

Naturvidenskabens største uløste problemer

Michael Cramer Andersen, Ordrup Gymnasium og KVANT

I anledning af sit 125-års jubilæum udgav tidsskriftet Science en serie artikler om de største gåder og spørgsmål, der optager forskerne i dag. I stedet for altid at fokusere på nye opdagelser og ting vi ved, er det nogle gange frugtbart at se på hvad vi ikke ved – hvor er hullerne i vores viden?

Redaktørerne bag Science besluttede sig for at udvælge 25 store spørgsmål, som forskerne i princippet ville kunne løse indenfor de næste 25 år. Men der var så mange forslag, at listen endte med at rumme 125 spørgsmål. Listen rummer spørgsmål, der har inspireret flere generationer og som måske stadig vil være aktuelle for kommende generationer.

Listen skal ikke opfattes som en forudsigelse af hvad videnskaben vil løse de kommende år, men som en kortlægning af områder der stadig er præget af uvidenhed. Det er spørgsmål som disse, forskerne undrer sig over – “muligheder der kan udforskes”. I boks 1 er de 25 største problemer samlet, med fremhævnin g af de problemer som er interessante set med fysikeres øjne. Til hver af de 25 første problemer findes en sides perspektivering (på engelsk) [1].

100 problemer mere...

De øvrige hundrede problemer spænder over mange discipliner: fra kosmologi og astrofysik, partikelfysik, faststoffysik, kemi, planetyfysik, geofysik, biokemi, genetik, medicin, biologi, økologi, bevidsthedsforskning, sociologi og matematik. Rækkefølgen afspejler kompleksiteten af de systemer, de enkelte videnskabelige discipliner undersøger. Nedenfor samles problem nr. 26-58, som er de fysisk mest interessante problemer.

Er vores univers det eneste? (26)

Et antal kvanteteoretikere og kosmologer forsøger at finde ud af om vores univers er en del af et større “multivers”. Andre mener, at denne idé – som er svær at teste – er et spørgsmål for filosoffer.

Hvad drev den kosmiske inflation? (27)

I de første brøkdele af et sekund efter big bang blev Universet pustet op med en ufattelig hastighed. Men hvad pustede? Målinger af den kosmiske mikrobølgebaggrundsstråling og andre astrofysiske observationer indskrænker mulighederne.

Hvordan opstod de første stjerner og galakser? (28)

De store træk er forstået, men ikke de finere detaljer. Data fra satellitter og jordbaserede teleskoper vil måske snart afsløre hvornår den første generation af stjerner blev dannet af den oprindelige brinttåge.

Top 25 over videnskabelige problemer:

1. **Hvad er Universets fundamentale bestanddele?**
2. Hvad er det biologiske grundlag for bevidsthed?
3. Hvorfor har mennesket så få gener?
4. I hvor høj grad er genetisk variation og helbred relateret?
5. **Kan fysikkens love forenes?**
6. Hvor langt kan menneskets levetid forlænges?
7. Hvad kontrollerer regenerering af organer?
8. Hvordan kan en hudcelle omdannes til en nervecelle?
9. Hvordan kan en enkelt somatisk celle blive til en hel plante?
10. **Hvordan virker Jordens indre?**
11. **Er vi alene i Universet?**
12. **Hvordan og hvor opstod livet på Jorden?**
13. Hvad bestemmer arternes diversitet?
14. Hvilke unikke genetiske ændringer gjorde os til mennesker?
15. Hvordan gemmes og fremkaldes oplevelser?
16. Hvordan udvikledes samarbejde indenfor biologien (cooperative behaviour)
17. Hvordan findes de store linjer i et hav af biologiske data?
18. Hvor langt kan vi udvikle selvsamlende molekyler?
19. **Hvad er grænserne for konventionelle computerberegninger?**
20. Kan vi selektivt afbryde immunrespons?
21. **Ligger der dybere principper bag kvanteubestemthed og ikke-lokalitet?**
22. Kan der udvikles en billig og effektiv HIV-vaccine?
23. **Hvor varm bliver den globale opvarmning?**
24. **Hvad kan erstatte billig olie – og hvornår?**
25. Vil Malthus fortsat tage fejl?

Hvor kommer energirige kosmiske stråler fra? (29)

Kosmiske stråler beæger sig, over en vis energigrænse, ikke særlig langt før de bliver tilintetgjort. Hvorfor observeres de højt i Jordens atmosfære, når der tilsyneladende ikke er nogen kilde i vores galakse?

Hvilken energikilde driver kvasarer? (30)

De største energiidstrømninger i Universet får sandsynligvis deres energi fra stof der trækkes ned i supermassive sorte huller. Men detaljerne om hvad der driver deres jets er endnu kun gætværk.

Hvad er naturen af sorte huller? (31)

Når en klump relativistisk masse presses sammen til kvantestørrelse bryder naturlovene sammen. Hvordan skal energien beskrives?

Hvorfor er der stof men ikke antistof? (32)

For partikelfysikere er stof og antistof stort set det samme. Der må være nogle skjulte forskelle, der gør at stof er almindeligt mens antistof er sjældent.

Henfalder protonen? (33)

I følge foreningsteorier vil kvarker (der opbygger protoner) kunne henfalde til leptoner (som f.eks. elektroner). Hvis man detekterer en proton, der henfalder til noget andet, vil man være på sporet af nye love indenfor partikelfysik.

Hvordan virker tyngdekraften? (34)

Tyngdekraften er nærmest uforenelig med kvantemekanikken og Partikelfysikkens Standardmodel og ingen har detekteret den partikel de skulle formidle tyngdekraften. Newtons æble var fyldt med orme.

Hvorfor er tiden forskellig fra andre dimensioner? (35)

Tid kan opfattes som en dimension og tid og rum er tæt forbundne. Ligningerne virker fint, men giver ikke svar på hvorfor vi oplever et "nu" og hvorfor tiden går som den går.



Er der mindre byggesten end kvarker? (36)

Atomerne var "udelelige" indtil forskere opdagede subatomare partikler inde i. Er der mindre partikler inde i de mindste – kvarker og gluoner?

Er neutrinoer deres egne antipartikler? (37)

Et antal nye undergrundeksperimenter skal undersøge dette spørgsmål, som kan kaste lys over dannelsen af stof i Universet.

Findes der en teori for kollektive elektronsystemer? (38)

Kan man finde en fælles teori for kollektive elektronsystemer som f.eks. højtemperatursuperledning og magnetoresistans?

Hvor kraftig en laser kan man konstruere? (39)

Teoretikere forudsiger, at fotonerne i en meget intens laserstråle vil danne elektron-positron par, som vil ødelægge strålen. Er det muligt at nå dette punkt?

Kan man fremstille en perfekt linse (40)

Forskerne har gjort det med mikrobølger, men ikke med synligt lys.

Kan magnetiske halvledere virke ved stuetemperatur? (41)

Sådanne komponenter er fremstillet ved lave temperaturer, men kan de virke ved højere temperaturer, så de kan bruges til spintronics?

Hvad er parmekanismen bag superledning? (42)

Elektronerne i superledere surfer sammen i par, men efter to årtiers intens forskning er der stadig ingen der ved, hvad der holder dem sammen i de komplekse højtemperatur superledermaterialer.

Findes der en generel teori for dynamikken af turbulente strømninger og granulære materialer? (43)

Indtil videre har sådanne systemer "ude af ligevægt" undvejet værktøjskassen indenfor statistisk mekanik og efterladt et gabende hul i fysikken.

Er der stabile grundstoffer med høje atomnumre? (44)

Et supertungt grundstof med 184 neutroner og 114 protoner skulle være relativt stabilt, hvis det kan skabes.

Er superflydning muligt i et fast stof? (45)

I så fald hvordan? På trods af antydninger i helium på fast form, ved ingen om krystallinske stoffer kan flyde uden modstand. Viser denne bizarre opførsel sig i nye eksperimenter, må teoretikerne forklare hvordan.

Hvad er strukturen af vand? (46)

Forskerne diskuterer stadig hvor mange bindinger hvert H₂O-molekyle danner med sine nærmeste naboer.

Hvad er naturen af glas? (47)¹

Molekylerne i en glas er arrangeret næsten som i en væske, men mere tætpakket. Hvor og hvorfor foregår overgangen mellem væske og glas?

Er der grænser for kemisk syntese? (48)

Jo større syntetiske molekyler bliver, jo sværere er det at kontrollere deres form og at lave nok kopier til at de kan bruges. Kemikerne har brug for nye metoder til fortsat at lave større molekyler.

Hvor effektive kan solceller blive? (49)

Konventionelle solceller kan omdanne 32 % af energien i sollys til elektricitet. Kan denne grænse overskrides?

¹Se artiklen af Jeppe Dyre og Thomas Schrøder i dette nummer af KVANT.

Vil fusion altid være fremtidens energikilde? (50)²

Det har været 35 år ude i fremtiden i de sidste 50 år. Hvis ikke det internationale samfund forener indsatsen, vil det være 35 år væk i mange årtier endnu.

Hvad driver Solens magnetiske cyklus? (51)

Forskerne kan ikke forklare Solens differentielle rotation ud fra dens 22-årige solpletcyklus. Enten mangler der en detalje i simuleringerne, eller de må gå tilbage til tegnebordet.

Hvordan dannes planeter? (52)³

Det er stadig uklart hvordan klumper af støv og is og lommer af gas samlede sig til planeterne uden at Solen opslugte det hele. Planetsystemer omkring andre stjerner giver nogle spor.

Hvad forårsager istiderne? (53)

Istiderne kommer hver 100.000 år som følge af hvordan planeten vipper og præcesserer i sin bane omkring Solen, men forskerne har endnu ikke kunne forklare præcis hvordan ud fra klimadata.

Hvad forårsager Jordens magnetiske polvending? (54)

Laboratorieeksperimenter og computermødelles giver ny indsigt i hvordan Jordens magnetfelt kan flippe. Kan modellerne indfange tilstrækkelig mange aspekter ved magnetfeltet udenfor den utilgængelige kerne?

Er der forløbere som varsler et jordskælv? (55)

Jagten på signaler, der kommer før et jordskælv, har været resultatløs i årtier. Forståelsen af forskydningerne vokser, men det vil kræve et gennembrud før det er muligt at foretage rutinemæssige forudsigelser.

Er der eller har der været liv andre steder i Solsystemet? (56). Eftersøgningen af liv på andre klippelegemer har høj prioritet i udforskningen af planeter (af både ESA og NASA), hvor Mars er i fokus fordi der tidligere har været flydende vand.

Hvordan opstod homokiralitet i naturen? (57)⁴

De fleste biomolekyler kan dannes i spejlbilleder, men i levende organismer er aminosyrer altid venstrehåandede og sukkerer højrehåandede. Årsagen til denne præference er stadig en gåde.

Kan man forudsige hvordan proteiner folder? (58)

Et protein vælger én ud af næsten uendelig mange måder det kan folde op på, i løbet af nogle mikrosekunder. Den samme proces tager 30 år at simulere på computer.

Videre læsning

Der er angivet henvisninger til nylige artikler i KVANT, som omhandler de pågældende problemer. Vi håber at kunne bringe artikler om flere emner fremover. Man

kan desuden læse videre i [2], skrevet af den tidligere redaktør af Nature, og [3].

Glimrende (AT-)undervisningsforløb

De uddybende beskrivelser [1] kan udmærket bruges i gymnasieundervisningen i et tværfagligt undervisningsforløb mellem f.eks. fysik, engelsk og samfundsfag. I den nye gymnasireform er der i faget Almen Studieforbereelse netop krav om samarbejde på tværs af fakulteterne – naturvidenskab, humaniora og samfundsfag.

Emnet er blevet afprøvet af forfatteren sammen med en engelsklærer i et forløb om "Science og Science Fiction" i en samfundsfaglig 1.g-klasse. Eleverne fandt emnerne meget inspirerende for diskussioner om samfundets udvikling i fremtiden. De skulle forestille sig, at de var blandt de forskere der om 25 år havde løst ét af problemerne og i grupper arbejde med spørgsmålene: 1) Hvordan vil samfundet blive ændret – til det bedre eller værre? 2) Hvis I opfandt et nyt lægemiddel eller en ny billig energiteknologi, ville I så tage patent på det eller dele Jeres viden med menneskeheden?

Teksterne indeholder en del fagudtryk og er en god træning for eleverne, selv om nogle fandt dem lidt svære. Men man kommer ikke udenom, at de fleste tekster på Internettet er på engelsk. Engelsklæreren kan hjælpe med at forstå teksterne sammen med fysiklæreren, der kan forklare fagudtrykkene på dansk. Samfundfaglæreren kan styre de efterfølgende diskussioner.

Litteratur

- [1] Science Magazine – 125 Questions: What Don't We Know?, www.sciencemag.org/sciext/125th/
- [2] John Maddox, What Remains to be Discovered – Mapping the Secrets of the Universe, the Origins of Life and the Future of the Human Race. The Free Press 1998.
- [3] John Brockman (ed.), The Next Fifty Year – Science in the First Half of the Twenty-First Century. Phoenix 2002.



Michael Cramer Andersen er cand. scient og redaktør af KVANT. Han er ved at tage 1-årigt pædagogikum i fysik og astronomi. De faglige interesser spænder over kosmologi, astrobiologi og videnskabshistorie samt videnskabsformidling.

²Se artiklen af Vagn O. Jensen i KVANT nr. 4, 2005.

³Se artiklen af Uffe Gråe Jørgensen i KVANT nr. 3, 2004.

⁴Se artiklen af Anja C. Andersen et al. i KVANT nr. 3, 2005 og artiklen af Olav Steinsvoll i dette nummer.