter a topic for your mind map or use our templates to start quickly.

Templates:

- Study plan for data science certification
- Explain the concept of Blockchain
- Brainstorm for AI startup ideas
- All Templates >

Describe your mind map...

High-quality × Detailed × Multi-level × No identifiers ×

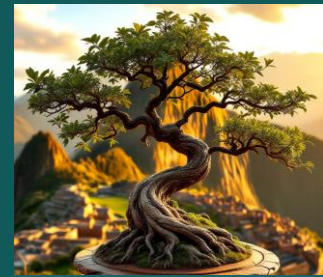


ChemEdu - Myllyviita

VINKKI 1 TEKOÄLYN KÄYTÖSTÄ:

Seuraa, mitä muut kokeilevat
→ Webopettaja Esa Riutta

WebOpettajan Youtube-videot !!!



ChemEdu - Myllyviita



Esa Riutta - WebOpettaja

@WebOpettaja · 29,1 t. tilaajaa · 1,4 t. videoita

Tervetuloa Suomen opettavaisimmalle kanavalle! Voit oppia kanssani jotain uutta tekoäly...lisää

[linkedin.com/in/webopettaja](https://www.linkedin.com/in/webopettaja) ja 6 muuta linkkiä



Tilattu ▾

Liity

Tutustu yhteisöön

Etusivu Videot Shorts Live Kurssit Soittolistat Postaukset 🔍

Jäsenet

Kiitos kanavan jäsenille!

M

k

A

P

A

Liity

Sinulle



Tehtävä 1

Tutustu Esa Riutan videoihin (jos et ole vielä niin tehnyt). Ei pelkästään tekoälyoppaita, vaan esittelee myös muita oivallisia työkaluja.

Mene Youtubeen ja hae Webopettaja Esa Riutta.
(<https://www.youtube.com/@WebOpettaja>)

Poimi yksi tekoälyopas, jota haluat nyt kokeilla. Mikä se on?

Mikä voisi olla asia,

- ☐ jonka haluat itse toteuttaa
- ☐ Jonka voisit teettää opiskelijoillasi

Muutama vihje seuraavaksi.



Tätä et tiennyt: voit muuttaa tiedoston tyylistä toiseen ...



Photoshopin uutuus: muokkaa kuvia pelkillä ...

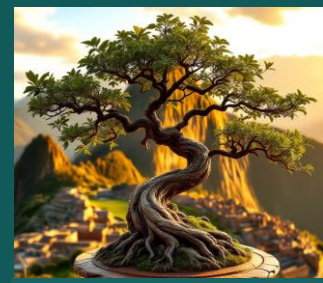


Näin teet tylsästä puhevideosta koukuttavan: tekoäly kuvittaa ...



Tässä Microsoft 365 Copilotin uudet ominaisuudet

Poimintoja – jäsenille



ChemEdu - Myllyviita



Näin tein tekoälyllä oman sovelluksen ja julkaisin sen



Copilot sai vihdoin Clauden ylivoimaisimman ...

PowerPointin kehittynyt kuvankäsittely

<https://youtu.be/YhGQzpC7Rvw?si=CG7s0wAAwUEtt7YD>



Näin toimii uusi (ja upea) ChatGPT-sovellus

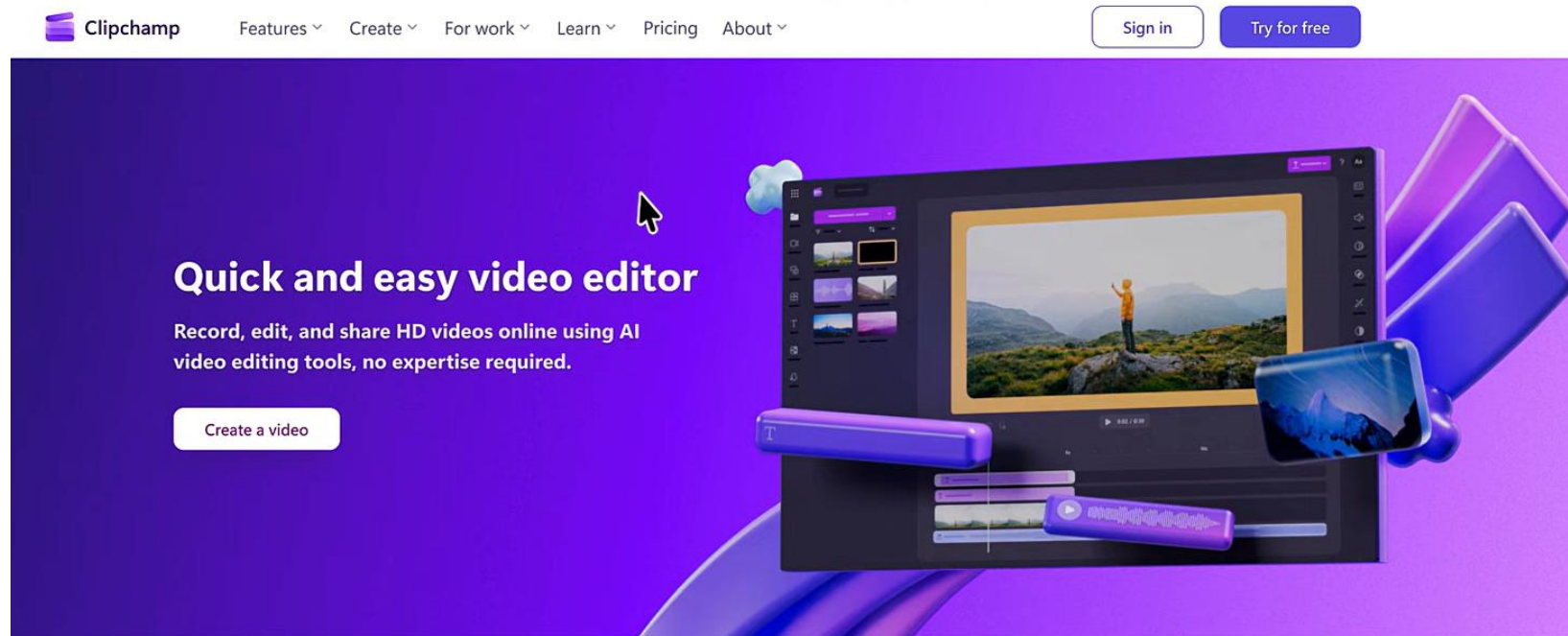


VIHJE 1: Tekstitys, audio tekstiksi jne.

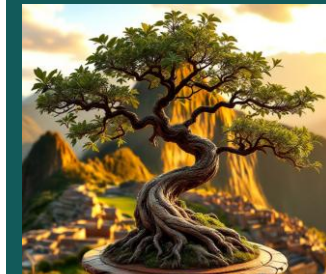


ChemEdu - Myllyviita

Lopeta naputtelu: 5 parasta tekoälytyökalua videoiden tekstittämiseen!



VIHJE 2: Monimutkaista työstämistä



ChemEdu - Myllyviita



GPT 5.6 on uskomaton
(käyttöohje ja testit)



Copilot sai vihdoinkin Clauden
ylivoimaisimman ...

ChatGPT ▾

Uusin

Instant

Jokapäiväisiin keskusteluihin

Thinking

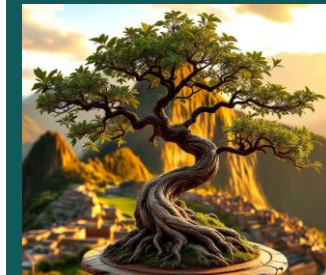
Monimutkaisiin kysymyksiin ✓

Pro

Tutkimustason älykkyys

Määritä...

VIHJE 3: Tee oma sovellutus

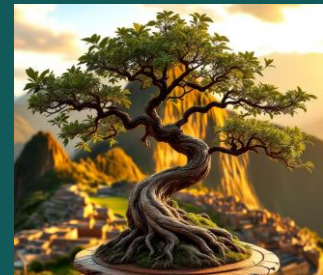


ChemEdu - Myllyviita



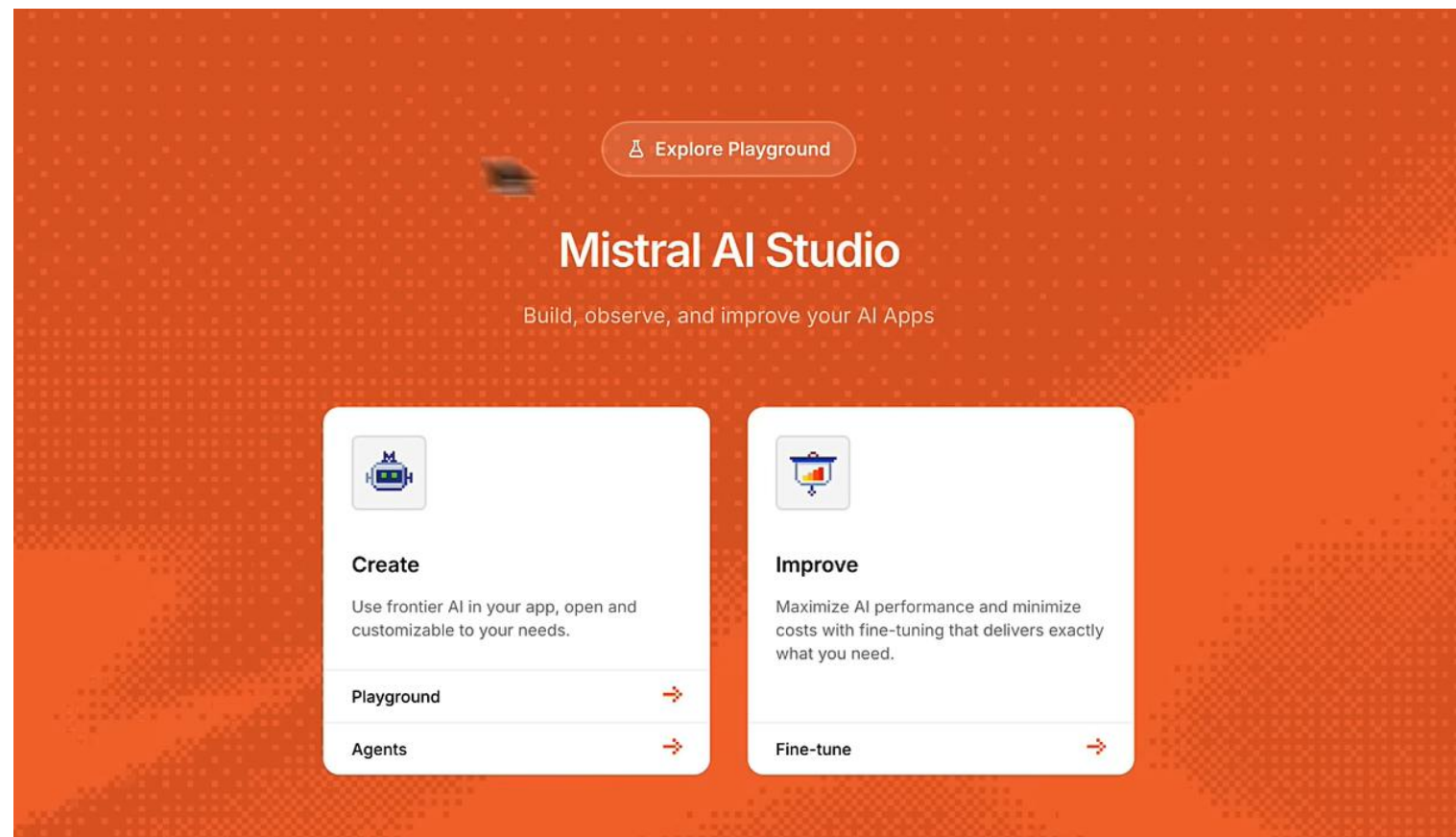
Tee omat sovellukset tekoälyllä ja säästä! ⋮

VIHJE 4: Skannattu teksti tms. tekstiksi



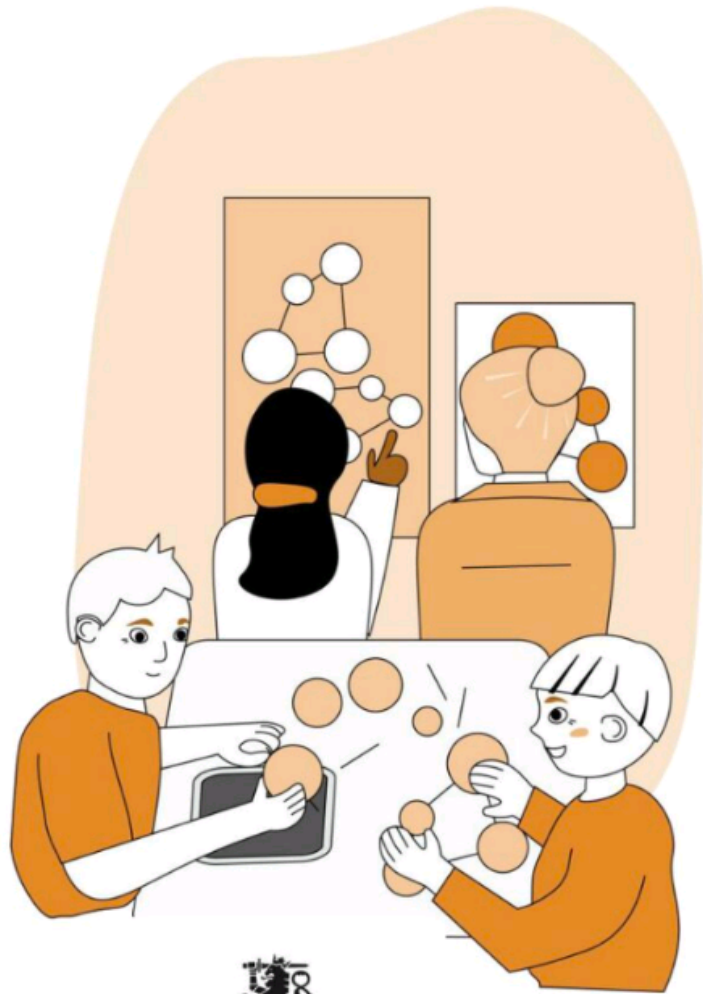
ChemEdu - Myllyviita

Lopeta tekstin puhtaaksi kirjoittaminen, tekoäly muuttaa skannatun tekstin luettavaksi





Perustaso Aloittelija	• Käyttää valmiita tekoälyratkaisuja ohjeiden mukaisesti. • Harkitsee, milloin tekoälyn käyttö on tarkoituksenmukaista ja tunnistaa sen mahdollisuuksia ja rajoituksia. • Hakee yhteisöstään tukea tekoälyn käyttöön ja soveltamiseen.
Keskitaso Käyttäjä	• Hyödyntää itsenäisesti ja vastuullisesti tekoälyratkaisuja tehtävien suorittamiseen ja osaa tunnistaa kehitystarpeita. • Perustelee, milloin tekoälyn käyttö on tarkoituksenmukaista ja arvioi sen mahdollisuuksia ja rajoituksia eri tilanteissa. • Tukee yhteisössään muita tekoälyn käytössä ja soveltamisessa.
Edistynyt taso Soveltaja	• Soveltaa vastuullisesti tekoälyratkaisuja ja luo uusia käyttö- ja soveltamistapoja. • Arvioi, milloin tekoälyn käyttö on tarkoituksenmukaista ja huomioi ihmisten roolin osana tekoälyä hyödyntäviä prosesseja eri käyttökonteksteissa. • Ohjaa yhteisössään muita tekoälyn vaativammassa käytössä ja soveltamisessa.
Erittäin edistynyt taso Kehittäjä	• Soveltaa vastuullisesti ja luovasti tekoälyratkaisuja sekä kehittää ja vie käytäntöön uusia innovaatioita. • Arvioi kriittisesti, milloin tekoälyn käyttö on tarkoituksenmukaista ja painottaa sen mahdollisuuksia ja rajoituksia ihmiskeskeisyyden ja kestävän kehityksen näkökulmista. • Johtaa yhteisössään muita tekoälyn monipuolisessa ja vaativassa käytössä, soveltamisessa ja hyödyntämisessä.



Pedagogiikkaa



ChemEdu - Myllyviita

- **Tekoäly muuttaa tapaa**, jolla opetamme ja opimme kemiaa
 - Mallintaminen, algoritminen ajattelutapa, tutoragentti henkilökohtaisena apuna, muutakin kuin laskin (WolframAlpha)
- **Räätälöityjä oppimiskokemuksia** jokaiselle oppilaille (yksilöllistäminen)
- **Interaktiivisia työkaluja**, jotka tekevät abstrakteista käsitteistä konkreettisia
- Automaattinen arvostelu ja välitön palautejärjestelmät
- Oppilaiden valmistautumista tekoälyyn integroituun maailmaan

How students use AI makes all the difference!

In this systematic review, Li et al. synthesized 67 empirical studies on how ChatGPT shapes students' critical and creative thinking.

The main finding, and one I have been arguing for here for long time, is that the tool isn't the variable. The teaching or pedagogy is.

Here's what the evidence shows. **When students were asked to compare their own work against the AI's, justify their revisions, or run drafts through a rubric, critical thinking went up. Argument construction, error-checking, metacognitive awareness, all of it improved.** The AI became something to interrogate.

Strip away that structure and the picture flips. **In loosely designed summarizing and essay tasks, students accepted fluent output without questioning it. Cognitive offloading. Shallower reasoning.** The AI did the thinking and they let it.

The pattern that worries me most is the asymmetry. Creativity rises, critical thinking quietly slips, and students don't notice because the fluency makes them feel productive. They generate more and reason less.

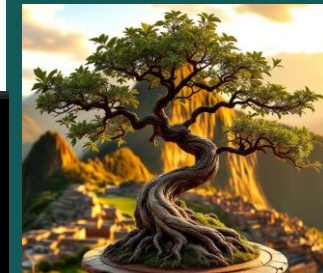
The authors give us a phrase worth keeping: epistemic friction. The struggle to verify, justify, and revise is exactly what builds higher-order thinking. Smooth AI output removes that friction, and the reflective work disappears with it.

References: Li, C., Cui, H., & Hagedorn, L. S. (2026). The cognitive impact of ChatGPT in higher education: A systematic review of critical and creative thinking outcomes. Computers and Education: Artificial Intelligence, 10, 100571.

The cognitive impact of ChatGPT in higher education: A systematic review of critical and creative thinking outcomes

Changyue Li ^a  , Hang Cui ^b, Linda Serra Hagedorn ^c

TAVOITE : tukea lapsia ja nuoria kasvamaan tietoisiksi ja luoviksi toimijoiksi, jotka haluavat ja voivat aktiivisesti vaikuttaa tulevaisuuden rakentamiseen tekoälyn muovaamassa maailmassa



ChemEdu - Myllyviita

YMMÄRRYS

kehitetään
ymmärrystä siitä,
miten tekoäly ja
sen muovaava
maailma toimii

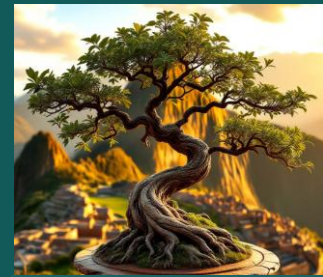
YHTEISLUOVUUS

tuetaan valmiuksia
itse keksiä ja
yhdessä kehittää
tekoälyn perustuvia
sovelluksia sekä
uusia innovaatioita

KRIITTINEN AJATTELU

kehitetään kykyä
tarkastella kriittisesti
tekoälyn perustuvien
teknologioiden
taustoja, käyttö-
tarkoituksia sekä
vaikutuksia

Tekoälyn käyttö kurssilla – Ohje opiskelijoille



ChemEdu - Myllyviita

ON SALLITTUA!

Käytä käsitteiden selityksien tarkentamiseen, syventämään teemaa, antamaan vinkkejä laskujen eri vaiheissa ja tarkistamaan vastaus. Muista mainita vastauksen teoreettinen taso, jotta vastaus vastaa lukion oppimäärää.

Olet sivulla roolissa: Ylläpitäjä

Oppimateriaalit > e-Oppi > Lukiot > Helsinki > Viikin normaalikoulu > Kemia > Orbitaali 5 KE52 25-26 > 2. GEOKEMIA

2. GEOKEMIA

Geokemia

Geokemia tutkii maapallon kemiaa. Geokemiassa selvitetään eri alkuaineiden jakautumista ja kiertoa maapallon kivi-, vesi- ja ilmakehän sekä elollisen luonnon välillä.

Geokemian käsitteen toi ensi kerran esille sveitsiläis-saksalainen kemisti Christian Friedrich Schönbein vuonna 1838. Geokemia tutkii mm. kivilajeja ja mineraaleja. Myös meteoriittien tutkimus ja kuuluu geokemian alaan. Meteoriitit ovatkin tuoneet geokemiaan mineraalien ja alkuaineiden isotooppijakautumien tutkimuksen (isotooppikoostumus) sekä uutena alueena **kosmokemian**, joka tutkii avaruutta ja mm. asumiskelpoisten planeettojen olemassaoloa. Orgaaninen geokemia tutkii mm. hiilen kiertoa (hiilisykli) ilmastomuutosta laajemmin.

Geokemian tutkimusmenetelmistä esim. röntgenkristallografia on tärkeässä roolissa kristallien ja kiteiden rakenteen määrittämisessä.

Copilot

Keskeiset tutkimusalueet lukion kemian näkökulmasta

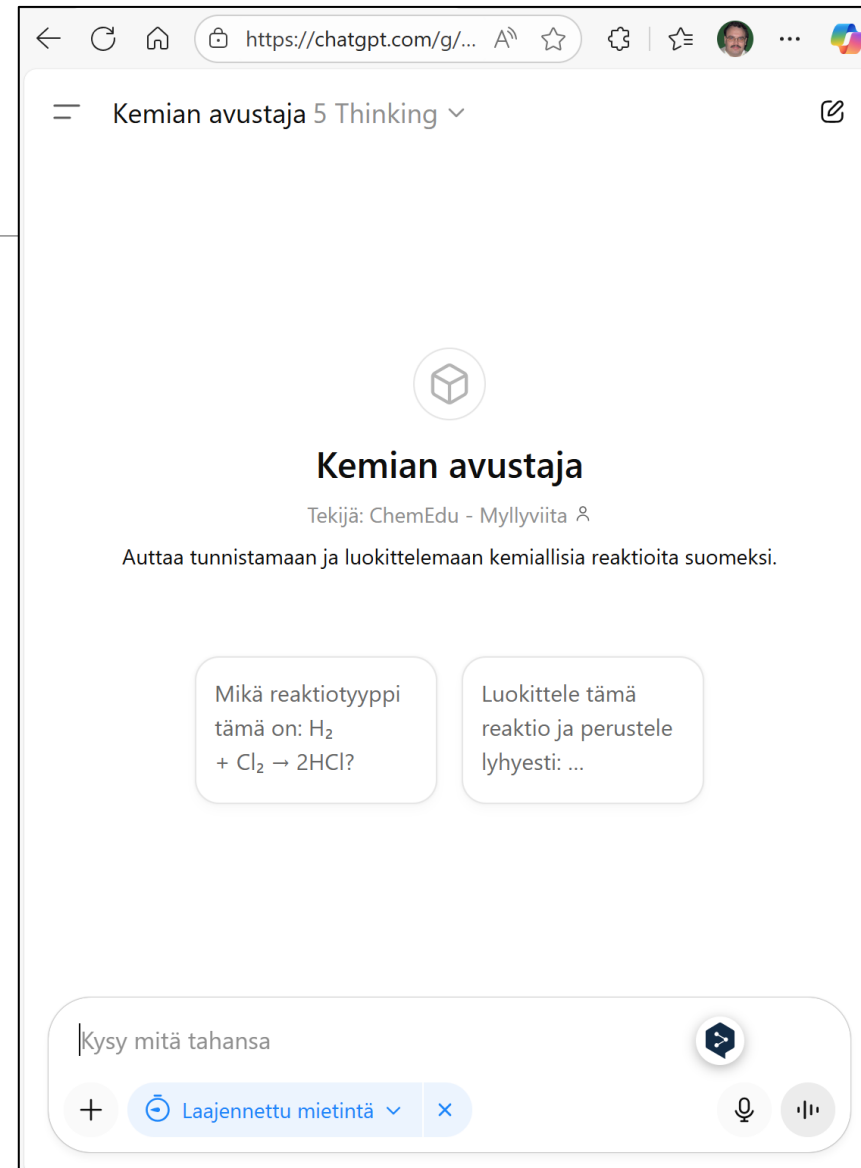
- Alkuaineiden esiintyminen:**
Kosmokemiassa selvitetään, mitä alkuaineita löytyy eri taivaankappaleista. Esimerkiksi meteoriiteista voidaan mitata rautaa, nikkeliä ja piitä.
- Isotoopit:**
Isotooppitutkimus kertoo, milloin ja missä aineet ovat muodostuneet. Esimerkiksi happea ja hiiltä esiintyy eri isotooppisuhteissa eri osissa aurinkokuntaa.
- Yhdisteet ja mineraalit:**
Meteoriiteista löytyy silikaatteja (pii + happi), metalliseoksia ja joskus orgaanisia molekyylejä. Näiden avulla voidaan päätellä, millaisissa olosuhteissa ne syntyivät.
- Kemialliset reaktiot avaruudessa:**
Tutkitaan, miten atomit ja molekyylit liittyvät yhteen tähtienvälisissä kaasupilvissä. Esimerkiksi vety ja hiili voivat muodostaa metaania (CH_4) tai monimutkaisempia orgaanisia yhdisteitä.

Tekoälyn käyttö

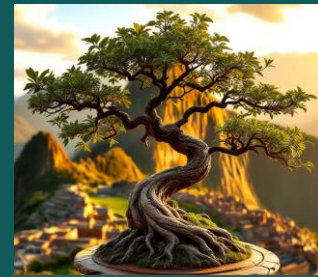
ChatGPT:lle on luotu oman kemian opetuksen tuki (lukion kemia) – **Kemian avustaja**

- Ohjattu antamaan vastauksia lukion oppimäärän mukaisesti

Kurssin aikana mm. aineisto- ja laskutehtäviin, työselostuksiin lisätään kuvaus siitä prosessista, miten lopputulos on saatu aikaiseksi (hyödyntäen tekoälyn chat-ominaisuutta)



Ohjeita tekoälyn mielekkääseen käyttöön



ChemEdu - Myllyviita

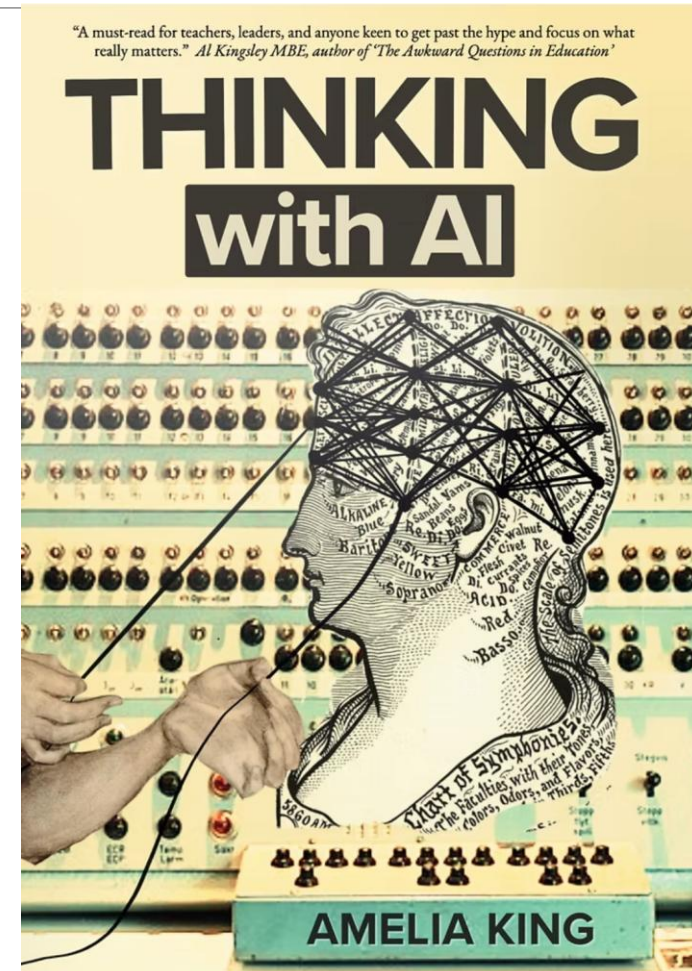
Kolme kysymystä ennen AI:n käyttöä

- Tarvitsenko asiassa tarkempaa selitystä
- Haluanko tekoälyn tarkastaa oman ajattelukulun?
- Nopeuttaako tekoälyn käyttö tässä minun opettamista?

Jos kokoat asioita listalle

- Laadi ensin oma lista ja sitten pyydä tekoälyä katsomaan puuttuuko jotain tai tekemään sama asia ja vertaile tuloksia
- Tekoäly täydentää ei luo valmista (joka ei välttämättä sitä ole) – vältä ”hallusinointia”

Mieti prompti (pyyntö tekoälylle) tarkkaan

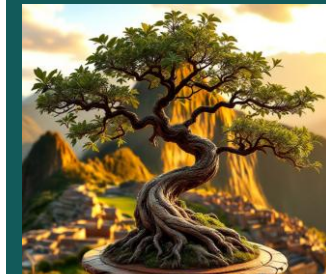


WolframAlpha – Integroitu ChatGTP:hen!

FROM THE MAKERS OF WOLFRAM LANGUAGE AND MATHEMATICA



Vanhemmassa versiossa



ChemEdu - Myllyviita

Enter what you want to calculate or know about

NATURAL LANGUAGE

MATH INPUT



EXTENDED KEYBOARD

EXAMPLES

UPLOAD

RANDOM

Chemistry

Chemistry is the study of matter, from individual atoms and ions to large biomolecules. With Wolfram|Alpha, you can explore data about chemical compounds, the reactions they undergo, solubility and chemical graph theory. It also has information about chemical quantities, unit conversion, molarity calculations and stoichiometry. Use Wolfram|Alpha to answer your chemistry questions, whether they are for homework or general curiosity.

Chemical Elements >

Use Wolfram|Alpha to explore the elements of the periodic table.

Find the number of elements:

how many elements in the periodic table =

Get information about a chemical element:

carbon =

Find elements meeting given criteria:

10 densest elements =

Molecules >

Search for chemicals by name, chemical formula or other identifier.

Get information about a chemical compound:

H2SO4 =

Specify a compound by chemical identifier:

InChI=1/C8H8O3/c1-11-8-4-6(5-9)2-3-7(8)10/h2-5,10H,1H3 =

Compare different organic chemicals:

oxalyl dihydrazide vs N,N-di-N-butylformamide =

GO FURTHER



Step-by-Step Solutions for **Chemistry**



Step-by-Step Solutions for **Chemical Solutions**

RELATED EXAMPLES

Isotopes

ChatGPT 5.2 Thinking

Uusi keskustelu

Hae keskusteluista

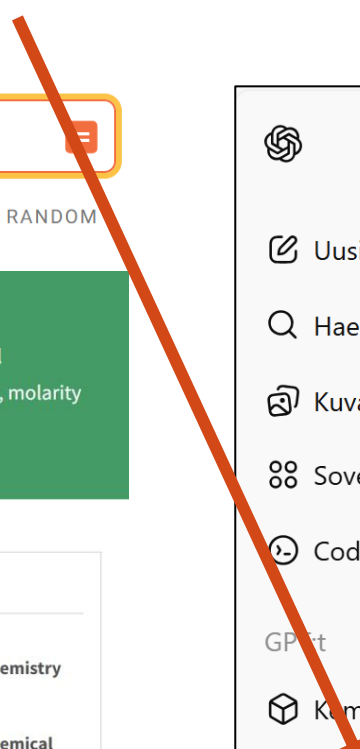
Kuvat

Sovellukset

Codex

Kemia avustaja

Wolfram



Ensimmäinen ja ainoa varoitus: Tekoälyn hallusinointi

Why Language Models Hallucinate

Adam Tauman Kalai*
OpenAI

Ofir Nachum
OpenAI

Santosh S. Vempala†
Georgia Tech

Edwin Zhang
OpenAI

September 4, 2025

Abstract

Like students facing hard exam questions, large language models sometimes guess when uncertain, producing plausible yet incorrect statements instead of admitting uncertainty. Such “hallucinations” persist even in state-of-the-art systems and undermine trust. We argue that language models hallucinate because the training and evaluation procedures reward guessing over acknowledging uncertainty, and we analyze the statistical causes of hallucinations in the modern training pipeline. Hallucinations need not be mysterious—they originate simply as errors in binary classification. If incorrect statements cannot be distinguished from facts, then hallucinations in pretrained language models will arise through natural statistical pressures. We then argue that hallucinations persist due to the way most evaluations are graded—language models are optimized to be good test-takers, and guessing when uncertain improves test performance. This “epidemic” of penalizing uncertain responses can only be addressed through a socio-technical mitigation: modifying the scoring of existing benchmarks that are misaligned but dominate leaderboards, rather than introducing additional hallucination evaluations. This change may steer the field toward more trustworthy AI systems.

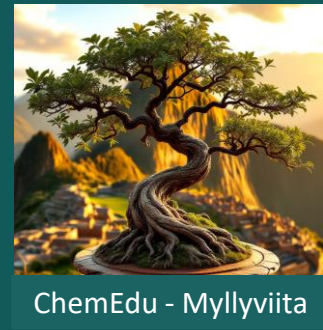
1 Introduction

Language models are known to produce overconfident, plausible falsehoods, which diminish their utility and trustworthiness. This error mode is known as “hallucination,” though it differs fundamentally from the human perceptual experience. Despite significant progress, hallucinations continue to plague the field, and are still present in the latest models (OpenAI, 2025a). Consider the prompt:

What is Adam Tauman Kalai’s birthday? If you know, just respond with DD-MM.

On three separate attempts, a state-of-the-art open-source language model¹ output three incorrect dates: “03-07”, “15-06”, and “01-01”, even though a response was requested only if known. The

Tekoälyn integroiminen kemian oppimiseen



1. Henkilökohtaiset oppimispolut

Adaptiiviset oppimisalustat: AI voi analysoida opiskelijoiden vahvuuksia ja heikkouksia luodakseen henkilökohtaisia oppimissuunnitelmia. Esimerkiksi Knewtonin ja Smart Sparrown kaltaiset alustat voivat säätää kemian tehtävien vaikeustasoa ja tyyppiä opiskelijan suorituksen perusteella.

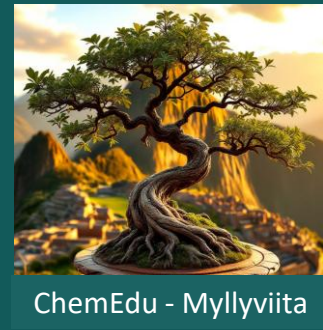
Älykkäät tutorjärjestelmät: AI-pohjaiset tutorit voivat tarjota yksilöllistä apua, tarjoten selityksiä, vihjeitä ja palautetta, jotka on räätälöity opiskelijan tarpeiden mukaan.

2. Virtuaaliset laboratoriot ja simulaatiot

Interaktiiviset simulaatiot: AI voi mahdollistaa virtuaaliset laboratoriot, joissa opiskelijat voivat suorittaa kokeita simuloidussa ympäristössä, mikä auttaa ymmärtämään monimutkaisia käsitteitä ilman fyysisiä laboratoriovälineitä.

Reaaliaikainen palaute: AI voi tarjota välitöntä palautetta virtuaalilaboratoriossa suoritetuista kokeista, auttaen opiskelijoita oppimaan virheistään heti.

Tekoälyn integroiminen kemian oppimiseen



3. Luonnollisen kielen käsittely (NLP)

Automatisoitu arviointi: AI voi arvioida kemian tehtäviä ja kokeita, erityisesti objektiivisia kysymyksiä, vähentäen opettajien työtaakkaa ja tarjoten välittömät tulokset opiskelijoille.

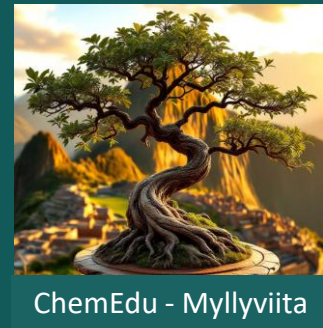
Kielen kääntäminen: NLP voi auttaa kääntämään monimutkaisia kemian tekstejä ja terminologiaa yksinkertaisemmalle kielelle tai eri kielille, tehden oppimisesta saavutettavampaa.

4. Datan analysointi ja visualisointi

Big Data -analytiikka: AI voi analysoida suuria tietomassoja kokeista, tutkimuspapereista ja opiskelijoiden suorituksista löytääkseen trendejä, kuvioita ja oivalluksia, jotka voivat parantaa oppimista ja tutkimusta.

Visuaaliset apuvälineet: AI voi luoda dynaamisia visualisointeja kemiallisista rakenteista, reaktioista ja prosesseista, tehden abstrakteista käsitteistä helpommin ymmärrettäviä.

Tekoälyn integroiminen kemian oppimiseen



5. Sisällön luominen ja parantaminen

Älykäs sisällön luominen: AI voi auttaa luomaan opetussisältöä, kuten interaktiivisia oppikirjoja, visailuja ja videoita, jotka on räätälöity eri oppimistavoille ja tasoille.

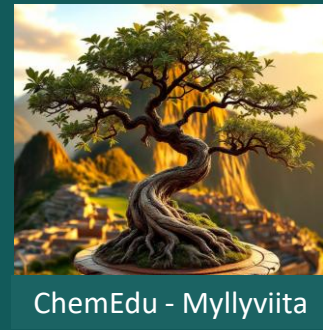
Sisällön parantaminen: AI voi ehdottaa lisäresursseja ja opiskelumateriaaleja opiskelijan edistymisen ja kiinnostuksen kohteiden perusteella.

6. Tutkimusavustaja

Kirjallisuuskatsaus: AI-työkalut voivat auttaa opiskelijoita ja tutkijoita löytämään relevantteja kemian tutkimuspapereita ja tiivistämään keskeiset löydökset.

Kemiallisten yhdisteiden analyysi: AI voi ennustaa kemiallisten yhdisteiden ominaisuuksia, ehdottaa synteesireittejä ja analysoida kokeellisia tietoja, tukien edistynyttä tutkimusta.

Tekoälyn integroiminen kemian oppimiseen



7. Yhteistyö ja viestintä

Virtuaaliset opintoryhmät: AI voi helpottaa opintoryhmien muodostamista opiskelijoiden kiinnostuksen kohteiden ja akateemisten tarpeiden perusteella, tarjoten alustan yhteistyölle ja keskustelulle.

AI-chatbotit: Nämä voivat vastata yleisiin kemian kysymyksiin, muistuttaa tehtävistä ja auttaa hallinnollisissa tehtävissä, parantaen opiskelijoiden sitoutumista ja tukea.

8. Lisätty todellisuus (AR) ja virtuaalitodellisuus (VR)

Immersiivinen oppiminen: AI-ohjatut AR- ja VR-ympäristöt voivat luoda immersiiivisiä ympäristöjä, joissa opiskelijat voivat tutkia molekyyliarakenteita ja kemiallisia reaktioita 3D-muodossa, tarjoten syvemmän ymmärryksen tilallisista suhteista ja dynaamisista prosesseista.

Tekoälyn integroinnin neljä pilaria



1. Tuntien valmistelu

Sisällön luominen ja kehittäminen - Opetussuunnitelman kehityksen tuki

2. Tuntien aikana

Reaaliaikaisen demonstraation tuki - Mukautuva opetus työkaluja

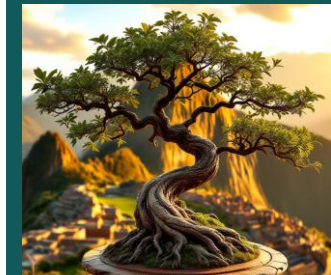
3. Oppilaiden vuorovaikutus

Yksilöllistetty ohjausjärjestelmät - Yhteistyö oppimisen tuki

4. Arviointi

Automaattiset arvostelujärjestelmät - Jatkuvan palautteen mekanismit

Tuntien valmistelu tekoälyllä



ChemEdu - Myllyviita

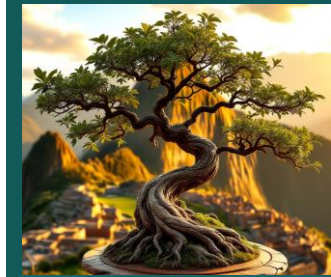
Luo harjoitustehtäviä: Luoda tehtäväkokonaisuuksia vaihtelevilla vaikeustasoilla

Kehittää todellisia yhteyksiä: Yhdistää kemian käsitteet ajankohtaiseen tapahtumiin ja arkeen

Luoda visuaalisia analogioita: Luoda metaforia abstrakteille käsitteille kuten elektronipilvet ja kemialliset sidokset

Mukauttaa oppimistavoille: Useita selityksiä erilaisille oppijoille

Tuntien valmistelu tekoälyllä



ChemEdu - Myllyviita

Jaottele oppimistavoitteet: Tekoäly ehdottaa aiheiden loogista etenemistä ennakkotietojen perusteella

Tunnista tietämyksen aukot: Analysoi oppilaiden suoritusdataa ja suosittele alueita, jotka tarvitsevat vahvistusta

Luo jaettuja oppimissuunnitelmia: Generoi vaiheittaisia lähestymistapoja monimutkaisiin aiheisiin kuten tasapaino

Poikkitieteelliset yhteydet: Tunnistaa yhteydet kemian ja fysiikan, biologian ja matematiikan välillä

Tehtävä 2

Valitse joku teema, mistä haluat rakentaa oppitunnin (hyödyntämällä jotakin tekoälytyökalua).

Laadi ensin omasta mielestä sopiva prompti (toimeksianto) kyseisestä teemasta ja siitä, mitä tarvitse oppitunnin läpivientiin (tuntisuunnitelma, ennakkokäsityksien kokoaminen, teemaan liittyvät virhekäsitykset, mahdolliset kokeellisen työn tai demonstraation työohjeet tai valmis video, ...).

Voit myös pyytää tekoälyä testaamaan ja parantamaan antamaasi promptia ennen varsinaista tehtävän antoa.

Mitkä ovat lukiolaisten yleiset virhekäsitykset atomien rakenteesta?



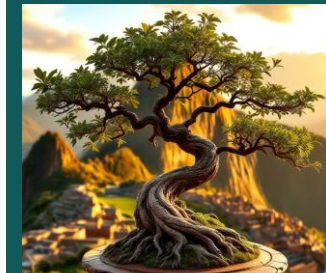
Jotkut yleiset virhekäsitykset, joita lukiolaisilla saattaa olla atomien rakenteesta, ovat seuraavat:

1. Atomit ovat pieniä ja kiinteitä hiukkasia: Lukiolaiset saattavat kuvitella atomit pieniksi ja kiinteiksi hiukkasiksi, kuten pieninä palloina. Todellisuudessa atomit koostuvat ytimistä ja elektroniverhoista, eikä niitä voida tarkasti kuvata pieninä kiinteinä hiukkasina.
2. Atomin ytimessä on yksi protoni ja yksi elektroni: Lukiolaiset saattavat ajatella, että atomin ytimessä on vain yksi protoni ja yksi elektroni. Todellisuudessa atomin ytimessä voi olla eri määrä protoneja ja neutroneja, ja elektronit sijaitsevat elektroniverhoissa ytimen ympärillä.
3. Elektronit liikkuvat radiaalisilla radoilla ytimen ympärillä: Lukiolaiset saattavat kuvitella, että elektronit liikkuvat radiaalisilla radoilla ytimen ympärillä samalla tavalla kuin planeetat aurinkoa ympäröivät. Todellisuudessa elektronit sijaitsevat todennäköisyysalueilla, jotka kuvastavat elektronien todennäköisimpiä sijainteja atomissa.
4. Atomin koko määräytyy elektronien määrän perusteella: Lukiolaiset saattavat uskoa, että atomin koko määräytyy pelkästään sen elektronien määrän perusteella. Todellisuudessa atomin koko määräytyy useista tekijöistä, kuten elektronien määrästä, elektroniverhojen sijainnista ja atomiytimen koosta.
5. Kaikki atomit saman alkuaineen sisällä ovat täysin identtisiä: Lukiolaiset saattavat ajatella, että kaikki atomit saman alkuaineen sisällä ovat täysin identtisiä. Todellisuudessa atomit saman alkuaineen sisällä voivat vaihdella hieman massa- ja isotooppikoostumukseltaan, mikä johtuu erilaisista neutronien määrästä ytimessä.

Nämä ovat joitakin yleisiä virhekäsityksiä, jotka lukiolaisilla voi olla atomien rakenteesta. Kemian opetuksessa pyritään korjaamaan näitä virhekäsityksiä ja edistämään oikeaa ymmärrystä atomien rakenteesta ja ominaisuuksista.

Tekoäly ryhmän työskentelyn tukena: Ajatuksia, kokemuksia ja eilisen ITK-webinaarin materiaalit: <https://www.matleenalaakso.fi/2025/10/tekoaly-ryhman-tyoskentelyn-tukena.html>

#ITK2025 #tekoäly #ryhmätyö #digipeda



ChemEdu - Myllyviita

Tekoäly ryhmän tukiälynä



Kaikki tarvitsevat tekoälylukutaitoa.



Ihmiset aloittavat: suunnitelma, kirjoitus, ideariihi, infograafi tms. (vähintään luonnos).



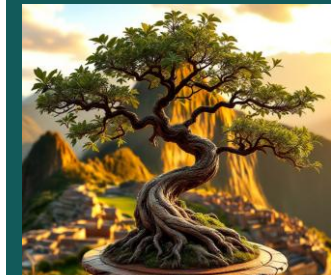
Kutsutaan tekoäly antamaan palautetta, tiivistämään, täydentämään, haastamaan, kysymään yms.



Voitte jatkaa yhteismuokkausta tekoälyn avulla.

Kuvitus: Napkin.ai

Tekoäly tuntien aikana



ChemEdu - Myllyviita

Virtuaaliset laboratoriosimulaatiot: Turvallisia, virtuaalisia kokeita käyttämällä tekoälykäyttöisiä alustoja kuten Labster

Interaktiivinen molekyyli mallinnus: 3D-visualisointia käyttämällä työkaluja kuten ChemSketch tai Avogadro

Välitön reaktiotehostukset: Ennustaa kemiallisten reaktioiden tuotteita

Älykkään taulun tunnistus: Tekoälytyökalut tunnistavat oppilaiden piirtämät kemialliset rakenteet

Reaaliaikainen käännös: Tukea monikielisille luokkahuoneille ja oppilaille eri kielitaustalla

ChatGPT ja Wolfram Alfa



ChemEdu - Myllyviita



Wolfram

Tekijä: wolfram.com 

Access computation, math, chemistry, curated knowledge & real-time data from Wolfram|Alpha and Wolfram Language; from the makers of Mathematica.

Plot the intersection of $x^2+y^2<1$ and $y>x$ with Wolfram...

get zodiac constellations visible from...

Show me recent earthquakes in Indonesia

How has the dollar-euro conversion changed recently?

WolframAlpha – Integroitu ChatGTP:hen!



FROM THE MAKERS OF WOLFRAM LANGUAGE AND MATHEMATICA

WolframAlpha

Enter what you want to calculate or know about

NATURAL LANGUAGE MATH INPUT EXTENDED KEYBOARD EXAMPLES

Chemistry

Chemistry is the study of matter, from individual atoms and ions to large biomolecules. With Wolfram|Alpha, you can explore data about chemical compounds, the reactions they undergo, solubility and chemical graph theory. It also has information about chemical quantities, unit conversion calculations and stoichiometry. Use Wolfram|Alpha to answer your chemistry questions, whether they are for homework or general curiosity.

Chemical Elements >

Use Wolfram|Alpha to explore the elements of the periodic table.

Find the number of elements:

how many elements in the periodic table =

Get information about a chemical element:

carbon =

Find elements meeting given criteria:

10 densest elements =

Molecules >

Search for chemicals by name, chemical formula or other identifier.

Get information about a chemical compound:

H2SO4 =

Specify a compound by chemical identifier:

InChI=1/C8H8O3/c1-11-8-4-6(5-9)2-3-7(8)10/h2-5,10H,1H3 =

Compare different organic chemicals:

oxalyl dihydrazide vs N,N-di-N-butylformamide =

GO FURTHER

Step-by-Step Solutions for **Chemistry**

Step-by-Step Solutions for **Chemical Solutions**

RELATED EXAMPLES

Isotopes



ChatGPT 5.2 Thinking

Uusi keskustelu

Hae keskusteluista

Kuvat

Sovellukset

Codex

GPT:t

Kemian avustaja

Wolfram

Tekoäly tuntien aikana



ChemEdu - Myllyviita

Dynaaminen vaikeusmuutos: Tekoälyjärjestelmät, jotka säätävät kysymysten ja vastausten monimutkaisuutta vastausten perusteella

Interaktiivinen pelillistäminen: Tekoälykäyttöisiä oppimispelejä kuten Kahoot kemian käsitteille

Virtuaalitodellisuuskemia: VR-kokemuksia tekoälygeneroidulla sisällöllä molekyylien syväsukellukseen

Älykkäät interaktiiviset elementit: Tekoälyparannettuja jaksollisia järjestelmiä ennustavilla ominaisuuksilla

Minimax hakee jaksolliset järjestelmät



ChemEdu - Myllyviita

 **MINIMAX**

New Task

Gallery

Task History

How to use AI in high ... Pro

How to use AI in ...

Olen vastaanottanut pyyntösi

Thinking Process 1.32s >

I'll search for AI-enhanced periodic tables and interactive tools on the internet.

Completed Web Search artificial intelligence periodic table machine learning chemistry

Completed Web Search smart periodic table AI prediction properties elements

Completed Web Search AI enhanced periodic table interactive tools 2025

Thinking Process 0.47s >

Completed Web Search AI periodic table visualization tools chemistry students

Completed Web Search smart chemistry periodic table machine learning element data

Completed Web Search interactive periodic table AI properties prediction online tool

Thinking Process 0.99s >

<https://ai.varsitytutors.com/tools/periodic-table/>

<https://www.pageon.ai/blog/elemental-chart-ai>

<https://labdeck.com/interactive-periodic-table/>

...

To-dos

Enter your request...

MCP

Pro

MiniMax's Window

Current Process | Files

Ongoing Web Content Extraction

<https://labdeck.com/interactive-periodic-table/>

<https://ai.varsitytutors.com/tools/periodic-table>

Extract detailed information about AI-powered interactive periodic table features and capabilities

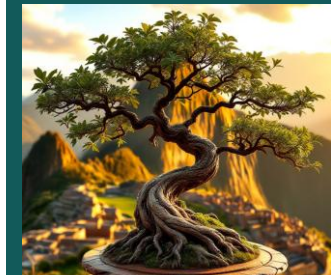
<https://www.pageon.ai/blog/elemental-chart-ai>

Extract information about how AI is transforming the periodic table in 2025

<https://labdeck.com/interactive-periodic-table/>

Extract information about the interactive periodic table with detailed element properties

Tekoäly tuntien aikana



ChemEdu - Myllyviita

Lisätty todellisuus laboratoriossa: Digitaalisen tiedon kerrostaminen fyysisten laboratoriolaitteiden päälle

Tekoäly ohjaus chatbotit: 24/7 saatavuus oppilaiden kysymyksiin luokan ulkopuolella

Ennustava sisällön toimittaminen: Tekoäly, joka ehdottaa relevantteja aiheita oppilaiden kiinnostusten perusteella

Virtuaaliset kemian laboratoriot: Turvallista kokeilua vaarallisilla materiaaleilla

Älykkäät palautteiden järjestelmät: Välitön korjaus ja selitykset tuntien aikana

[←](#)
[↺](#)
[🏠](#)
<https://chatgpt.com/gpts/editor/g-690102e500108191981a84da7e65ba05>
🔊
☆
⚙️
🔖
👤
...
🌈

<
🌀
Kemian avustaja
• Luonnos
Luo

Luo

Määritä

Tämä avustaja voisi keskittyä kemiallisten reaktioiden tyyppien tunnistamiseen ja luokitteluun.

Nyt Kemian avustaja keskittyy kemiallisten reaktioiden tyyppien tunnistamiseen ja luokitteluun. Voit kokeilla GPT:tä esikatselussa kirjoittamalla reaktion tai kysymyksen.

Haluatko vielä muuttaa tyyliäni tai jotain tapaa, jolla vastaan?

↓

Kysy mitä tahansa

+

🕒 Laajennettu mietintä ▾

×

🎤

↑

Esikatselu

Malli 5 Thinking ▾

📦

Kemian avustaja

Auttaa tunnistamaan ja luokittelemaan kemiallisia reaktioita suomeksi.

Mikä reaktiotyyppi tämä on: $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$?

Luokittele tämä reaktio ja perustele lyhyesti: ...

Onko tämä redox-reaktio?

Mitä tuotteita tästä reaktiosta syntyy?

Kysy mitä tahansa

+

🕒 Laajennettu mietintä ▾

×

🎤

↑



Oman GPT:n/agentin luominen



ChemEdu - Myllyviita

← ↻ 🏠 <https://chatgpt.com/gpts/mine> A ☆ ⚙️ ☆ 👤 ... 🌈

= Tutustu GPT:ihin ...

📁

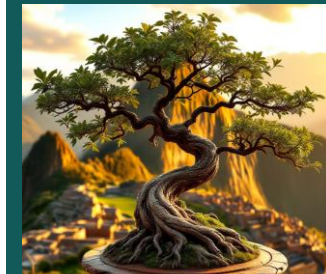
Omat GPT:t

+

Luo GPT
Customize a version of ChatGPT for a specific purpose

Kemian avustaja •
Auttaa tunnistamaan ja luokittelemaan kemiallisia reaktioita suomeksi.
🔒 Vain minä

...



ChemEdu - Myllyviita

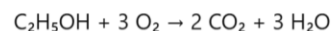
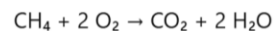
Minkä reaktioiden yhtenä lopputuotteena on vesi-molekyyli?

Mietti 33s >

Hyvä nyrkkisääntö: vettä (H_2O) syntyy tuotteeksi aina, kun reaktiossa yhdistyy " $\text{H}^+ + \text{OH}^-$ " tai kun kaksi molekyyliä liitetään toisiinsa kondensaatiolla (poistetaan H ja OH). Tässä yleisimmät reaktiotyypit ja esimerkit:

1. Palaminen (oksidaatio)

- Hiilivedyt/alcoholit:



- Vedyn palaminen: $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$

2. Happo-emäs-neutralaatio

- Vahva happo + hydroksidi: $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
- Happo + emäsoksidi: $2 \text{HCl} + \text{Na}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
- Happo + karbonaatti/bikarbonaatti: $2 \text{HCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2 \text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

3. Kondensaatioreaktiot ("vedenpoistoreaktiot")

- Esteröityminen: $\text{RCOOH} + \text{R}'\text{OH} \rightleftharpoons \text{RCOOR}' + \text{H}_2\text{O}$
- Amidointi (happo + amiini): $\text{RCOOH} + \text{R}'\text{NH}_2 \rightleftharpoons \text{RCONHR}' + \text{H}_2\text{O}$
- Anhydridin muodostus: $2 \text{RCOOH} \rightleftharpoons (\text{RCO})_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$
- Asetaalin muodostus: $\text{R}_2\text{C}=\text{O} + 2 \text{R}'\text{OH} \rightleftharpoons \text{R}_2\text{C}(\text{OR}')_2 + \text{H}_2\text{O}$
- Iminin (Schiffin emäksen) muodostus: $\text{R}_2\text{C}=\text{O} + \text{R}'\text{NH}_2 \rightleftharpoons \text{R}_2\text{C}=\text{NR}' + \text{H}_2\text{O}$
- Aldolikondensaation dehydratoitumisvaihe: $\beta\text{-hydroksikarbonyyli} \rightarrow \alpha,\beta\text{-tyydyttymätön karbonyyli} +$

4. Eliminaatio: alkoholien dehydratoituminen

- $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}$ (H_2SO_4 , lämpö)

5. Kondensaatiopolymerisaatiot

- Polyesterit: dioli + dikarboksylihappo $\rightarrow$ polyesteri + $n \text{H}_2\text{O}$
- Polyamidit: diamiini + dikarboksylihappo $\rightarrow$ polyamidi + $n \text{H}_2\text{O}$

6. Redox: metallioksidin pelkistys vedyllä

- $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ (yleisesti: $\text{MO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{M} + \text{H}_2\text{O}$)

7. Hydrattien hajoaminen (lämmitys)

- $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 + 5 \text{H}_2\text{O}$

Huomaa: hydrolyysit ovat päinvastaisia (ne kuluttavat vettä). Jos haluat, voin luokitella tietyn reaktioyhtälön puolestasi ja kertoa miksi siinä syntyy vettä.



Kysy mitä tahansa

+ Laajennettu mietintä ▾



Mikä näistä kuuluu lukion oppimäärään?

Mietti 31s >

Lyhyesti näin (suomalainen lukion kemia, LOPS-tasolla):

Kuuluu selvästi

- 1) **Palaminen** – hiilivedyt/alkoholit/vedyn palaminen.
- 2) **Happo–emäs-neutralointi** – myös happo + karbonaatti →
- 3) **Kondensaatiot: esteröityminen** (happo + alkoholi → ester)
- 5) **Kondensaatiopolymerisaatiot** – periaate ja esimerkit (poly)
- 6) **Redox** – esim. $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$.
- 7) **Hydraattien hajoaminen** – kiteisen veden poisto (esim. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

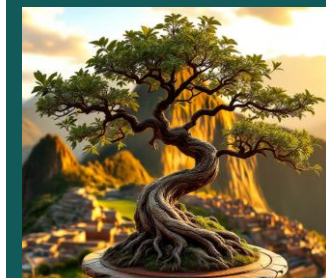
Usein mainitaan / pintatasolla

- 4) **Eliminaatio (alkoholin dehydratoituminen)** – idea orgaanisissa reaktioissa pakollisia.
- 3) **Amidointi peptidisidoksen muodostuksena** biokemiassa (proteiinien muodostus)

Yleensä oppimäärän ulkopuolella

- 3) **Anhydridin muodostus, asetaalit, iminit, aldolikondensaatit** – korkeakoulu/erikoiskemiaa.

Haluatko pikku taulukon + esimerkkitehtävät joka otsikosta?



ChemEdu - Myllyviita

Mietti 52s >

Tässä koontitaulukko. Sarake **“Lukio”** kertoo, miten asia yleensä käsitellään suomalaisessa lukiossa.

Reaktiotyyppi	Yleinen muoto	Esimerkkireaktio	Miksi syntyy H_2O	Lukio
Palaminen	$\text{polttoaine} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	$\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$	Vety polttoaineessa hapettuu → H_2O	Kuuluu
Vedyn palaminen	$2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$	$2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$	Suora yhdistyminen	Kuuluu
Happo–emäs-neutralointi	$\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$	$\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$	H^+ ja OH^- yhdistyvät	Kuuluu
Happo + karbonaatti	$\text{happo} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	$2 \text{HCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2 \text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	Hiilihappo hajoaa CO_2 :ksi + H_2O :ksi	Kuuluu
Esteröityminen (kondensaatio)	$\text{RCOOH} + \text{R}'\text{OH} \rightleftharpoons \text{RCOOR}' + \text{H}_2\text{O}$	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$	–OH (haposta) + –H (alkoholista) poistuvat	Kuuluu
Kondensaatiopolymerisaatio	$\text{dihappo} + \text{dioli} \rightarrow \text{polyesteri} + \sim n \text{H}_2\text{O}$	$\text{HOOC-R-COOH} + \text{HO-R}'\text{-OH} \rightarrow [-\text{O-R}'\text{-O-C(=O)-R-C(=O)-}]_n + \sim n \text{H}_2\text{O}$	Jokainen sidoksen muodostus vapauttaa H_2O :n	Kuuluu (periaate)
Redox: metallioksidi + H_2	$\text{MO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{M} + \text{H}_2\text{O}$	$\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$	Oksiidiin sitoutunut O siirtyy vedylle	Kuuluu
Hydraatin hajoaminen	$\text{suola} \cdot x\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{suola} + x \text{H}_2\text{O}$	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 + 5 \text{H}_2\text{O}$	Kiteinen vesi poistuu	Kuuluu



Tekoäly oppilaiden vuorovaikutuksessa



ChemEdu - Myllyviita

24/7 opintoavustaja: Tekoäly ohjaajat, jotka ovat saatavilla vastaamaan kemian kysymyksiin luokan ulkopuolella

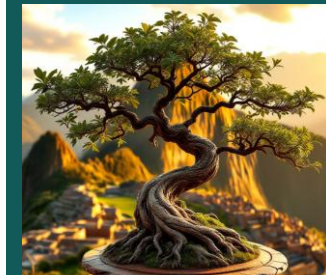
Virheen analysointi: Tekoäly analysoi oppilaiden töitä ja antaa erityistä palautetta väärinkäsityksistä

Oppimispolun mukauttaminen: Generoi yksilöllisiä opintosuunnitelmia vahvuuksien ja heikkouksien perusteella

Mukautuva kysymysten generointi: Luo kysymyksiä, jotka haastavat oppilaita heidän nykyisellä tasollaan

Edistymisen seuranta: Tekoälyjärjestelmät, jotka juhlivat saavutuksia ja kannustavat sinnikkyyttä

Oman jaksollisen järjestelmän luominen (Minimax AI)



Interaktiivinen Jaksollinen Järjestelmä

Klikkaa mitä tahansa alkuainetta nähdäksesi lisätietoja ja avataksesi Wikipedia-artikkelin

Alkuainekategoriat

- Alkalimetalli
- Maa-alkalimetalli
- Siirtymämetalli
- Post-siirtymämetalli
- Metalloid
- Ei-metalli
- Halogeeni
- Jalokaasu
- Lantanoid
- Aktinoidi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H Vety																	2 He Helium
2	3 Li Litium	4 Be Berylli...											5 B Boori	6 C Hiili	7 N Typpi	8 O Happi	9 F Fluori	10 Ne Neon
3	11 Na Natrium	12 Mg Magnesi...											13 Al Alumiini	14 Si Pii	15 P Fosfori	16 S Rikki	17 Cl Kloori	18 Ar Argon
4	19 K Kalium	20 Ca Kalsium	21 Sc Skandium	22 Ti Tiitaani	23 V Vanadii...	24 Cr Kromi	25 Mn Mangaani	26 Fe Rauta	27 Co Koboltti	28 Ni Nikkeli	29 Cu Kupari	30 Zn Sinkki	31 Ga Gallium	32 Ge Germani...	33 As Arseeni	34 Se Seleeni	35 Br Bromi	36 Kr Krypton
5	37 Rb Rubidium	38 Sr Stronti...	39 Y Yttrium	40 Zr Zirkoni...	41 Nb Niobium	42 Mo Molybde...	43 Tc Tekneti...	44 Ru Rutenium	45 Rh Rodium	46 Pd Palladi...	47 Ag Hopea	48 Cd Kadmium	49 In Indium	50 Sn Tina	51 Sb Antimon	52 Te Telluri...	53 I Jodi	54 Xe Xenon
6	55 Cs Cesium	56 Ba Barium		72 Hf Hafnium	73 Ta Tungsteni	74 W Volframi	75 Re Reni	76 Os Osmium	77 Ir Iridium	78 Pt Platina	79 Au Kultaa	80 Hg Elämetalli	81 Tl Thallium	82 Pb Lyijy	83 Bi Bismutti	84 Po Polonium	85 At Astatini	86 Rn Radon

Created by MiniMax Agent

Tehtävä 3

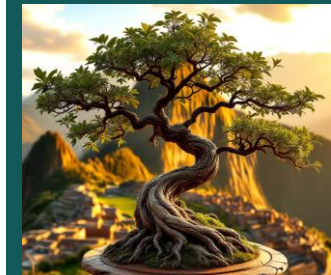
Tutustu Minimax AI –tekoälyyn (tee itsellesi käyttäjätunnus).

Mieti joku oma sovellus, jonka haluat tehdä kemian opetukseen (voit myös pohtia, mikä voisi olla sellainen sovellutus, jonka voisit pyytää opiskelijoita tekemään itselleen).

Toteuta ajatuksesi. Testaa promptin tuottama sovellus. Korjaa sitä muuttamalla promptia.

Valmistaudu esittelemään muille tuotoksesi.

Tekoäly oppilaiden vuorovaikutuksessa



ChemEdu - Myllyviita

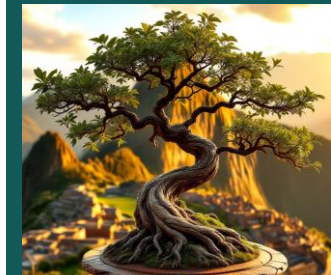
Yhteistyöoppimisen tuki: Tekoälytyökalut, jotka helpottavat ryhmätyötä ja vertaisoppimista

Tutkimusavustaja: Auttaa oppilaita löytämään luotettavia kemian resursseja ja arvioimaan niiden laatua

Saavutettavuusmukautukset: Tekstistä puheeksi oppilaille, joilla on lukemisvaikeuksia

Kognitiivisen kuorman hallinta: Jakaa monimutkaisia ongelmia hallittaviin vaiheisiin

Tekoäly arvioinnissa



ChemEdu - Myllyviita

Monivalinta ja yhdistäminen: Välitön arvostelu yksityiskohtaisilla selityksillä väärille vastauksille

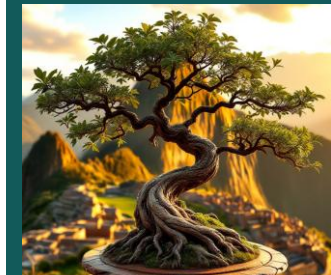
Lyhyen vastauksen arviointi: Tekoäly arvioi oppilaiden selityksiä ja antaa osittaisia pisteitä

Laboratorioraportin analysointi: Automaattista palautetta rakenteesta, tieteellisestä päättelystä ja kieliopista

Kuvaajan ja laskennan arviointi: Arvioi kaavioiden, laskelmien ja datainterpretointien tarkkuutta

Kirjoittamisen laadun arviointi: Arvioi tieteellistä kirjoittamista ja kemiallista nimeä

Suosittelut tekoälytyökalut



ChemEdu - Myllyviita

Ilmaiset/edulliset vaihtoehdot:

- ChatGPT/Bard: Sisällön generointi ja ohjaus
- Khan Academy AI: Integroitu kemian tuki
- PhET Interaktiiviset simulaatiot: Virtuaaliset laboratoriokokemukset
- ChemSketch: Ilmainen molekyylipiirtotyökalu

Premium-alustat:

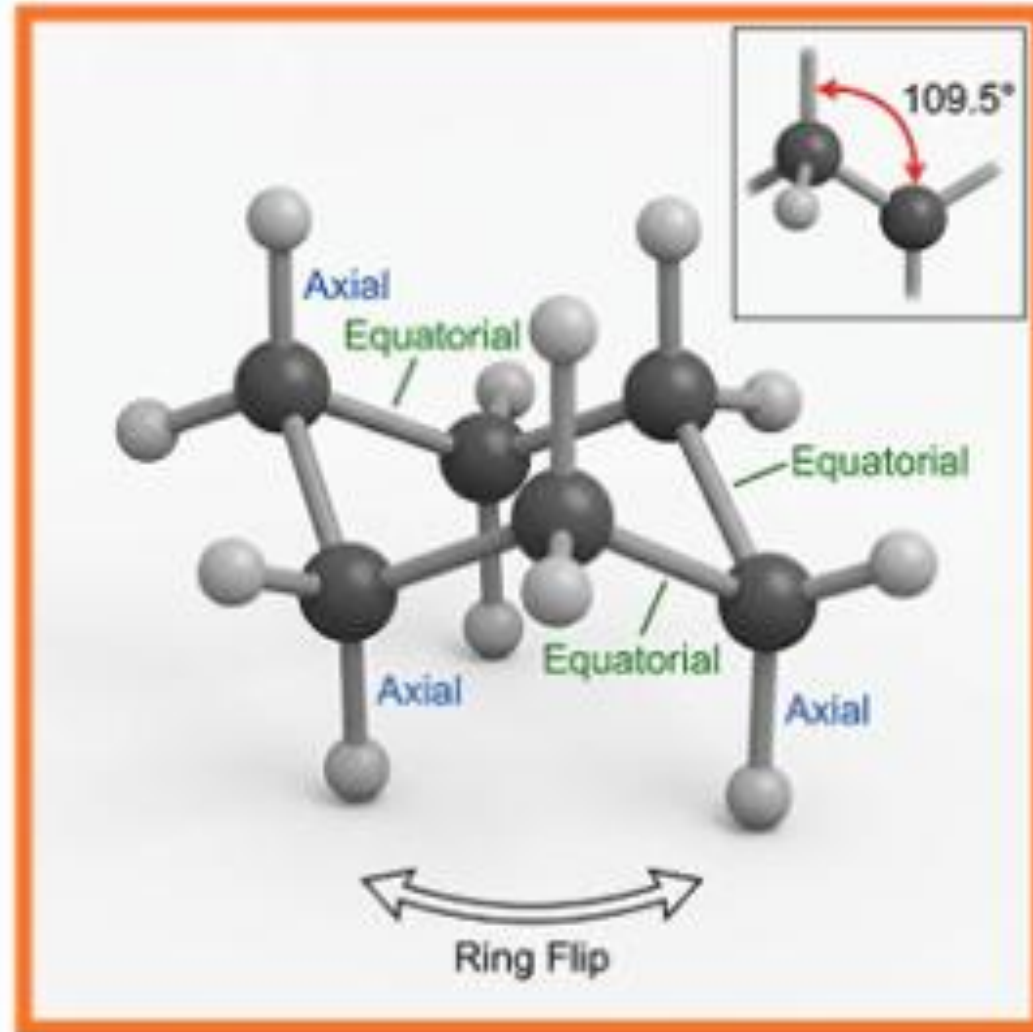
- Labster Virtuaaliset laboratoriot: Kattavat virtuaaliset laboratorio Experiences
- Cognito: Tekoälykäyttöinen kemian oppimisalusta
- Whiteboard AI: Interaktiivinen taulu kemian tunnistuksella
- EdPuzzle: Videopohjainen oppiminen sisäänrakennetuilla AI-kysymyksillä

Kotitehtävä

Seuraavaksi esitellään koko joukko erilaisia tekoälytyökaluja, joita voi ja kannattaa testaila (ennen kuin antaa niitä opiskelijoille tiedoksi).

Kemian opetuksessa erinomainen tekoälytyökalu – valitettavasti maksullinen – on GPAI.

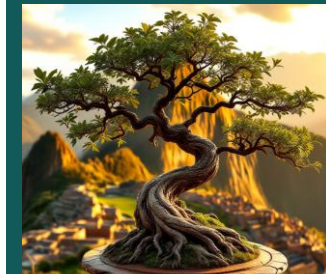
GPAI



Luonnontieteiden tekoälytyökalu



Publication-ready visuals, All the experts are using it.

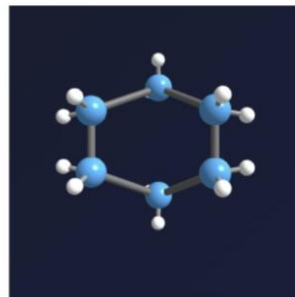


ChemEdu - Myllyviita

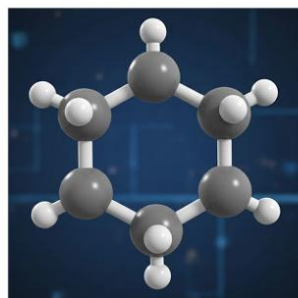
ChatGPT 5.2



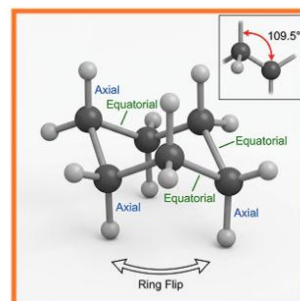
Claude opus 4.5



Gemini 3 Pro



GPAI



Prompt : A 3D representation of the chair conformation of a cyclohexane molecule

Gpai eli G(Π)



ChemEdu - Myllyviita

 gpai

 New problem

 AI Solver

 AI Visualizer

 AI Cheatsheet Builder

 AI Youtube Note

Recent

See all >

No items yet

AI Solver for
Chemistry

99.99% accurate. 100% free - unlimited.

Get a detailed solution

≡ Step-by-Step ▾



Cross-check with 

Pro mode ▾



Upload up to 5 files (JPG, PNG, PDF, DOCX, PPTX)

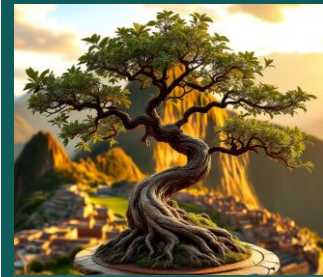
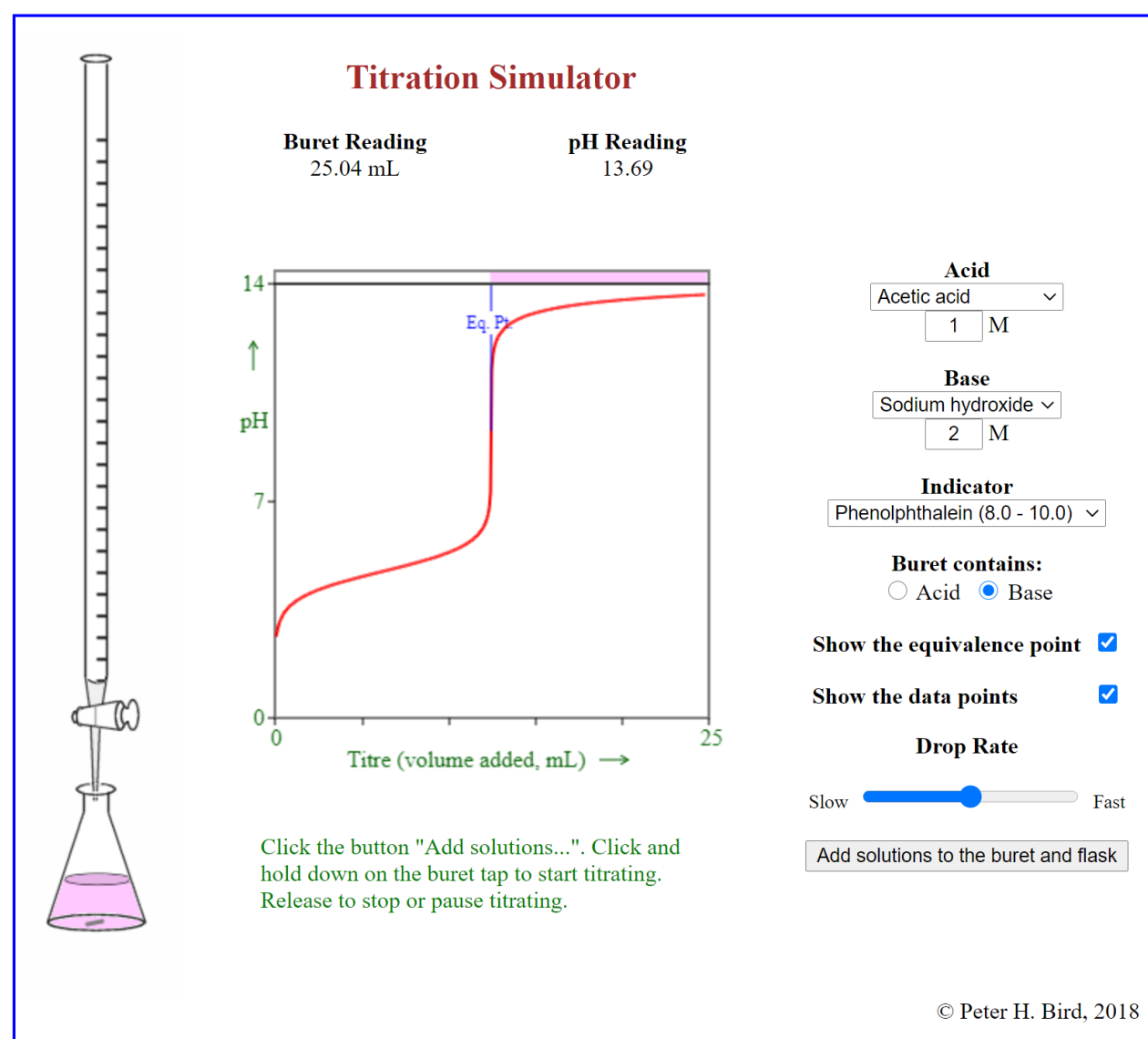
Max limit per file: 10MB

Titraus- simulaattori (happo-emästitrau

<https://mypage.concordia.ca/faculty/bird/javascript/titration/titration-js-v2.html>

tai

<https://chemcollective.org/vlab/download>



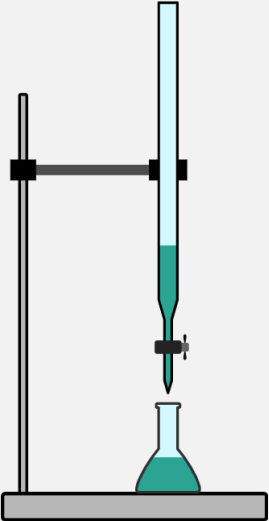
ChemEdu - Myllyviita

Reading	Buret (mL)	pH
1	0.18	2.37
2	25.04	13.70

Virtuaalititraus

← ↻ 🏠 <https://teachchemistry.org/simulations/2026/titration/> 🗂️ ☆ ⚙️ | ☆ 👤 ... 🌈 Keskustelu

Acid-Base Titration Simulation



35.00
mL added

Reset

Select solution to analyze:

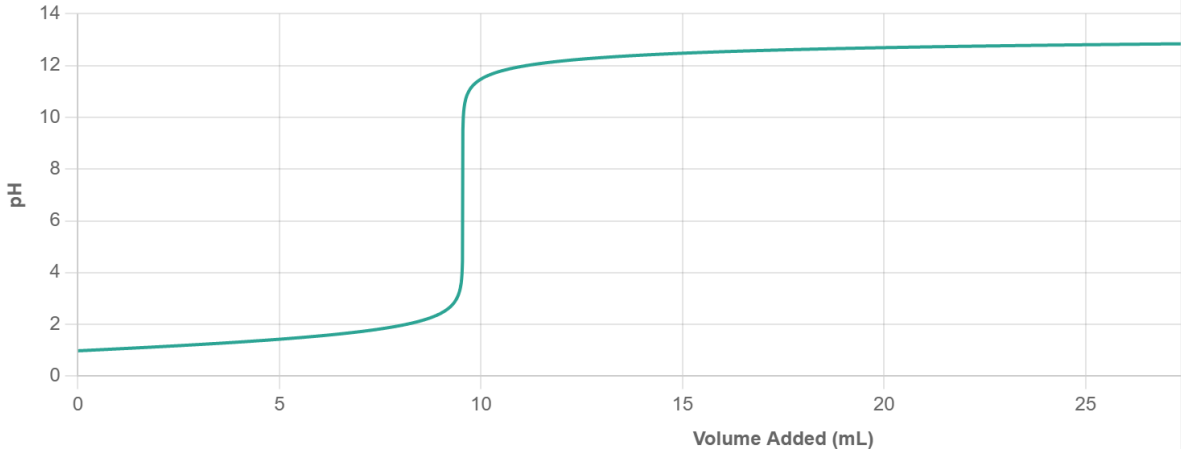
HCl

Select concentration of NaOH in buret:

0.165 M

Flask contents: HCl (15.0 mL)

Buret contents: 0.165M NaOH

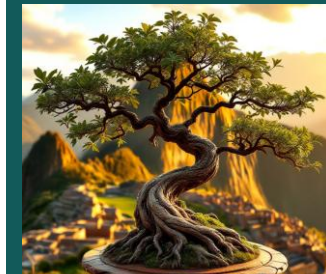


Calculate the unknown values:

Concentration of analyte (M):

0.000

Check Answer



ChemEdu - Myllyviita

Gemini (Google)

gemini.google.com/app

Käynnistä uudelleen ja päivitä

Uusi chat

Gemit

- Aivorihi
- Uravalmentaja
- Apua koodaukseen
- Lisää

Gemien hallinta

- Ohjeet
- Toiminta
- Asetukset

Helsinki, Suomi
Perustuu paikkoihisi (Koti) • Päivitä sijainti

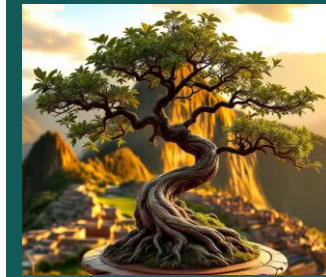
Gemini 2.0 Flash

- Gemini 2.0 Flash
Apua arkeen Uusi
- 2.0 Flash Thinking (experimental)
Käyttää edistynyttä päättelyä Uusi
- Deep Research
Perusteellisempia raportteja Uusi
- Gemini Advanced Päivitä

Hei Ari

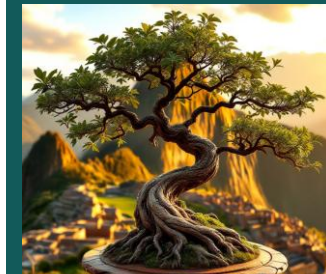
Kysy Geminiltä

+ Deep Research Canvas



ChemEdu - Myllyviita

JuliusAI



ChemEdu - Myllyviita

Use Cases ▾ Julius Docs Community Sign Up Sign In

Analyze your data with computational AI.

Chat with your files and get expert-level insights in seconds.

Try Julius AI >

Loved by over 1,200,000 users worldwide

HARVARD UNIVERSITY BCG Yale zapier Cal

Charts & Graphs

Create sleek looking data visualizations.

Try now →

Insights

Ask anything to your data, and get answers.

Advanced Analysis

Perform modeling and predictive forecasting.

Problem Solving

Scan-and-solve math, physics, and chemistry.

Reports

Generate polished analyses and summaries.

Show Code ▾

Here's the pairplot visualizing the relationships between the features of the Iris dataset, colored by species:

Perplexity

perplexity | Academic | Now | search history

New Thread Ctrl I

Home
Discover
Library
Sign in

Sign Up

search history

Sources

- Leveraging Search History for Improving Person-Job Fit
arxiv · 1
- SEARCH HISTORY «KHAN MOLASY» INSARAISHYK
semanticscholar · 2
- The Discoverers: A History of Man's Search to Know His World and...
semanticscholar · 3
- View 5 more

Answer

Search history plays a significant role in various fields, particularly in recruitment and evolutionary algorithms. Here are some key insights from recent studies regarding the utilization of search history:

Search History in Recruitment

- Improving Person-Job Fit:** A study introduced a model called Search History enhanced Person-Job Fit (SHPJF), which leverages search history to improve hiring efficiency. This model combines user behavior data from job searches with text content from job descriptions and resumes. It employs a BERT-based text encoder for semantic matching and uses intention modeling techniques based on user click sequences or query text sequences. The model also includes an intention clustering technique to summarize major job intentions from search logs, demonstrating effectiveness on a large recruitment dataset ¹.

Search History in Evolutionary Algorithms

the crossover process by utilizing historical data from previous generations of individuals. By clustering this search history and assigning scores to each cluster,

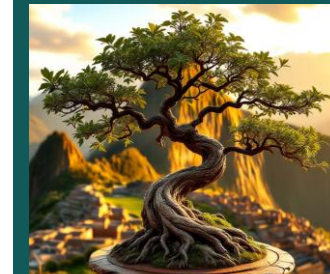
Search Images +
Search Videos +
Generate Image +

Try Pro
Upgrade for image upload, smarter AI, and more Pro Search.
Learn More

Download X

Sign in or create an account
Unlock Pro Search and History
Continue with Google
See all options (Apple, SSO) x

Cookie Policy
We use cookies to enhance your experience. By clicking "Accept All Cookies" or selecting "Necessary Cookies", you agree to our [privacy policy](#).
Necessary Cookies Accept All Cookies



ChemEdu - Myllyviita

DeepL - Translations



ChemEdu - Myllyviita

https://www.deepl.com/en/translator

DeepL Translator Products Solutions Pricing Apps

Log in Start free trial

Translate text 33 languages

Translate files .pdf, .docx, .pptx

DeepL Write AI-powered edits

Detect language Finnish Glossary

Type to translate.

Drag and drop to translate PDF, Word (.docx), PowerPoint (.pptx), and Excel (.xlsx) files with our document translator.

Click the microphone to translate speech.

Dictionary

The dictionary is unavailable for this language pair.

Pulmia – hallusinointia, virhe käsityksien lähde



ChemEdu - Myllyviita

<https://www.facebook.com/reel/1574082081087182>

Hiilidioksidi ja vesimolekyylien avaruusgeometrian ero,
VSEPR-teorian mukaan (mikä virhe animaatiossa on?)

ChatGPT ja lähteet

Tehtävätyypit, jossa tekoäly ei (vielä?) pärjää

Täysin avoin kysymys

“Pohdi miten voisimme ratkaista ilmastonmuutosta?”

Vajaa informaatio

“Miten voimme parantaa katalyyttien tehokkuutta ja valita sopivan katalyytin tiettyyn kemialliseen reaktioon?”

Ei näkyvyyttä sisältöön

Valitse lukemastasi kirjasta kaksi henkilöä. Kirjoita kirje henkilöltä toiselle valitsemasi kohtauksen jälkeen.

Tehtävän ideoinut: Marjaana Svala, Järvenpään lukio



TOT Tekoäly oppimisen tukena

Esa Riutta · 2 pv · 🌐



Voit viimein tuottaa tekoälyllä sisältöä jossa lähteet on merkitty 👉

<https://youtu.be/LoGu3QToMxk>

ChatGPT:n uusi verkkohakutoiminto nimittäin sisältää salaisen pikkukikan, joka on lähteiden merkitseminen. Voit joko pyytää tekoälyä suoraan tuottamaan lähteistetyt tekstiä, tai antaa tekoälylle oman tekstisi, johon tekoäly etsii lähteet.

Tälle on vaikka mitä käyttöä. Toki tämä avaa myös mahdollisuuden oppilaille kirjoittaa omat tekstinsä ja jälkikäteen löytää niihin väittämiä t... **Näytä lisää**



Esa Riutta - WebOpettaja

2 pv · 🌐

Tekoäly voi viimein tehdä sisältöä jossa lähteet on selvästi merkitty! 👉

<https://youtu.be/LoGu3QToMxk>

Tällä videolla näytän, miten ChatGPT:n uusi hakutoiminto ... **Näytä lisää**