

Når kan KI kalles liv – og hvordan kan det hjelpe livet?

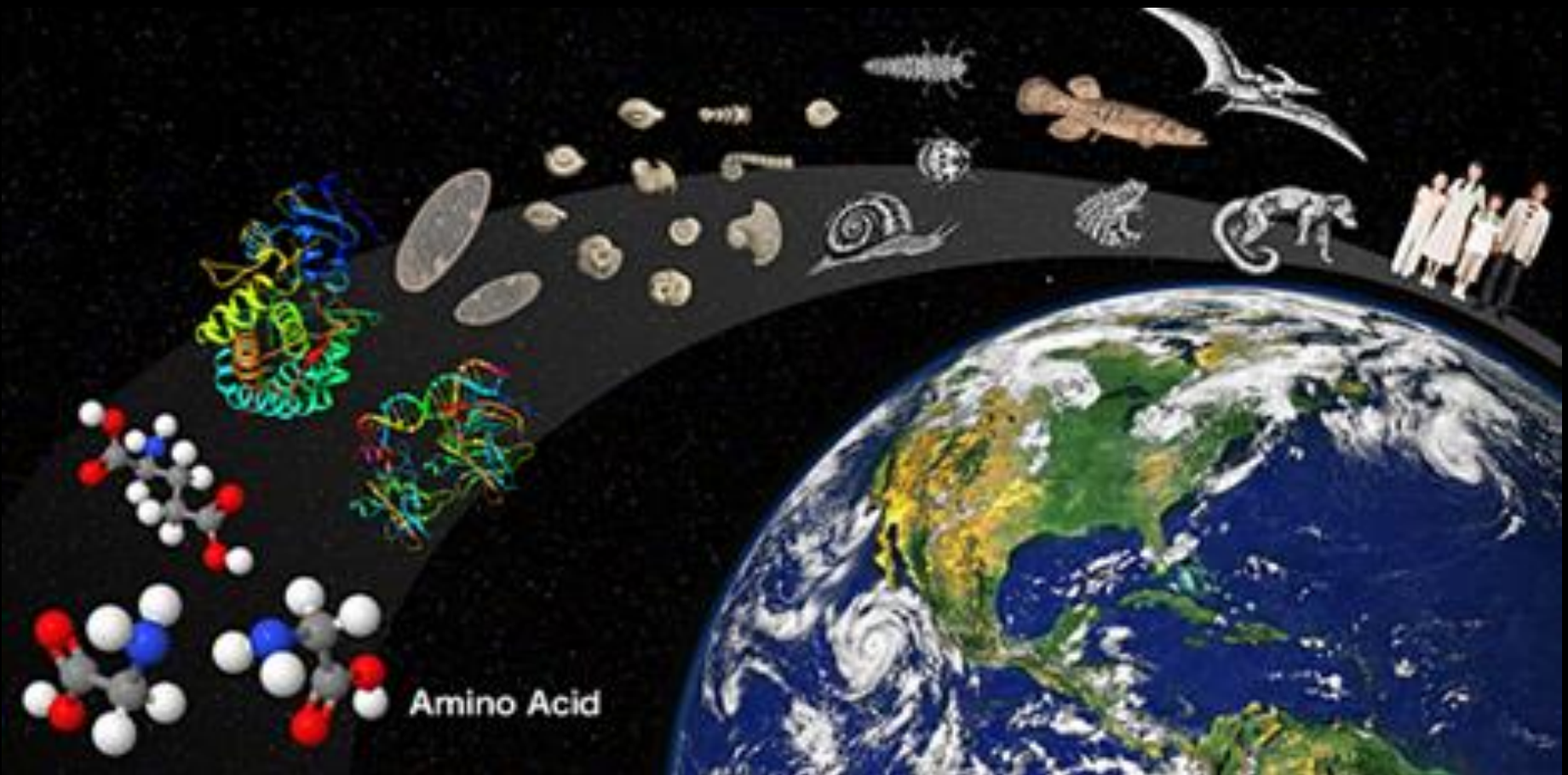
Dag O. Hessen
Institutt for Biovitenskap, UiO



Centre for
Biogeochemistry
in the Anthropocene



Fysikk -> kjemi -> biologi
- sømløst eller trinnvis?



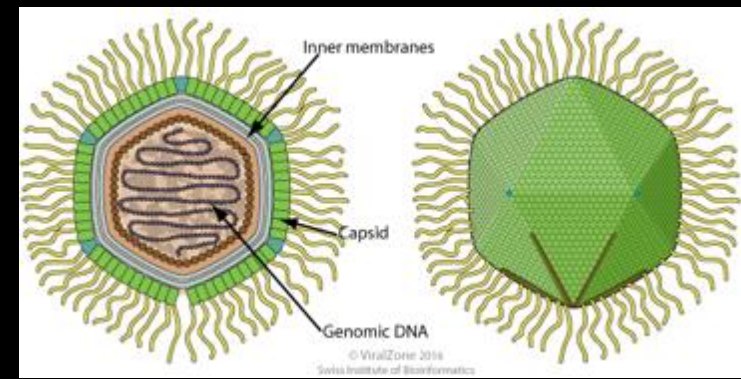


All species shown here are protected by CITES

Hva kjennetegner liv?

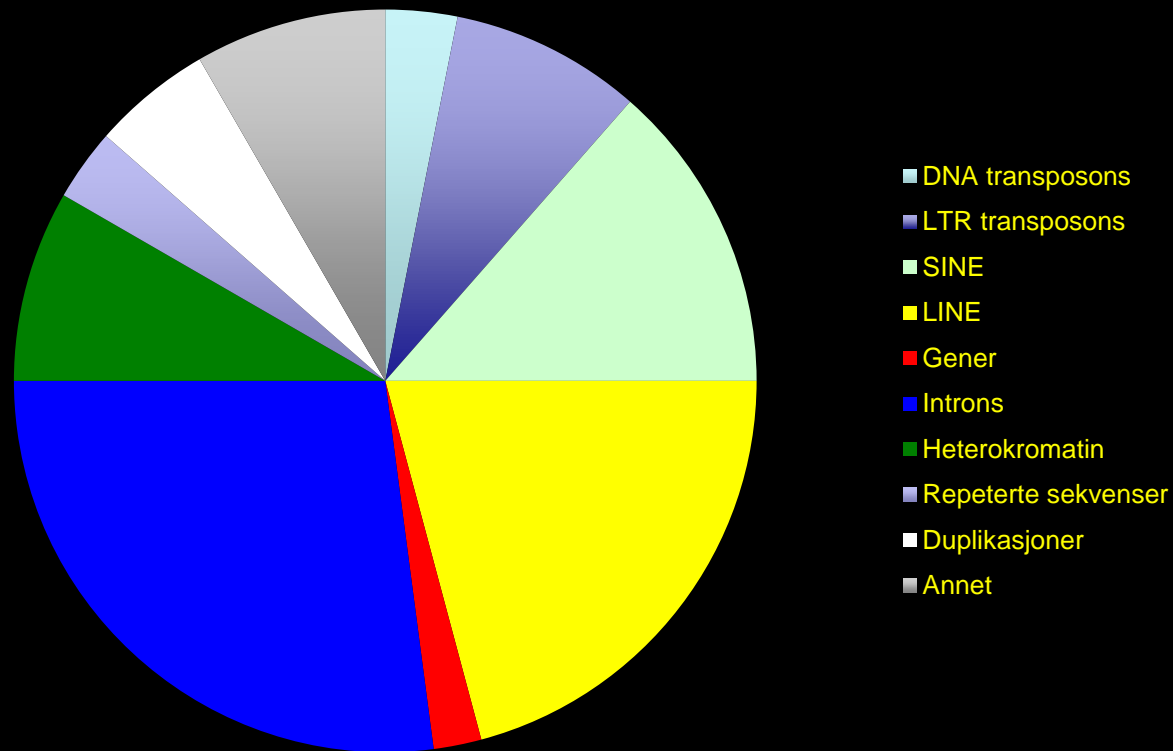
- Mot termodynamikken – å skape orden og strukturer.
- Struktur, metabolisme, bevegelse, respons, reproduksjon, utvikling, arv, evolusjon, tilpasning
- Hvorfor er ikke en bil levende?
Er DNA (fra f. eks. en død organisme) liv? Er grensene mellom liv og død absolute (jfr forsøk med grisehjerner)?
- I 2016: anthrax-smitte fra en 2000 år gammelt reinsdyr-kadaver. Bakterier hevdes å ha blitt «vekket til live» etter 750 000 år innefrosset i isen i Tibet. Liv fra døde?
- Kan vi tenke oss liv uten DNA?
- Vil roboter kunne fylle kriteriene for liv?

Er virus liv?



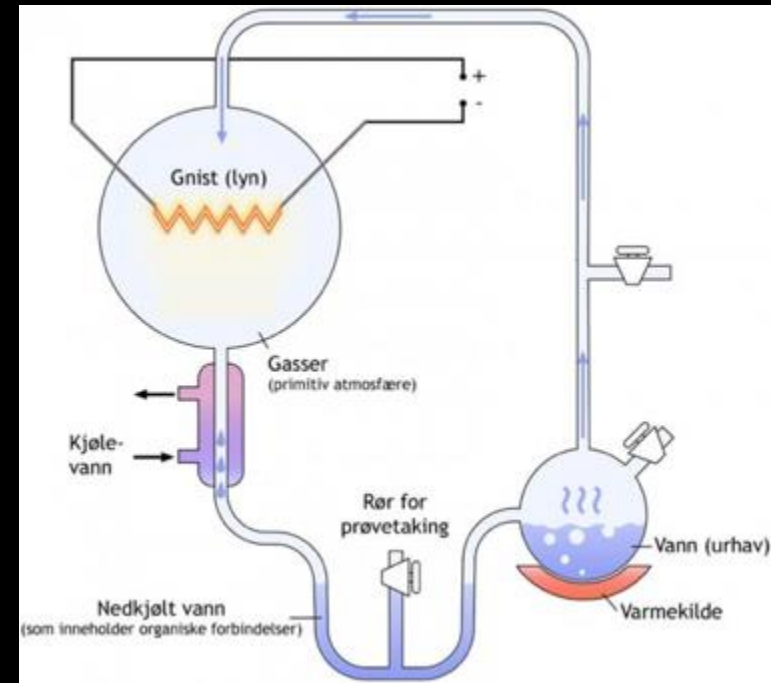
- Må ha en vert, men er ellers «levende».
- Primitive eller sofistikerte parasittbakterier?
- Mimivirus har amøber som vertsorganisme og har en rekke gener som man bare finnes i «ekte» organismer
- Virus som egen domene? De kapsidkodende?
- De fleste virus bruker RNA (noe som kan indikere en opprinnelse i en tidlig RNA-verden), men noen bruker også DNA.

Det menneskelige genom – mye DNA, men lite gener



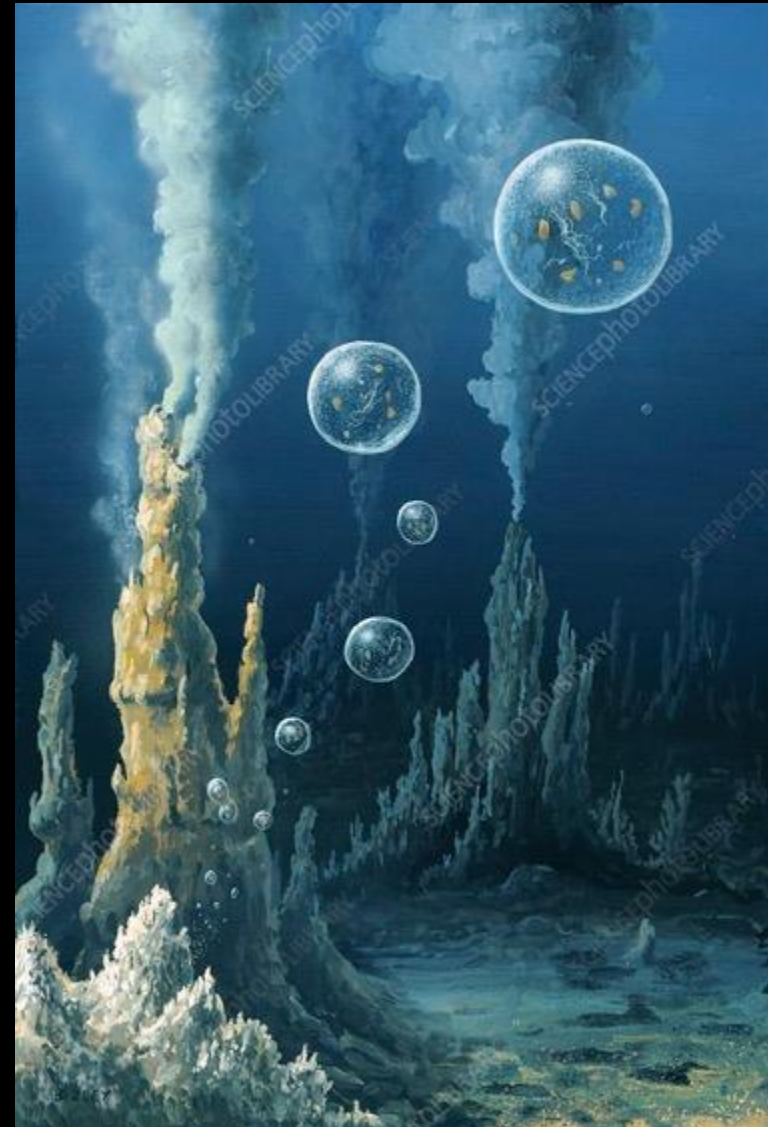
Hvordan oppsto liv?

- Hvordan oppsto liv under reduserende forhold?
- 5 aminosyrer ble påvist – 22 nye i 2008
- Langt fra aminosyrer til DNA
- Katalytisk RNA først?
- Vann – nødvendig for liv, men også C, N, P



Miller-Urey 1952

Oppsto kjemosyntetisk liv i *vents*? Arkenes opprinnelige hjemsted?

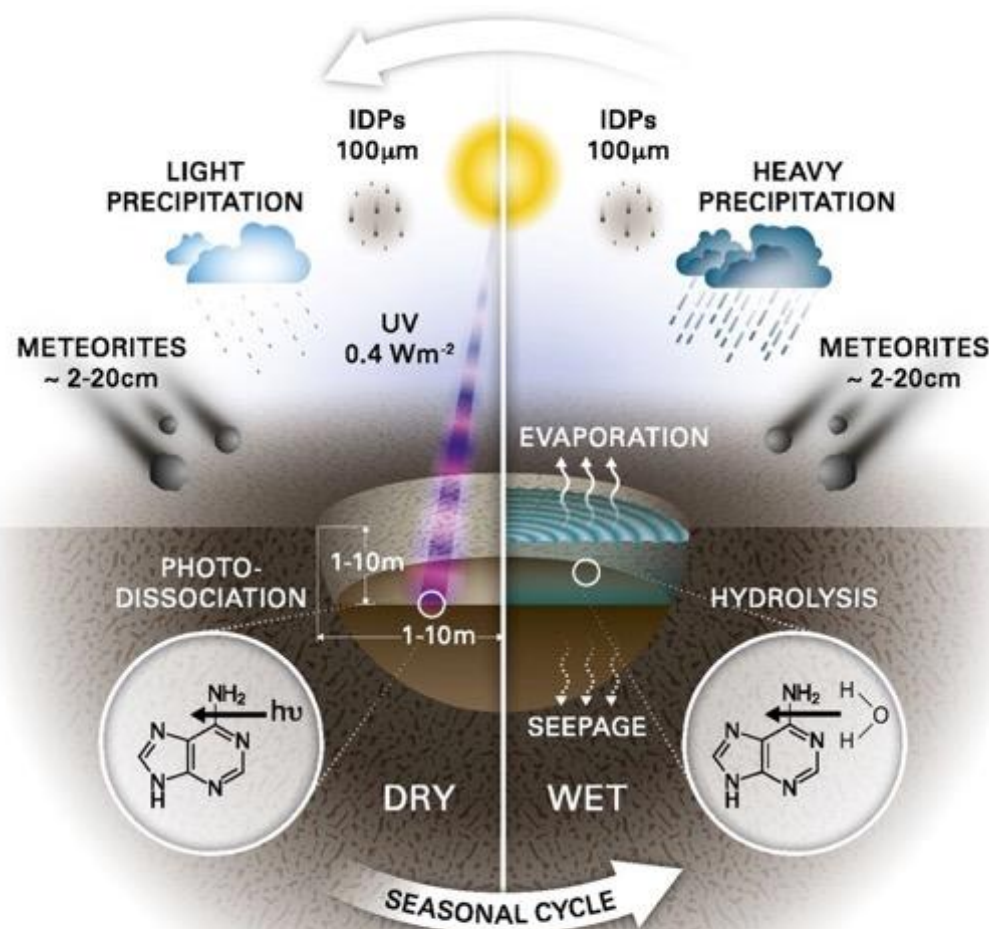


Origin of the RNA world: The fate of nucleobases in warm little ponds

Ben K. D. Pearce^{a,b,1}, Ralph E. Pudritz^{a,b,c,d}, Dmitry A. Semenov^c, and Thomas K. Henning^c

^aOrigins Institute, McMaster University, 1280 Main Street West, Hamilton, ON L8S 4L7, Canada; ^bDepartment of Chemistry, McMaster University, 1280 Main Street West, Hamilton, ON L8S 4L7, Canada; ^cPlanet and Astrophysics, Center for Astrobiology, University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark; and ^dInstitute for Theoretical Astrophysics, University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark

Edited by Donald E. Canfield, University of Colorado Boulder, Colorado, and approved August 28, 2017



^eMaster University, Hamilton, ON L8S 4L7, Canada; ^fDepartment of Chemistry, McMaster University, 1280 Main Street West, Hamilton, ON L8S 4L7, Canada; ^gDepartment of Physics, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada; and ^hInstitute for Theoretical Astrophysics, University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark

mark, Odense M., Denmark, and

1Present address: Department of Chemistry, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada

2Present address: Department of Chemistry, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada

3Present address: Department of Chemistry, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada

4Present address: Department of Chemistry, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada

5Present address: Department of Chemistry, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada

6Present address: Department of Chemistry, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada

7Present address: Department of Chemistry, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada

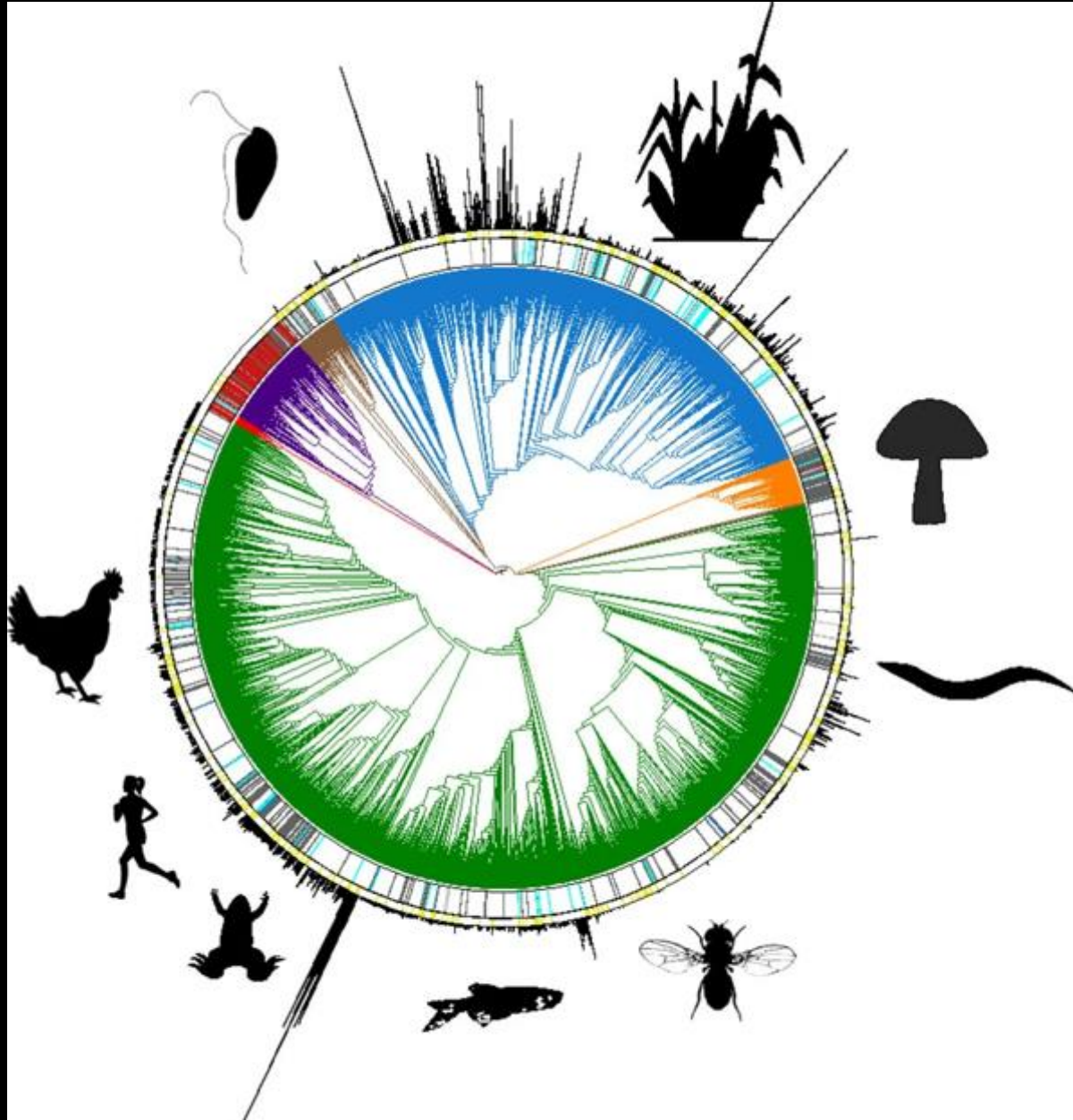
8Present address: Department of Chemistry, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada

9Present address: Department of Chemistry, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada

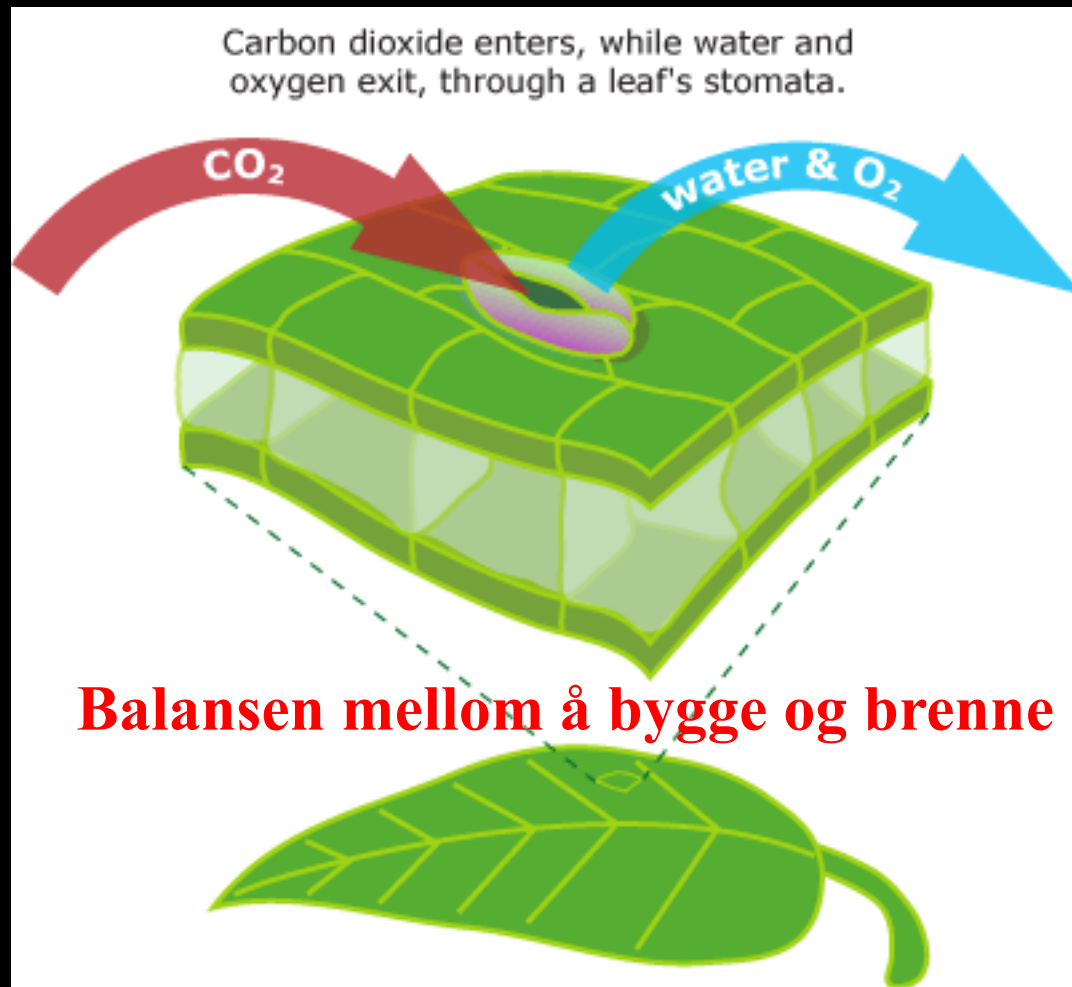
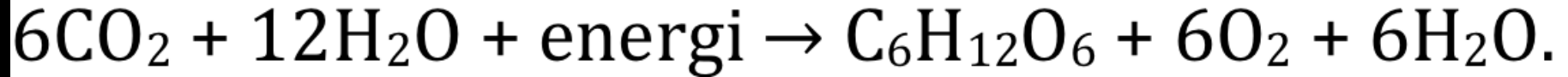
10Present address: Department of Chemistry, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada

11Present address: Department of Chemistry, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada

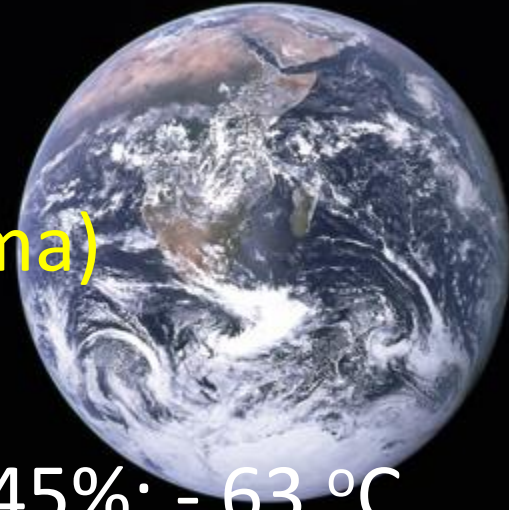
“Tree of life” – én opprinneelse



Verdens viktigste reaksjon



Jorda i et Gaia-perspektiv (global metabolisme, oksygen og klima)



- Mars; CO₂: 96.0 %, N₂: 1.9%, O₂: 0.145%; - 63 °C
- Venus; CO₂: 96.5 %, N₂: 3.5%, O₂: 0.0...%; 327 °C
- Jorda; CO₂: 0.04 %, N₂: 78%, O₂: 21%; 15 °C
- Jorda har en termodynamisk ustabil atmosfære, den var oksygenfri i nær 2 milliarder år, livet selv har skapt livsvilkår og er helt avgjørende for klimaregulering

Livet består av mange elementer, men noen er viktigere enn andre...

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Uun								

58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Hva er et menneske?

H_{375 000 000} O_{132 000 000} C_{85 700 000} N_{6 430 000} Ca_{1 500 000} P_{1 020 000} S_{206 000}
Na_{183 000} K_{177 000} Cl_{127 000} Mg_{40 000} Si_{38 600} Fe_{2 680} Zn_{2 110} Cu₇₆ I₁₄ Mn₁₃ F₁₃
Cr₇ Se₄ Mo₃ Co₁

Livet er akvatisk, uten vannet er vi mest C,
men avhengig av N, P, Fe, Si... etc
375 millioner H-atomer per koboltatom...

Må livet være karbon?



Hva kjennetegner liv?

- Mot termodynamikken – å skape orden og strukturer.
- Struktur, metabolisme, bevegelse, respons, reproduksjon, utvikling, arv, evolusjon, tilpasning
- Er grensene mellom liv og død absolutte? (eks DNA fra døde organismer)
I 2016: anthrax-smitte fra en 2000 år gammelt reinsdyr-kadaver. Bakterier hevdes å ha blitt «vekket til live» etter 750 000 år innefrosset i isen i Tibet. Liv fra døde?
- Kan vi tenke oss liv uten DNA – eller RNA (virus)?
- Vil KI og roboter kunne fylle kriteriene for liv?
- ***Selvdrevet evolusjon som nøkkelkriterium***

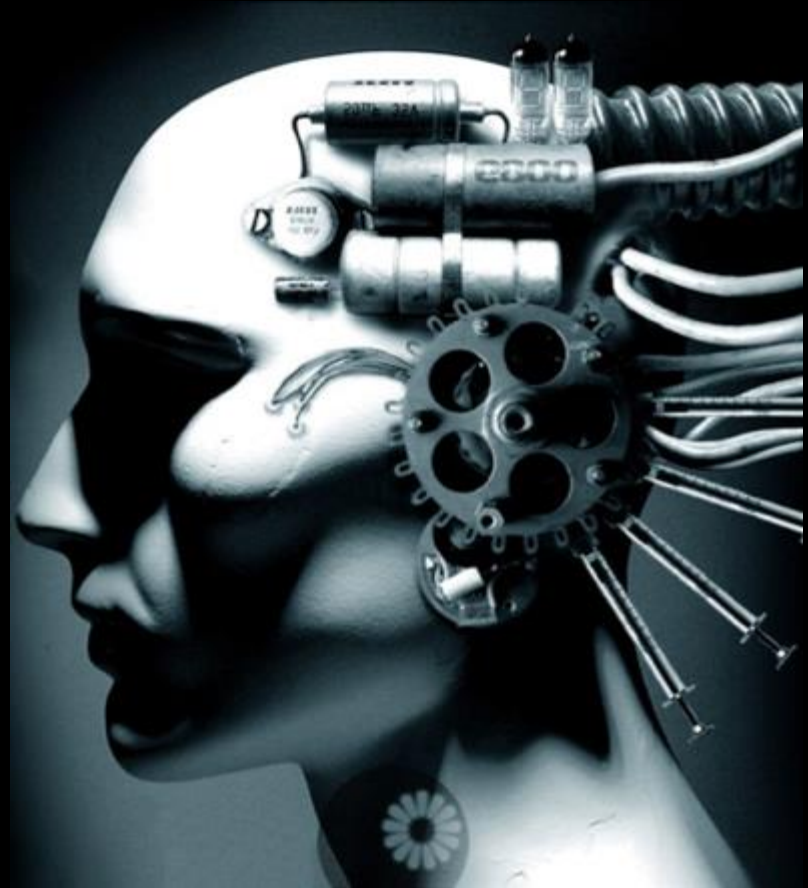
Syntetisk liv



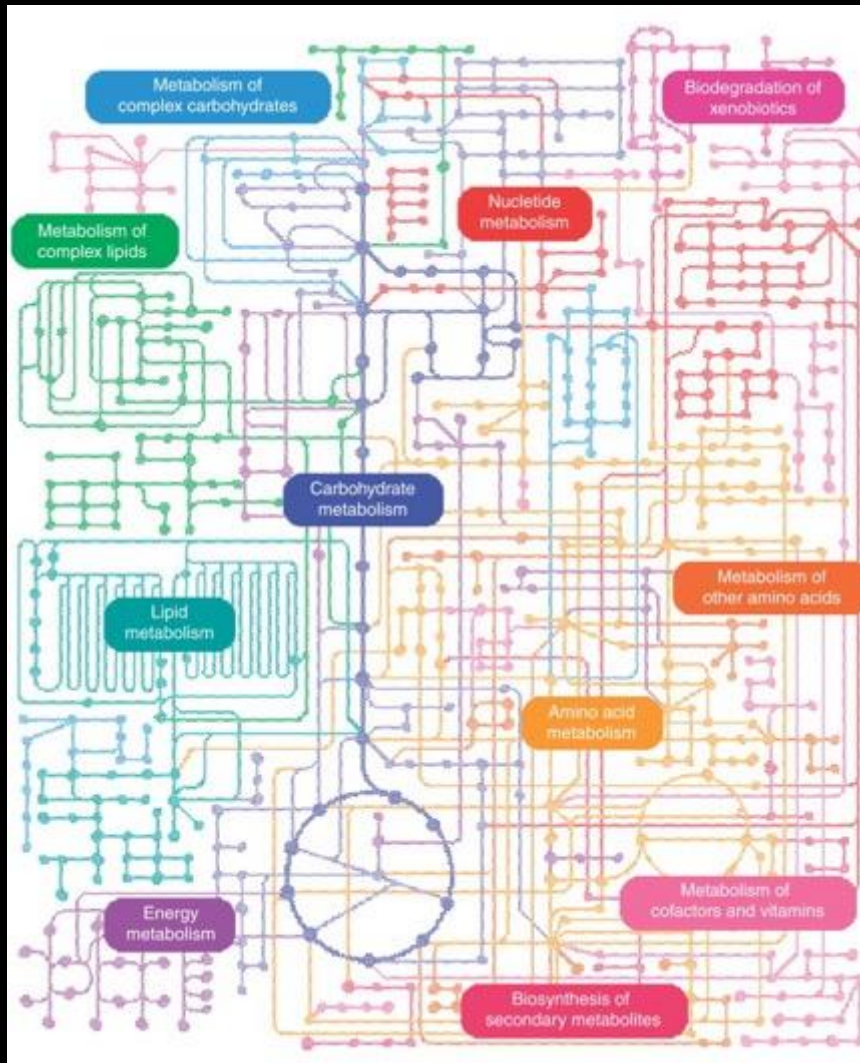
- Fra 1995: forsøk på å minimums-celle for å se hvor langt man kunne skrelle vekk funksjoner og allikevel ha en funksjonsdyktig celle (fra 482 til 382 gener)
- 2003: En syntetisk versjon av bakteriofag, PhiX 174
- 2008: Første syntetiske bakteriegenom (ikke funksjonelt)
- 2009: Flyttet intakt genom fra en bakteriecelle til en annen som var tømt for genetisk informasjon, og “rebootet” denne
- 2010: Et 1.08 millioner bp *Mycoplasma mycoides* genome syntetisert fra scratch og satt inn i en “tom” bakteriecelle. Det syntetiske genomet tok over, og *Synthia* var et faktum.
Men snakker vi her om nytt liv? (Eller ny motor i en gammel bil?)

Syntetisk liv II

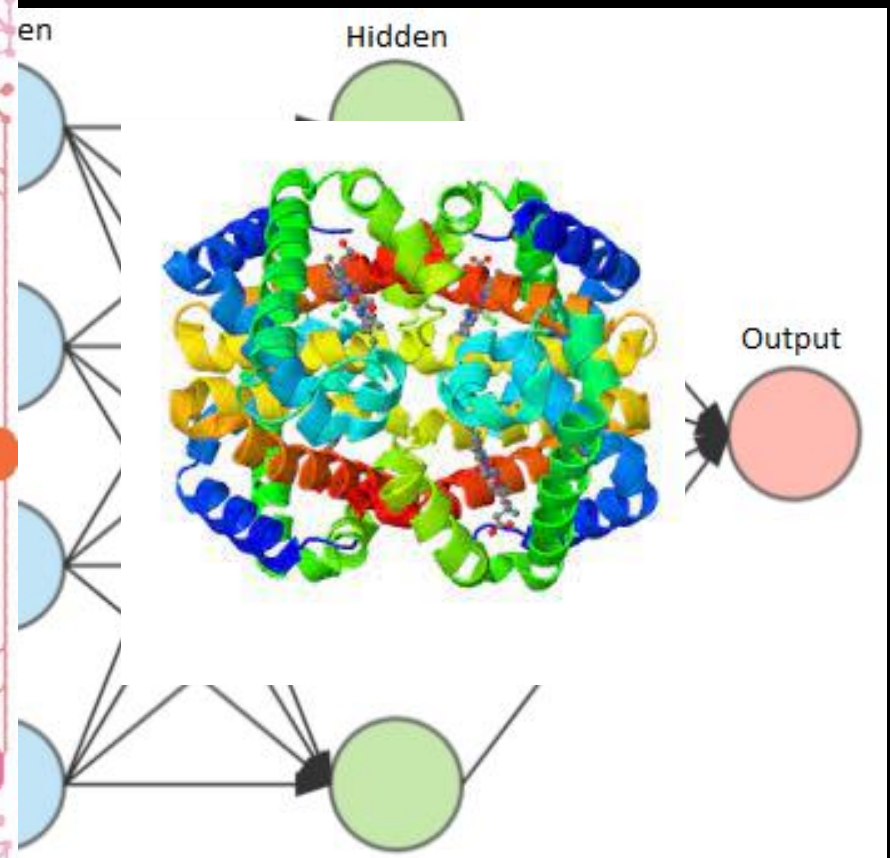
- Er den “gammeldagse” evolusjonen passé?
- CrispR og genredigering
- Transhumanisme?
- Det posthumane menneske?
- Da Saudia-Arabia tilkjente roboten Sophia statsborgerskap i 2017 erklærte Sophia at «... hun var veldig beæret og stolt over denne unike utmerkelsen».



Liv er uendelig mer komplekst; nettverk, tilbakekoblinger og komplekse interaksjoner



Nevrale nettverk



KI i livets tjeneste

- Ja selvsagt, fra diagnoser til behandling (trivielt)
- For forståelse av liv, fra proteinstrukturer til synteseveier, neurale og metabolske nettverk og økosystemer
- For mer presis bruk av Crispr (++) og annen gen- og bioteknologi
- For energieffektivisering og klimamodellering... osv
- ***Det er med KI som med markedet; en god tjener, men en farlig herre***