Arbejdsspørgsmål til tema om CO2

På de følgende sider er der forslag til arbejdsspørgsmål til de fem artikler, der indgår i temaet [CO2 – problem og ressource fra Aktuel Naturvidenskab nr. 4/2023](https://aktuelnaturvidenskab.dk/find-artikel/nyeste-numre/4-2023).

Til hver sektion af spørgsmål er der link til den specifikke artikel, som spørgsmålene vedrører. For hvert spørgsmål er der krydset af, hvilke fag vi mener spørgsmålet er relevant for, så man nemt kan sortere i spørgsmålene afhængigt af hvilket fag, man bruger artiklen i.

Til sidst i dokumentet er der endvidere forslag til eksperimenter, man kan lave i tilknytning til arbejdet.

*Materialet er udarbejdet af Kim Bruun og Signe Clara Hansen, Viborg Gymnasium i forbindelse med projektet Brobygning på første række finansieret af Novo Nordisk Fonden.*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| KeB | BiA/B | GeB | BTA | Spørgsmål |
| [Energi og klimakrisen (Tema om CO2 -problem og ressource) (aktuelnaturvidenskab.dk)](https://aktuelnaturvidenskab.dk/find-artikel/nyeste-numre/4-2023/energi-og-klimakrisen) |
|  | x | x |  | Beskriv, hvorfor carbon-forbindelser er grundlaget for vores moderne civilisation, og gør jer overvejelser om, hvordan vi har skaffet carbon-forbindelser gennem tiden. Hvad har det mon betydet for disse ”lagre” af carbon-forbindelser? (kom her både ind på fossile og ikke-fossile kilder) |
|  |  | x |  | Forklar sammenhængen mellem udledning af CO2 og den globale opvarmning. Hvilke konsekvenser har denne opvarmning for vores eksistens-muligheder? |
|  |  | x |  | Beskriv Paris-aftalens målsætninger og gør rede for, hvor stor en margen af CO2-udledninger, vi har tilbage |
|  |  | x |  | Forklar begrebet ”overshoot”, og hvorfor det kan være en strategi at operere med dette i en periode |
|  |  | x |  | Forklar fig. 2 og kom her ind på* 1. Begrebet netto-nul
	2. Behovet for negative udledninger
	3. De fire scenarier og sammenhængen mellem størrelsen af scenariernes overshoot og behovet for efterfølgende negative udledninger
 |
|  |  | x |  | Forklar med udgangspunkt i illustrationen på s. 11 de måder, hvorpå vi kan opnå en reduktion i atmosfærens CO2-indhold og dermed mindske den globale opvarmning  |
| x | x | x | x | Opskriv reaktionsskemaerne for fotosyntese og respiration / forbrænding af organisk stof og redegør for, hvordan vi kan skaffe energi vha. biobrændstoffer. Diskuter hvilke typer af biobrændstoffer, der er mest fordelagtige at anvende. |
|  | x | x |  | Forklar begrebet netto-nul-udledninger og gør jer overvejelser over, i hvilke sektorer det er relevant  |
|  |  | x |  | Diskuter de udfordringer, der kan være ved at fremskaffe disse brændstoffer på en bæredygtig måde. I kan her både komme ind på aspekter af den økologiske, økonomiske og sociale bæredygtighed |
|  |  | x |  | Forklar begreberne vugge-til grav og vugge-til-vugge. Hvorfor er det nødvendigt at tænke hele produktets livscyklus ind, når man kigger på klimabelastningen af en bestemt aktivitet? |
|  | X | x |  | Forklar principperne bag BECCS (BioEnergy Carbon Capturn and Storage). Hvilke kritikpunkter kan der være i forhold til at anvende biomasse til energiproduktion, når teknikken medfører negativ udledning? |
| x |  | x |  | Forklar hvad der ligger i begrebet power-to-X. Diskuter udfordringen ved at skaffe vedvarende strøm nok til at dække verdens behov for grønne brændstoffer ud fra eksemplet med metanol til tung transport. Diskuter endvidere om der kan være negative miljømæssige konsekvenser forbundet med udbygningen af vedvarende energikilder (vindmøller, vandkraft, solceller mv.) |
|  |  | x |  | Diskuter hvorvidt vi kan opnå de nødvendige reduktioner i CO2-udledningen via en omstilling af energiforsyningen, eller det også vil kræve, at vi indretter vores liv og samfund på en anden måde? |
|  |  |  |  | Hvilken type uddannelse kan føre til at arbejde med denne problematik? |
| [Mikroorganismer omdanner menneskeskabt CO2 (Tema om CO2) (aktuelnaturvidenskab.dk)](https://aktuelnaturvidenskab.dk/find-artikel/nyeste-numre/4-2023/mikroorganismer-omdanner-menneskeskabt-co2) |
|  |
|  | X | X | X | Forklar hvordan man i biogasanlæg kan flytte energien fra biologiske affaldsprodukter, der ikke egner sig til afbrænding, til metan og dermed opnå en energikilde, der kan brændes af |
|  | X |  | X | Hvilke processer skal det biologiske materiale undergå, før denne metanogenese kan forløbe?  |
|  |  |  | X | Hvorfor er det smart at tilsætte en biogasreaktor dihydrogen? |
|  |  | X |  | Hvad gør man ved det carbondioxid, der er et restprodukt i biogasproduktionen? Kan det forbedres? |
| X | X |  | X | Hvilke af disse forbindelser kan dannes af bakterier ud fra dihydrogen som reduktionsmiddel: Ethan, ethanol, ethansyre, methan, methanol, methansyre? |
|  | X |  |  | Knaldgasbakterier er kemolithoautotrofe. Hvad betyder det helt præcist? |
|  | X |  | X | Hvad betyder ”anaerob respiration”? |
|  |  | X |  | Hvorfor ønsker man at omdanne CO2 fra røggas til metan? Hvilke udfordringer er der herved? |
|  |  | X |  | Man kan hive CO2 ud af atmosfæren og omdanne det til metan. Hvordan gør man det konkret? Hvorfor er det smart? Hvorfor er det svært?  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Hvilken type uddannelse kan føre til at arbejde med denne problematik? |
| [Power-to-X er fremtiden (Tema om CO2 -problem og ressource) (aktuelnaturvidenskab.dk)](https://aktuelnaturvidenskab.dk/find-artikel/nyeste-numre/4-2023/power-to-x-er-fremtiden) |
| X |  | X |  | Hvad dækker begrebet Power-to-X over? |
| X |  | X |  | Hvad kan den dannede dihydrogen bruges til?  |
| X |  | X |  | Hvilke tekniske årsager er der til, at vi ikke bruger dihydrogen direkte?  |
| X |  |  |  | Hvad afgør, om det er anoden eller katoden, der forbruger vand? |
| X |  | X |  | P2X-processen frigiver en del overskudsvarme. Hvad kan man gøre i den anledning? Diskuter her muligheder og udfordringer i forhold til at * reducere mængden af overskudsvarme
* udnytte overskudsvarmen til boligopvarmning
* udnytte overskudsvarmen til produktion af industriprodukter som fx beton
 |
| X |  |  |  | Sker der oxidation eller reduktion ved anoden? Skriv halvreaktionen - altså reaktionen ved anoden afstemt med elektroner. |
| X |  |  |  | Er det både energiforbrug pr ton methanol fremstillet og hastigheden på at fremstille et ton methanol, der kan forbedres ved at udvikle bedre katalysatorer eller kun den ene? |
| X |  | X |  | Er det produkternes samlede energiindhold, deres energieffektivitet eller deres evne til at lagres, der gør P2X særligt interessant? |
| X |  | X |  | Diskuter hvilke udfordringer i fremtidens energiforsyning, P2X kan bidrage til at løse og hvilke, den ikke kan bidrage til at løse |
|  |  |  |  | Hvilken type uddannelse kan føre til at arbejde med denne problematik? |
| [Kemiske udfordringer ved CO2 - fangst (Tema om CO2) (aktuelnaturvidenskab.dk)](https://aktuelnaturvidenskab.dk/find-artikel/nyeste-numre/4-2023/kemiske-udfordringer-ved-co2-fangst) |
| X |  | X |  | Hvad er forskellen på DAC og PCC? Hvilken af metoderne er normalt den billigste regnet pr ton? |
| X |  |  |  | Er gode sorbenter typisk syrer eller baser? |
| X |  |  |  | Har gode sorbenter en høj eller en lav enthalpitilvækst for absorbtion af carbondioxid? |
| X |  |  | X | De fleste sorbenter afgiver carbondioxid ved opvarmning. Men der arbejdes med to alternative behandlinger for at få sorbenten til at slippe carbondioxid. Hvilke? |
| X |  |  | X | Skriv reaktionsskemaet for reaktionen mellem carbondioxid og sorbenten kaliumhydroxid |
| X |  |  | X | Sorbenter indeholder normalt et elektronrigt atom som fx N. Hvordan er elektronerne organiseret rundt om et nitrogenatom i en amin? |
| X |  |  |  | Er det styrken af bindingen eller koncentrationen af carbondioxid og sorbent, der er vigtigst for deltaH for binding af carbondioxid til sorbenten? |
| X |  | X | X | Hvad er de vigtigste detaljer, forskningen skal forbedre, for at vi kan få en effektiv fangst af carbondioxid? |
|  |  |  |  | Hvilken type uddannelse kan føre til at arbejde med denne problematik? |
| [Jagten på den rene CO2 (Tema om CO2 -problem og ressource) (aktuelnaturvidenskab.dk)](https://aktuelnaturvidenskab.dk/find-artikel/nyeste-numre/4-2023/jagten-paa-den-rene-co2) |
| X |  |  |  | Er det renheden af dihydrogen eller renheden af carbondioxid, der er det største problem, når man vil lave dem om til fx methanol i en katalyseret proces? |
| X |  |  |  | Er det svovlbrinte, methanol eller benzen, der er det største problem for katalysatorerne? |
| X |  |  |  | Katalysatoren er metallisk nikkel, men det er formuleret på noget porøst keramik. Hvad er den vigtigste kvalitet, som denne keramik bidrager med? |
| X |  |  |  | Tre inhibitorer for katalysatoren er dimethylsulfid, ethylethanoat og methylbenzen (toluen). Skriv deres strukturformler. |
| X |  |  |  | Skriv reaktionsskemaet for ammoniaks spaltning til dihydrogen og dinitrogen. |
|  |  |  |  | Hvilken type uddannelse kan føre til at arbejde med denne problematik? |

Mulige eksperimenter i tilknytning:

Demonstrationer:

Vandsønderdeling. Sæt jævnstrøm til vand - gerne tilsat et par dråber svovlsyre. Opsaml gasserne ved de to poler og mål forholdet mellem de to voluminer. Brug gerne et apparat bygget til denne demonstration; det står nok i skolens fysiksamling.

Eleveksperimenter:

Bioethanol. Lav bioethanol ud fra sukker, stivelse eller cellulose nedbrudt med 0, 1 eller to af enzymerne amylase (fx Termamyl), cellulase (fx Celluclast og Viscozym) og til sidst fermenteret med bagegær.