

# Fra Fysikkens Verden

NR. 3 – 2021  
83. ÅRGANG

UTGITT AV NORSK FYSISK SELSKAP



**Ingeniørstudenters  
kunnskaper og ferdigheter  
i mekanikk etter eksamen**

**Les også om:**

- Ønskekvist
- Lys

- Fysikkolympiaden

# Nr. 3 – 2021

## 83. årgang

### Utgiver:

Norsk Fysisk Selskap  
[www.norskfysisk.no](http://www.norskfysisk.no)

### Redaktører:

Professor emeritus Øyvind Grøn  
OsloMet – Storbyuniversitetet og UiO  
E-post: [oyvind.gron.no@gmail.com](mailto:oyvind.gron.no@gmail.com)

Professor Emil J. Samuelsen  
Institutt for fysikk, NTNU  
E-post: [emil.samuelsen@ntnu.no](mailto:emil.samuelsen@ntnu.no)

### Redaksjonssekretær:

Maria Hammerstrøm  
Realfagsbiblioteket, UiO  
E-post: [maria.hammerstrom@astro.uio.no](mailto:maria.hammerstrom@astro.uio.no)

### Redaksjonskomité:

Professor Odd-Erik Garcia, Institutt for fysikk, UiT  
Professor Ellen K. Henriksen, Fysisk institutt, UiO  
Førsteamanuensis Trygve Buanes, Institutt for datateknologi, elektroteknologi og realfag, HVL

### Layout og sats:

Maria Hammerstrøm

### Forsidebilde:

Unsplash

### Trykkeri:

Oslo Sats, repro og montasje A/S

### Abonnere:

*Fra Fysikkens Verden* kommer ut fire ganger årlig. Abonnement tegnes på følgende postadresse eller e-post:

*Fra Fysikkens Verden*  
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo  
Boks 1048 Blindern, 0316 Oslo

E-post: [nfs.styret@gmail.com](mailto:nfs.styret@gmail.com)

Årsabonnement: 200 kr. (studenter 100 kr.)  
Bankgiro: 7878.06.03258

### Retningslinjer for bidragsyttere

*Fra Fysikkens Verden (FFV)* utgis av Norsk Fysisk Selskap og sendes til alle medlemmer. Disse er vanligvis utdannet fra universiteter og høyskoler med fysikk i sine fagkretser. Andre kan også abonnere på bladet. Blant disse er elever og biblioteker ved videregående skoler.

**Frist:** Bladet gis ut fire ganger i året: mars, juni, oktober og desember. Tidsfristene for stoff er: 1. februar, 1. mai, 1. september og 1. november. Opplaget er for tiden 1300.

**Formål:** Formålet med *FFV* er å gi informasjon om aktuelle tema og hendiger innen fysikk, og å bygge bro mellom forskere, fysikklærere, studenter og andre interesserte. Ikke minst ønsker *FFV* å være til hjelp for elever og lærere i videregående skole og andre undervisningsinstitusjoner. Dette krever at artikler og annet stoff er skrevet på norsk og på en lett forståelig måte. Faguttrykk må defineres. En verbal form er oftest å foretrekke fremfor matematikk. Men det må brukes standard begreper og enheter. Matematikken må være forståelig for fysikkstudenter. Artiklene i *FFV* skal primært gi informasjon til dem som er utenfor det aktuelle fagfeltet. Artikler som bare forstås av en liten faggruppe har ingen plass i bladet. Alt stoff blir vurdert redaksjonelt, og redaksjonen forbeholder seg rett til å foreta mindre endringer.

**Filformat:** Manuskripter leveres i en form som forfatteren mener er direkte publiserbar. De skal levers elektronisk som e-post, og i et rent tekstformat (for eksempel Word), slik at redaksjonen kan redigere teksten direkte. Dersom manuskriptet inneholder matematiske ligninger, skal manuskriptet også leveres som PDF.

**Lengde:** Artikler bør ikke være lengre enn 6 sider med trykt tekst og figurer. Større avsnitt i teksten bør markeres med undertitler. Unngå fotnoter. Referanser kreves ikke, men det er ønskelig med en liste over lett tilgjengelig tilleggsstoff.

**Småstykker:** Gratulasjoner, nekrologer, bokomtaler, skolestoff, møterefater og lignenede mottas gjerne, men de må ikke være lengre enn 1–2 sider. Doktoromtaler begrenses til en halv side inkludert bilde.

**Illustrasjoner:** Legg mye omtanke i figurer, ettersom de er en viktig del av en artikkel. All figurtekst skal være på norsk. Figurene bør være av god oppløsning. Figurer og tabeller skal være referert i den løpende teksten. Hvis forfatterne selv ikke har laget figurene, skal opprinnelsen oppgis. Forfatterne må selv innhente tillatelse til bruk av slike illustrasjoner.

**Korrektur:** Forfatterne får tilsendt korrektur når layout er satt opp som må returneres snarest. Det må ikke gjøres unødige endringer i korrektur.

# Innhold

Fra redaktørene Øyvind G. Grøn	47
To hederlige omtaler til Norge i den Internasjonale fysikkolympiaden Thomas Frågåt	48
Fysikere på frimerker: George Biddell Airy Øyvind G. Grøn	49

## Fysikknytt

Materie fra lys Øyvind G. Grøn	50
--------------------------------	----

## Artikler

Ønskekvistfenomenet – del 1: En personlig beretning om en pussig folketradisjon Arnt Inge Vistnes	52
Har du draget? En undersøkelse av ingeniørstudenters kunnskaper og ferdigheter i mekanikk etter eksamen P. Thorvaldsen, T. Sjørusen og T. Buanes	58

## Personomtaler

In memoriam: Aasmund Sudbø Stian Løvold, Asle Sudbø og tidligere kolleger	62
---	----

## FRA REDAKTØRENE

Den internasjonale fysikkolympiaden ble avlyst i 2020 på grunn av coronapandemien. Også i 2021 ble arrangementet avlyst som en konkurranse med deltagere på samme arena, men nå er kompetansen på å gjennomføre større arrangementer digitalt blitt så stor at det lot seg gjøre å gjennomføre fysikkolympiaden som et digitalt arrangement. Norske deltagere tok med seg tre utmerkelser.

Fysikeren Arnt Inge Vistnes har holdt foredrag om ønskekvist i Store Fysiske Auditorium ved Universitetet i Oslo allerede for 30 år siden. Han har syslet lenge med dette temaet. I dette nummeret av FFV kommer første del av en todelt artikkel der han summerer opp sine erfaringer og kunnskaper om ønskevisten.

En gruppe fysikere ved Høgskulen på Vestlandet presenterer et nytt opplegg for å evaluere kvaliteten på studenters læringsutbytte i fysikk. Det nye er at studentene testes en stund etter eksamen i temaer som var med i pensum. Det er viktig å vite både hva som fungerer og hva som ikke fungerer, slik at vi kan justere fysikkundervisningen på en slik måte at studentenes læringsutbytte optimaliseres. Arbeidet omtalt i artikkelen er et bidrag til en omfattende prosess med det mål å gjøre fysikkundervisningen best mulig.

Fysikknytt og personalomtaler hører med i FFV. Denne gangen har vi ingen doktorgradsamtaler. Vi oppfordrer til å sende inn slike artikler til FFV. Det er viktig både for de som blir omtalt og deres nærmeste – og for leserne av bladet.

### Korreksjon til FFV 83/2 2021

To korreksjonar til omtalen av Olav Steinsvoll, FFV83/2 2021:  
Side 41, 1. spalte, linje 6 og 7: «85–90 innslag totalt i bladet» (tala er ikkje årstal).



◀ Øyvind G. Grøn



Emil J. Samuelsen

# To hederlige omtaler til Norge i den Internasjonale fysikkolympiaden (IPhO)



**Det norske landslaget i fysikk.** Bak fra venstre: Nikolai Ustad Bjurholt, Thomas Frågåt, Torbjørn Mehl, Mali Mehl og Edvard Johan Skaarberg Holen. Foran fra venstre: Åsmund Runningen, Samuel Klouman Stoknes, Theodor Ryan, Dorde Veljkovic og Christian Burton Lyng-Olsen. Anders Lauvland var ikke tilstede da bildet ble tatt.

Etter at den internasjonale fysikkolympiaden ble avlyst i 2020 på grunn av pandemien, var det i år stor spenning knyttet til hvorvidt olympiaden ville bli arrangert og om deltakerne fikk lov til å reise til Litauen for både å konkurrere i fysikk og møte de andre deltakere. Det fysiske arrangementet ble i siste liten avlyst, men IPhO 2021 ble likevel gjennomført i perioden 17.–24. juli som et digitalt arrangement. All ære til de Litauiske arrangørene for et uklanderlig arrangement gjennomført digitalt. Det ble lagt ned et stort arbeid i å sikre at de rundt 400 deltakerne fra 76 land hadde så like forhold som mulig. For eksempel ble det sendt ut rundt 2000 eksperimenter til alle landene!

Christian Burton Lyng-Olsen og Dorde Veljkovic fikk begge prisen Hederlig omtale (Honourable Mentions) for sin innsats. Denne prisen vil si at de var blant de 67 % beste deltakerne. I tillegg bestod Norges lag i år av Åsmund Runningen, Samuel Klouman Stoknes og Theodor Ryan som alle bidro med gode resultater, god stemning og et godt læringsmiljø i gruppen av de norske deltakerne. For å kunne delta er det et krav at man nettopp har avsluttet videregående skole og ikke fylt 20 år. De norske laglederne var Thomas Frågåt og Torbjørn Mehl som hadde med seg Edvard Johan Skaarberg Holen som observatør. I tillegg bidro Anders Lauvland, Nikolai Ustad Bjurholt og Mali Mehl som tilretteleggere og prøvevakter.

Det har vært et spesielt år og de norske deltakerne er takknemlige for muligheten til å kunne delta. «En stor takk til alle som var med på å organisere den norske fysikkolympiaden og som hjalp oss med forberedelser! De stilte seg til disposisjon og man kunne alltid komme med spørsmål, både om hvordan konkurransen blir organisert og mer faglige temaer. Det har vært et vanskelig år og jeg tviler ikke på at det var en stor jobb å organisere olympiaden midt i alt styret, men de lyktes veldig godt og jeg er takknemlig for at det gikk såpass fint!», sier Dorde på spørsmål om hva han ønsker å trekke frem fra olympiaden.

Årets teoretiske oppgaver handlet om fysikken i jordskjelv med utspring i undersjøiske fjellrygger, elektrostatisk linser og partikler og bølger. Den sistnevnte oppgaven ga deltakerne et innblikk kvantefysikkens verden og her stilte de norske elevene litt bedre forberedt, siden kvantefysikk har vært en del av fysikkpensumet i norsk videregående skole i mye større grad enn i andre land. I de eksperimentelle oppgavene måtte deltakerne gjennomføre målinger på ikke-ideelle kondensatorer og lysdioder hvor de måtte undersøke sammenhengen med temperaturen til både kondensatorene og lysdiodene. Årets oppgaver vil etter hver publiseres på de offisielle sidene til IPhO ([www.ipho-new.org](http://www.ipho-new.org)). Her finnes også alle tidligere oppgavesett tilbake til starten i 1967.



Deltakerne syntes flere av oppgavene var spennende og lærerike. Aasmund uttalte at den beste oppgaven de måtte løse i forbindelse med fysikkolympiaden var den norske oppgaven i den andre runden «hvor man skulle estimere vindhastigheten under et helikopter som svevde, når man visste rotordiameteren og tyngden på helikopteret. Denne oppgaven var spesielt god fordi den var så åpen at det ikke var i nærheten

av andre oppgaver vi har hatt».

De norske deltakerne opplevde IPhO som morsomt og vellykket, til tross for at de savnet kontakten med de andre deltakerne. Det ble arrangert flere sosiale aktiviteter via Zoom.

Vi venter med spenning på neste års olympiade som forhåpentligvis vil arrangeres fysisk i Hviterussland.

Thomas Frågåt

Fysikere på frimerker

## George Biddell Airy

Jeg vil i en serie artikler presentere fysikere avbildet på frimerker. De vil bli presentert i alfabetisk rekkefølge med en kort omtale av hvorfor de er blitt avbildet på det aktuelle frimerket.

George Biddell Airy (1801–1892) var en britisk astronom. Han er mest kjent for at han bestemte Greenwich-meridianen i 1851. Airy huskes også for at han fant hvilken begrensning diffraksjon av lys setter for oppløsningen av et teleskop.

En meridian knyttet til et sted er en sirkel med konstant lengdegrad som går rundt Jorda og passerer gjennom det aktuelle stedet og jordas poler (Figur 1). Meridiansirklene peker i retning nord-sør. Stjernene beveger seg over himmelen på samme måte som Sola fra øst mot vest. Banen til en stjerne danner en bue som er høyest over horisonten der stjernen passerer meridianen gjennom observatøren, det vil si et punkt på himmelen i retning sør (for oss på den nordlige halvkulen av Jorda). En slik meridianpassering kalles på engelsk for en «transit» (*passasje* på norsk), og teleskoper spesialdesignet for å måle stjerners posisjon ved passering av meridianen, kalles derfor transit-teleskoper (Figur 2).

Slike passasje-målinger ble konstruert og brukt av Airy og medarbeidere midt på 1800-tallet for å bestemme meridiansirkelen gjennom Greenwich-observatoriet i England. I 1884 ble det vedtatt ved en internasjonal meridian-konferanse i USA å la Greenwich-meridianen definere lengdegrad null for Jorda.

Airy forsket også på optiske fenomener. Når lys passerer gjennom et rundt hull dannes det, på grunn av diffraksjon, et mønster av en sentral lysende skive med konsentriske mørke og lyse ringer utenfor den. Den sentrale skiven kalles airyskiven, og skiven med ringene omtales som et diffraksjonsmønster. Airyskivens vinkelutstrekning, det vil si vinkelavstanden fra senterlinjen til



**Figur 1.** George B. Airy og Greenwich-meridianen markert med rødt på frimerke utgitt i Tonga i 1984 ved hundreårsjubileet for at Greenwich-meridianen ble definert som lengdegrad null på Jorda.



**Figur 2.** Frimerke utgitt i England i 1984. Det viser Airys transit-teleskop som ble brukt for å bestemme Greenwich-meridianen.



**Figur 3.** Frimerke utgitt i Nicaragua i 1994 som viser Airy, Kopernikus og diffraksjonsmønsteret som oppstår når lys passerer gjennom et sirkulært hull med mindre diameter enn lysets bølgelengde.

det første minimum er for små vinkler  $\theta = 1,22 \lambda/D$ , der  $\lambda$  er bølgelengden og  $D$  det sirkulære hullets diameter. Formelen viser at jo større blenderåpning et teleskop har, desto mindre radius har airyskiven, og desto bedre oppløsning oppnås med teleskopet.

På frimerket i Figur 3, utgitt av Nicaragua i 1994, vises et mønster av lys som har passert gjennom et sirkulært hull. Det sentrale lysende området er en airyskive. Den er omgitt av konsentriske mørke og lyse ringer.

Øyvind Grøn

# Materie fra lys

**En gruppe fysikere har produsert materie og antimaterie ved å la fotoner kolliderer med hverandre.**

**Øyvind G. Grøn** OsloMet – Storbyuniversitetet

## Forutsigelser

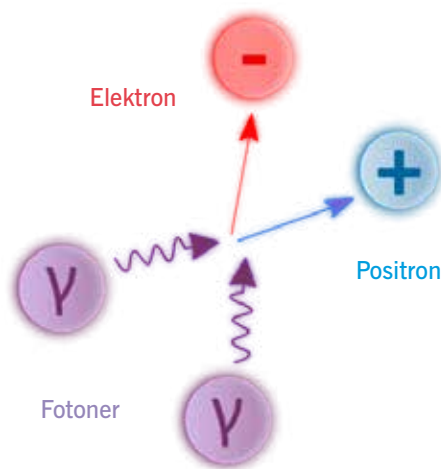
I 1928 forutsa den britiske fysikeren P.A.M. Dirac eksistensen av antimaterie, og i 1932 oppdaget den amerikanske fysikeren Carl Anderson elektronets antipartikkel – positronet. I 1930-årene forutsa fysikerne at materie og antimaterie har en merkelig egenskap. Når en materiepartikkel kolliderer med sin antipartikkel går begge partiklenes masse over til elektromagnetisk stråling – materie går over til energi. Det ble observert eksperimentelt først i 1970-årene.

Allerede i 1934 publiserte Gregory Breit og John A. Wheeler en artikkel i Physical Review med overskriften «Collision of two light quanta» (kollisjon av to lyskvanter) som dreide seg om hvordan man kunne produsere materie fra lys, eller mer spesifikt: om hvordan en kollisjon av to fotoner kan føre til dannelsen av et elektron-positron-par. Dette kalles nå Breit-Wheeler-prosessen (Figur 1).

Det er ikke lett å få to fotoner til å kolliderer og danne et elektron-positron-par. Breit og Wheeler viste at det trengs et ultrasterkt elektromagnetisk felt for å få det til.

## Elektron-positron-par dannet fra virtuelle og reelle fotoner

Breit og Wheeler foreslo at slike felt kan dannes hvis to ioner, det vil si ladde partikler, med prak-



**Figur 1.** Illustrasjon av Breit-Wheeler prosessen; at lys kan gå over til materie ved at to fotoner kolliderer og danner et partikkel-antipartikkelpar – et elektron og et positron. (Grafikk: Mathieu Michel Lobet)

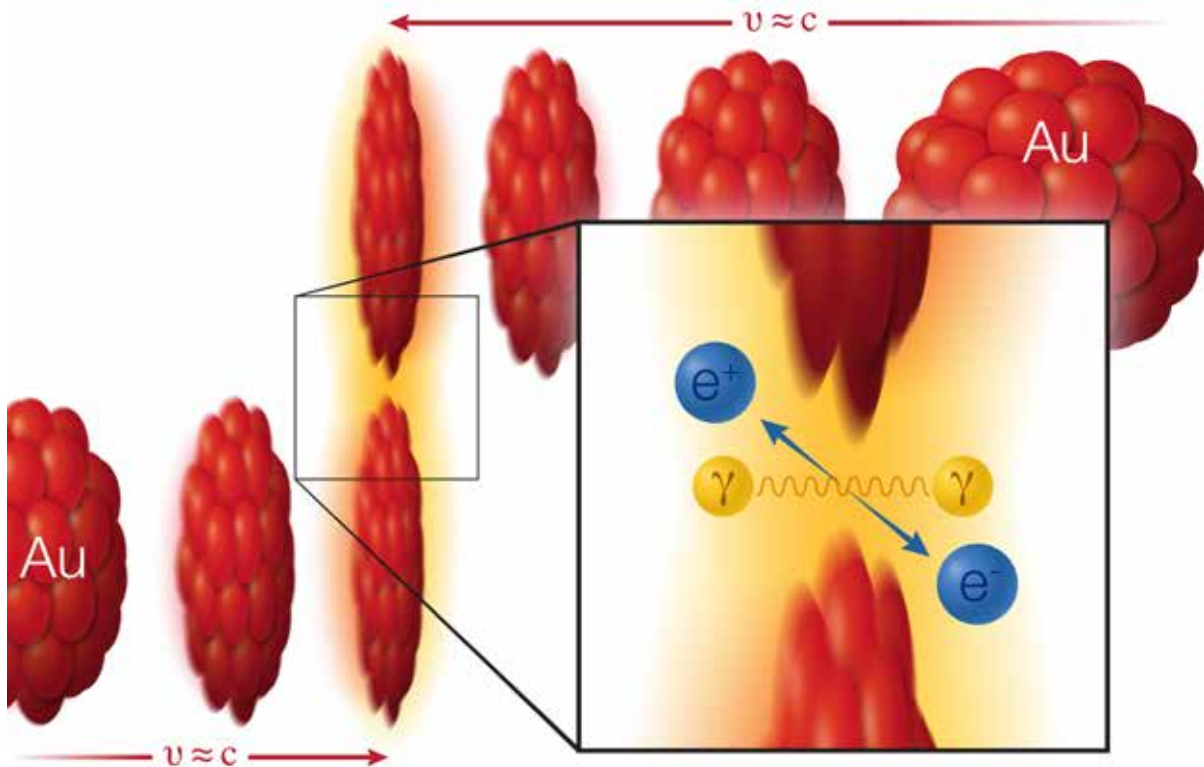
tisk talt lysets hastighet passerer hverandre i svært liten avstand. I denne sammenhengen oppstår en vanskelighet i tolkningen av et eksperiment hvor Breit og Wheelers forutsigelse skal testes.

Kvantemekanisk kan ionenes elektromagnetiske felt oppfattes som en sky av virtuelle fotoner som følger ionene. Når partiklene beveger seg med så å si lysets hastighet lengdekontraheres skyen av virtuelle partikler omtrent til et plan. Dermed blir tettheten av virtuelle fotoner mye større enn når partiklene er i ro. Ved passeringen oppstår et kort øyeblikk et ultrasterkt elektromagnetisk felt med en enormt stor tetthet av virtuelle fotoner. Det gir en stor økning av sannsynligheten for at noen av de virtuelle fotonene skal kolliderer med hverandre og danne elektron-positron-par.

Men Breit-Wheeler-prosessen er at elektron-positron par dannes fra kollisjoner av reelle fotoner, ikke virtuelle fotoner. Så hvor i det eksperimentelle opplegget kommer de reelle fotonene inn i bildet? I en artikkel [1] fra Brookhaven National Laboratory gis følgende forklaring. Reelle fotoner kommer fra kvantisering av elektromagnetiske bølger. Bølgene går med lyshastighet, og i en elektromagnetisk bølge er det elektriske og magnetiske felter som står vinkelrett på hverandre.

En ladning i ro omgir seg bare med et radielt elektrisk felt. Når ladningen beveger seg gir den også opphav til et magnetisk felt. De magnetiske feltlinjene går i sirkel rundt banen til partikkelen og står ikke vinkelrett på det radiale elektriske feltet. Men når partikkelen går med praktisk talt lysets hastighet lengdekontraheres det elektromagnetiske felt og befinner seg i et plan gjennom ladningen vinkelrett på bevegelsesretningen. Da står magnetfeltet vinkelrett på det elektriske feltet. I denne situasjonen gir en kvantisering av det elektromagnetiske feltet samme resultat som en kvantisering av elektromagnetiske bølger: reelle fotoner.

Når ladningene passerer nær hverandre med ultrarelativistisk hastighet dannes både en tett sky av virtuelle fotoner og en tett sky av reelle fotoner. Både reelle og virtuelle fotoner kan kolliderer og danne elektron-positron-par. I en test av om Breit-Wheeler-prosessen virkelig skjer er man bare interessert i elektron-positron-parene dannet fra reelle fotoner.



**Figur 2.** Illustrasjon av hvordan to ioner som beveger seg mot hverandre med praktisk talt lyshastighet og passerer svært nær hverandre, produserer en sky av virtuelle fotoner med stor tetthet der noen av dem kolliderer og går over til elektron-positron-par. (Grafikk: Brookhaven National Laboratory)

Hvordan kan man skjelve elektron-positron-par dannet fra virtuelle fotoner fra elektron-positron-par dannet fra reelle fotoner? Dette ble gjort i et nylig utført eksperiment og vil bli omtalt i neste avsnitt.

### Eksperimentell bekreftelse

Breit og Wheelers forslag er nå realisert for første gang ved hjelp av partikkelakseleratoren Relativistic Heavy Ion Collider (RHIC) ved Brookhaven National Laboratory i USA. En rapport om eksperimentet er publisert i Physical Review Letters 27. juli 2021 [2]. Brookhaven National Laboratory publiserte 28. juli en pedagogisk artikkel om eksperimentet [1]. Det er også omtalt i en populærartikkel av Brian Koberlein i Universe Today [3].

En stor forskergruppe brukte data fra RHIC og studerte 6085 hendelser der gull-ioner ble skutt mot hverandre med 99,995 % av lysets hastighet og passerte svært nær hverandre uten å kollidere. Ved passeringene oppsto ultrasterke elektromagnetiske felter hvor både virtuelle og reelle fotoner kolliderte med hverandre og dannet elektron-positron-par (Figur 2).

Forskerne hadde på forhånd foretatt beregninger som viste hvordan vinkel- og energifordelingen

av elektron-positron-parene ble for par dannet fra virtuelle og reelle fotoner. Heldigvis viste beregningene at det ville være tydelige forskjeller.

Målingene gjorde det dermed mulig å fastslå at det var blitt dannet elektron-positron-par fra kollisjoner av reelle fotoner. Det var blitt dannet materie fra lys. Dermed var Breit og Wheelers forutsigelse fra 1934 bekreftet 87 år etter forutsigelsen. ■

### Referanser

- [1] Brookhaven National Laboratory. «Collisions of Light Produce Matter/Antimatter from Pure Energy». Lenke: [www.bnl.gov/newsroom/news.php?a=119023](http://www.bnl.gov/newsroom/news.php?a=119023).
- [2] J. Adam og medarbeidere. «Measurement of  $e^+e^-$  Momentum and Angular Distributions from Linearly Polarized Photon Collisions». Phys. Rev. Lett. 127, 052302 (2021).
- [3] B. Koberlein. «Matter from Light. Physicists Create Matter and Antimatter by Colliding Just Photons». Universe Today. 14. August 2021. Lenke: [www.universetoday.com/152181/matter-from-light-physicists-create-matter-and-antimatter-by-colliding-just-photons/](http://www.universetoday.com/152181/matter-from-light-physicists-create-matter-and-antimatter-by-colliding-just-photons/).



**Figur 1.** George Casely bruker en hasselkvist til å finne vann på gården sin i Devon i Storbritannia. (Foto: Ministry of Information Photo Division Photographer)

## Ønskekvistfenomenet – del 1: En personlig beretning om en pussig folketradisjon

**Arnt Inge Vistnes** Emeritus, Fysisk institutt, UiO

Fysikk forbindes gjerne med svært avanserte eksperimenter og teorier i utforskning av svarte hull, big bang og liknende, men slik forskning påvirker i liten grad vitenskapelig tenkemåte i befolkningen. Det kan derfor være nyttig også å berette om hvordan fysikk, logisk tenkning og vitenskapelige metoder kan brukes på problemstillinger folk flest kan forstå. Det kan gi bedre kompetanse i samfunnet om hvordan vi kan finne ut hva vi kan stole på og ikke.

Jeg vil i to artikler fortelle litt om ønskekvissten og såkalt «jordstråling». I første del presenteres folketradisjonen og verktøyene som brukes og enkle eksempler på tester av påstander. I andre del vil jeg presentere en større dobbeltblind studie som vi gjorde for mange år siden som hittil ikke har vært publisert. Nå bør resultatene bli allment kjent – blant annet fordi det har klare paralleller til dagens diskusjon om «el-overfølsomhet» og «stråling» fra mobiltelefoner, WiFi-enheter og smarte strømmålere.

Men hva har ønskekvisster med fysikk å gjøre? «Kvistgjengere» mener at utslaget de får har sammenheng med «jordstråling» fra «vannårer»

i bakken (Figur 1). Men er jordstråling en eller annen form for fysisk stråling? Og kan det hende at enkelte mennesker er langt mer følsomme for slik stråling enn andre? Det er mange oppfatninger og mye folkelig overtro, men kan det være noe her som har vitenskapelig interesse?

### Litt fysikk knyttet til ønskevist og søkevinkel

Ønskekvisster ble i «gamle dager» vanligvis laget av en kløvgrein av et løvtre, helst ferskt etter den var kuttet. Kvisten tørket imidlertid opp i løpet av få dager, og da ble den stiv og ikke så lett å bruke. Etter hvert ble derfor ønskekvisster laget av plaststaver av passe stivhet. En ca. 5 mm diameter plaststang, bøyd kraftig på midten, fungerer fint (se Figur 2).

Ønskekvissten spennes opp på en spesiell måte i handa. På hver hånd trykker den mot gropa mellom tommel og pekefinger på den ene siden og lillefinger på den andre. Det vesentlige er å bøye kvisten akkurat så mye at alle fire trykkpunktene ligger nesten på en rett linje (se Figur 3). Da kommer den i en labil likevekt, og det skal svært liten vridning av underarm eller håndledd aksialt





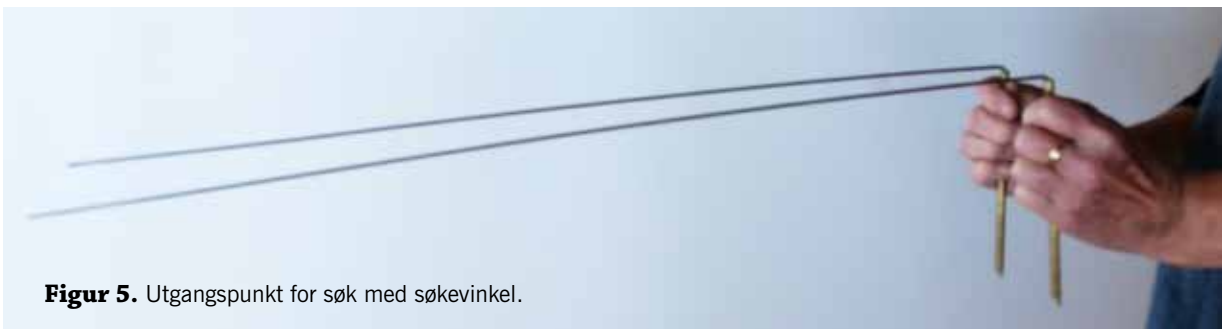
**Figur 2.** Ønskekvister lages i dag gjerne av en ca. 5 mm diameter tykk bøyd plaststav.



< **Figur 3.** Ønskekvisten slik den vanligvis holdes i hånden. Merk at man må bøye ytterpunktene slik at kontaktpunktene i hånden nesten ligger på en rett linje.



^ **Figur 4.** Søkevinkel lages gjerne av sveisetråd bøyd i rett vinkel og ene enden tredd gjennom et hult metallrør.



**Figur 5.** Utgangspunkt for søk med søkevinkel.

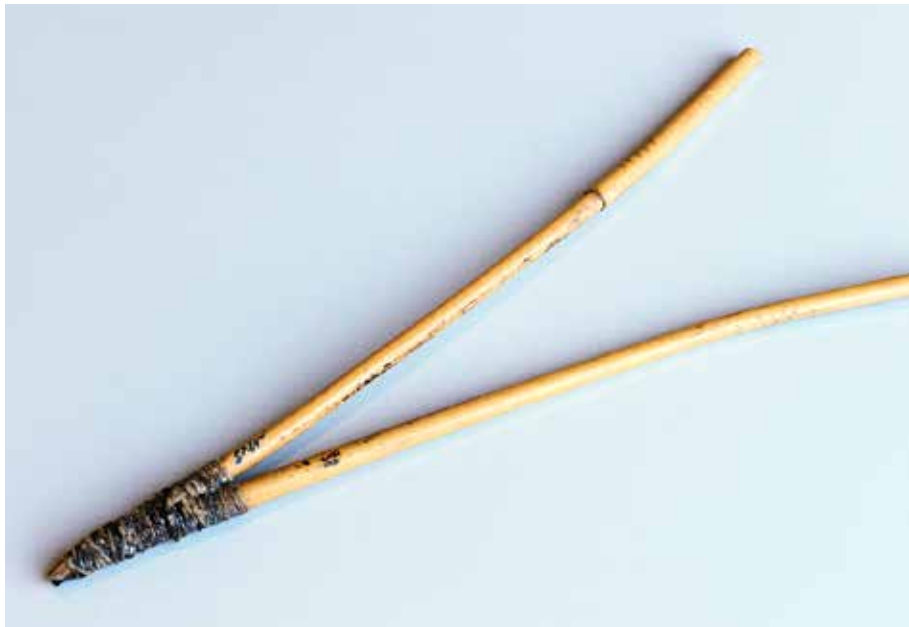
før man får et betydelig dreiemoment, og ønskekvisten vrir seg oppover eller nedover. Og siden vi har klemte til kvisten for å få trykkpunktene slik vi ønsker, har vi tilført kvisten en potensiell energi. Når den vrir seg, frigjøres mye av denne energien, og det kan gi inntrykk av at «kvisten trekkes kraftig ned på grunn av jordstrålingen». Mange opplever dette som en reell kraft som kommer utenfra en selv.

Det ble etter hvert også brukt «søkevinkler» som et alternativ til ønskekvist. En søkevinkel lages ofte av «sveisetråd» som er bøyd 90 grader

ca. 15–20 cm fra en av endene (se Figur 4). Kortenden puttes inn i et hult rør med indre diameter litt større enn diameteren til sveisetråden. Dette røret blir «håndtaket» på søkevinkelen. Man holder først søkevinklene på skrå nedover foran seg selv. De er da parallelle. Man retter så langsomt opp håndtakene slik at de blir mer og mer loddrette, men ikke 100 % (se Figur 5). Da vil søkevinklene fortsatt være parallelle og vender forover, men ved en minste aksial rotasjon av håndledet eller underarmen vil én eller begge søkevinklene dreie seg i en eller annen retning.



**Figur 6.** «Mand, der viser vand» er et maleri av den danske kunstneren Hans Smidth (1839–1917).



**Figur 7.** Ønskekvisten som min oldefar brukte for bortimot 100 år siden.

Vi ser at i begge tilfeller er det snakk om en labil likevekt, og enhver påvirkning på kvistgjengeren vil ha et potensiale for at det blir et utslag – enten at ønskekvisten slår nedover eller oppover, eller at søkevinklene dreier seg til siden på en eller annen måte.

Det synes som om både fysiske og psykiske påvirkninger på kvistgjengeren kan føre til utslaget. Det trengs ingen ytre energi for at dette skal kunne skje.

I forsøk der flere personer er sammen når man går med ønskekvist, er det gjentatte ganger vist at det blir god korrelasjon mellom utslagene til de kvistgjengerne som deltar. Dette fører til at kvistgjengerne får en sterk følelse av at jordstråling er et reelt fenomen.

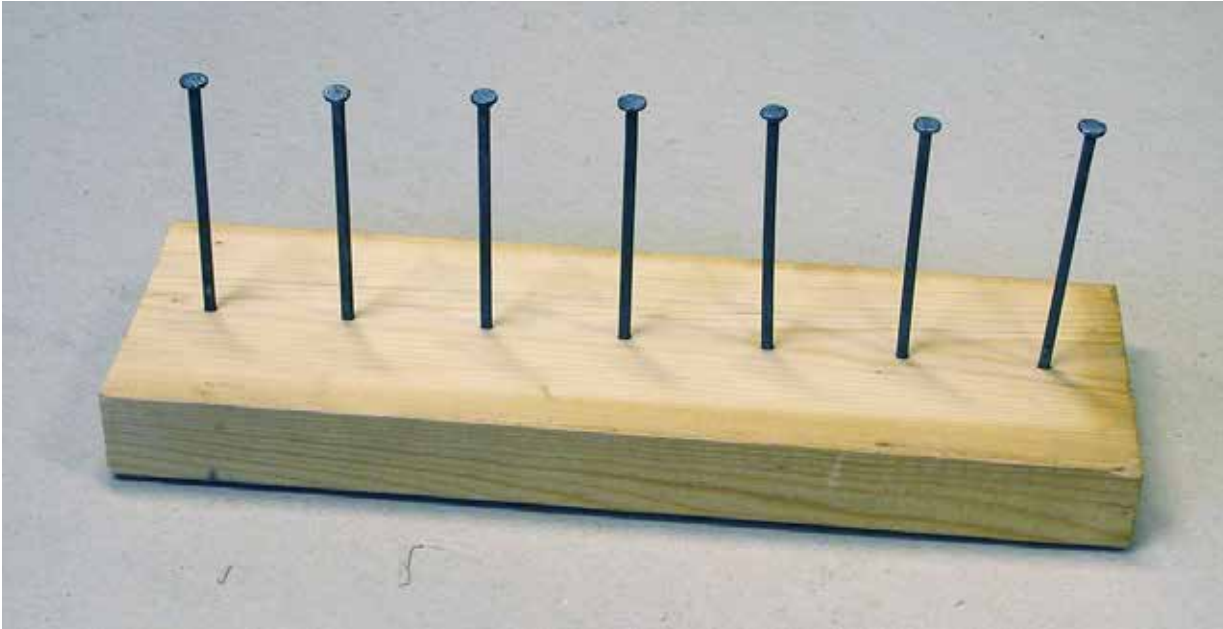
Det er imidlertid også en del forskjeller i kvistgjengernes respons og deres forklaringsmodeller for hva som ligger bak. Det at mange får utslag på samme sted er erfaringer fra samlinger der de ulike kvistgjengerne observerer hverandre. Det er da ikke usannsynlig at forventningene som «ligger i luften» synes å være nok til at man får utslag – fullstendig uten at man bevisst gjør endringer på hånden for å få utslag. Har man først fått utslag en gang på et sted, vil man ofte helt ubevisst få utslag på samme sted neste gang. Det vil skje også når kvistgjengere går alene. På den måten kan man forsterke inntrykket av at jordstrålingsonene er reelle.

### **Blandete erfaringer fra mine barneår**

Jeg fikk tidlig møte folketradisjonene knyttet til ønskekvist og jordstråling. Min oldefar, den såkalte «første Vistemannen», ofte kalt BSA Vistnes, var «naturlege» og brukte ønskekvist. På interkommunalt arkiv i Stavanger har de blant annet en ønskekvist han brukte. Min oldefar døde da jeg var to år, så jeg kjenner ikke hans tanker omkring denne folketradisjonen.

Hans sønn, min farfar, Alv Vistnes, også kalt «den andre Vistemannen», var også «naturlege» og helbredet mange pasienter – stort sett ved hjelp av avkok fra urter. Fra ham fikk jeg en god innføring i folketradisjonen. En av hans grunnleggende ideer var at jordstråling kunne føre til sykdommer, mer eller mindre av alle slag. Det var derfor viktig å kartlegge jordstrålingen i huset der pasienten bodde – og spesielt var det viktig at senga ikke var plassert over en jordstrålingsone.

Jordstrålingen syntes å komme fra «vannårer» i grunnen under huset, og fulgte da stort sett rette linjer som kunne ha hvilken som helst retning. Spesielt ille var jordstrålingen over områder der to vannårer krysset hverandre. Jordstrålingen kunne, ifølge tradisjonen, påvises i et vertikalt plan langs vannårene, opp til mange meter (flere etasjer) over selve vannårene. Sett fra en fysikers synsvinkel, kan det bemerkes at det aldri var snakk om noe «diffrak-



**Figur 8.** Spikerbrettet som min farfar brukte for å «skjerme for jordstråling».

sjon». Strålingsbeltet var like smalt uansett hvor høyt man undersøkte strålingen.

### **Skjerming av jordstråling**

Min farfar anbefalte sine pasienter å flytte sengen dersom den var plassert over en vannåre. Det førte ofte til bedring i sykdomsbildet for pasienten. Iblant var det umulig å flytte senga. Da var løsningen «å skjerme» for jordstrålingen. Min farfar hadde ulike strategier for dette.

Ett skjermingsremedium var en rekke spiker i en plankebit. Spikrene måtte være fem-seks tommer lange (se Figur 8). Han mente at dersom han satte disse spikrene opp ned på tvers av en vannåre, ville spikrene fungere som «antenn» og føre all stråling gjennom dem. I flere meters avstand kunne man da ikke lenger kjenne strålingen. Men dersom han la planken slik at spikrene lå flatt (vannrett), fungerte ikke skjermingen.

Allerede som liten gutt hadde jeg en interessant opplevelse på dette området. Farfar skulle demonstrere skjermingen for far min. Han påviste først jordstråling i huset vårt, og fant ut hvor han mente skjermingen ville fungere bra. Han la først spikerbrettet på det aktuelle punktet – med spikrene flatt, og viste at skjermingen ikke virket. Han satte deretter opp spikrene riktig og tok far min med seg rundt i huset for å vise at skjermingen faktisk var meget effektiv: strålingen hadde

forsvunnet overalt (utenom spikrene). Det farfar ikke visste, var at straks etter at han forlot spikrene hadde jeg lagt spikrene horisontalt igjen. De skulle da IKKE virke som skjerming ifølge ham selv, men han demonstrerte det motsatte – fordi han rett og slett trodde at spikrene var rettet vertikalt. Da han kom tilbake til plankebiten og oppdaget at jeg hadde lurert ham, ble han fryktelig sint, men holdt seg i skinnet. Verken han eller jeg fortalte om denne hendelsen til far min.

Jeg har siden to ganger gjennomført dobbeltblindt forsøk med kvistgjengere som hadde andre typer skjermingsremedier. En gang en slags loop-antenne med litt elektronikk koblet til, og en gang med en spesiell stjerne preget inn i en massiv kobberplate. Ingen av disse var med på det mer omfattende forskningsprosjektet jeg gjorde og som blir gjennomgått i del 2 av denne artikkelen.

Den første testen ble gjort på sparket og ble derfor ikke så troverdig som den kunne vært. Resultatet var at skjermingen ikke fungerte, men jeg klarte ikke å overbevise testpersonen om dette siden han ikke var fullt ut innforstått med dobbeltblind-tester og hvordan vi kan konkludere fra disse.

Testen med stjernen i kobberplaten (se Figur 9) ble gjennomført på en mye grundigere måte. Utgangspunktet var at forsøkspersonen var overbevist om at stjernen på kobberplaten fjernet jordstråling i et mange meter vidt område rundt



**Figur 9.** En kobberplate med en spesiell stjerne innpreget, skulle fjerne jordstråling i en radius på flere meter, ifølge en kvistgjenger. Hans oppfatning ble testet ved et dobbelt blindt forsøk.

stjernen. Vi testet på forhånd at alt fungerte som det skulle når forsøkspersonen visste om skjermingen var på plass eller ikke. Uten skjerming kunne personen kjenne jordstrålingen – med skjerming kunne han ikke kjenne noe stråling. Det var aldri noen tvil.

Vi gikk så gjennom forsøket, at vi skulle ha ti ulike tester der han skulle avgjøre om skjermingen var på plass eller ikke, men han skulle ikke kunne se kobberplaten. Mellom hver test skulle platen enten legges på plass eller ikke, fem av ti omganger skulle den være på plass, men rekkefølgen av på plass eller ikke på plass var generert av en randomgenerator.

Vi gikk gjennom statistikken og var enige i hvilken konklusjon vi måtte trekke ut fra ulike mulige utfall av testene. Var det mer enn 7–8 av 10 tester som var «korrekte», kunne vi ha en rimelig tillit til skjermingen, men var det bare om lag 5 av 10 som var korrekte, måtte vi konkludere at skjermingen ikke fungerte. Forsøkspersonen mente at det ikke var noe problem, for han forventet at det ble 10 av 10 riktige. Det var jo det han hadde erfart inntil da.

Det var jeg som la ut eller fjernet platen fra test til test, og jeg noterte forsøksnummer og plassering av platen. Jeg ga et lyssignal hver gang forsøkspersonen kunne sjekke om skjermingen var på plass eller ikke, og en medhjelper noterte hans konklusjoner.

Alle disse detaljene er viktige for å få et dobbeltblindt eksperiment. Det essensielle i en slik undersøkelse er at forsøkspersonen ikke skal ha NOE mulighet for å skjønne om forsøksbetingelsen (kobberplaten) er til stede eller ikke mens han/hun vurderer om situasjonen (merker jordstrålingen eller ikke). Heller ingen av de personene forsøkspersonen kommer i kontakt med i løpet av selve eksperimentet må kjenne til om forsøksbetingelsen er til stede eller ikke.

Alle ti testene ble gjennomført før resultatene ble sammenlignet. Jeg ville ikke likt om vi fikk et resultat 6 eller 7 av ti, for da ville det bli vanskelig å konkludere relativt entydig. Heldigvis for meg ble det nettopp 5 av ti som var korrekte, og da var konklusjonen grei – trodde jeg.

Forsøkspersonen aksepterte at det var bare 5 av 10 som var korrekte. Han klaget ikke på forsøket, for det var så gjennomskiktig og enkelt (men dobbeltblindt) at det ikke var stort å klage på. Men plutselig kom det helt nye argumenter på bordet: «Jeg sov litt dårlig i natt. Det var nok det som gjorde utslaget!» Han var fortsatt ikke i tvil om at skjermingen faktisk virket – det var bare han selv som ikke helt hadde fått vist det akkurat den dagen.

### **Tror du på jordstråling og skjerming?**

I dag er det ikke mange som er opptatt av «jordstråling» og «vannårer», men senest for noen uker siden fikk jeg reklame for skjermingsremedier for



jordstråling av et relativt stort firma på Østlandet. De som selger slike remedier er ofte sikker på at de virker. Han eller hun kan sjekke hvor de mener det er jordstråling på forhånd, sette opp skjermingen, og sjekke resultatet. Har man tiltro til at skjermingen er god, fører det gjerne til at den lille ekstra påvirkningen man ellers ville hatt, ikke kommer. Man får ikke utslag. Ergo: Skjermingen fungerer.

Ulike former for «overtro» er svært seiglivet. Man kan komme med så mange «bevis» på at overtroen er feil, uten at det får noe særlig slagkraft i de miljøene der overtroen flourer.

Men dette er ikke bare en svakhet hos noen andre ... Erfaring også fra eget liv er at det er vanskelig å ta inn over seg at man iblant går rundt og lurer seg selv – i årevis. Det er mer behagelig å finne en eller annen bortforklaring og fortsette som før.

For å være ærlig er dette vel et generelt trekk for mennesker generelt, også innen vitenskap. Thomas Kuhn snakker om paradigmeskifter i vitenskap. Mellom hvert skifte har man «normalvitenskap» der man holder fast på et spesielt tankesett og er ikke særlig åpne for andre ideer. Mest kjent er vel det geosentriske verdensbildet i middelalderen, hvor man innførte stadig nye episykler for å få overensstemmelse mellom observasjoner og teori. Det gikk lang tid før de fleste innså at det var bedre å skifte tankesettet helt og anse Solen som senter for planetbevegelsene. Vi har kanskje noen klare paralleller også i vår tid ...?

## Fortsettelsen

Jeg har i denne første del av artikkel om jordstråling gitt en kort innføring om ønskevist, der blant annet «skjerming av jordstråling» har vært et tema. Erfaringene har ikke vært gode, men kan vi egentlig fra dette slå fast av jordstråling kun er overtro? Selv om man kan vise i dobbeltblind-tester at skjerming ikke fungerer, er det likevel i prinsippet en mulighet for at det tross alt er NOE fysisk som ligger bak responsen til kvistgjengere. Dersom det er tilfelle, bør det være slik at flere ulike kvistgjengere uavhengig av hverandre kan påvise jordstrålingsoner omtrent på de samme områdene – under dobbeltblindt opplegg. I del 2 av denne artikkelen skal vi se nærmere på dette. ■

## Referanser

- [1] Winje, Trond. «Ønskevisten. Søking med kvist og pendel.» 1983, J.W. Cappelen forlag, 103 sider.
- [2] Bird, Christopher. «The divining hand. The 500-year-old mystery of dowsing.» 1979, E.P. Dutton, New York, 340 sider.
- [3] Osswald, Dr. Kurt med flere. «Zur Klärung der Wünschelrutenfrage. Heft 13.» 1930, Von R. Oldenbourg verlag, 72 sider.

Husk å melde adresseendring til  
[nfs.styret@gmail.com](mailto:nfs.styret@gmail.com)



# Astronomi

Abonner på Norges beste populærvitenskapelige blad om verdensrommet!

- › Astronominyheter
- › Observasjonstips
- › Fyldige artikler
- › Historikk
- › Filmanmeldelser og mer!

[www.astronomi.no](http://www.astronomi.no)



## Har du draget?

### En undersøkelse av ingeniørstudenters kunnskaper og ferdigheter i mekanikk etter eksamen

**Hvordan kan kvaliteten på studenters læringsutbytte i fysikk måles på en god måte? Her presenteres en metode med ny vurdering en god stund etter eksamen. Denne vurderingen tyder på at studentene mangler konseptuell forståelse av mekanikk og har lite læringsutbytte i fysikk.**

**P. Thorvaldsen, T. Sjørusen og T. Buanes**

Fakultet for ingeniør- og naturvitenskap, Høgskulen på Vestlandet

Fysikk er et disiplinfag som inngår i alle ingeniørstudier. Fysikk er vitenskapen om den livløse delen av naturen, om hvordan universet er bygget opp og om kreftene som virker på og mellom alt som utgjør universet [1]. I de nasjonale retningslinjer for ingeniørutdanning [2] står det at «Fysikkundervisningen for alle studieretninger må inneholde en konsolidering og fordypning av studentens kunnskaper i klassisk (grunnleggende mekanikk, herunder fart, akselerasjon, krefter og Newtons lover på vektorform; arbeid, energi, effekt og bevaringslover) fysikk.» En ser at klassisk mekanikk vektlegges og det skal bygges videre på de kunnskaper og ferdighetene studentene allerede har opparbeidet seg.

I stortingsmelding 16 *Kultur for kvalitet i høyere utdanning* [3] kreves det at studentene skal oppnå best mulig læringsresultater og personlig utvikling og at undervisningen skal være studentaktiv. «Selv om forelesninger kan fungere godt, er de ikke alene spesielt godt egnet for dybdelæring. Dette taler for at forelesningen i større grad bør erstattes eller kombineres med undervisningsformer der studenten selv spiller en mer aktiv rolle».

Hva er kvalitet i utdanning og hvordan kan den måles og eventuelt forbedres? Det er omtrent like mange meninger om kvalitet som det er pedagoger, undervisere og studenter. Kristin Clement som var utdannings og forskningsminister fra 2001 til 2005 og stod for Kvalitetsreformen i høyere utdanning [4] formulerte det slik i et foredrag i P2-akademiet [5]: «Det er gjort flere forsøk på å finne kriterier for hva som er kvalitet både i høyere utdanning og i grunnopplæringen. De fleste ender opp med en lang liste med kriterier, men det er særlig tre perspektiver som synes å gå igjen.

- For det første vises det til de ytre rammene for undervisningen i form av ressurser, som for eksempel bevilgninger, antall lærere, lokaler og utstyr.

- Det andre kriteriet legger vekt på selve læringsprosessen, og omfatter bl.a. innholdet i undervisningen, hvordan undervisningen er lagt opp og hvilke metoder som benyttes.
- Et tredje kvalitetskriterium omtales ofte som resultat kvalitet, det vil i korthet si elevens eller studentens utbytte av utdanningen, ikke bare i form av karakterer, men i form av et helhetlig læringsutbytte.»

Artikkelen konsentrerer seg om de to siste kriteriene for kvalitet. Ved å bruke en ny måte å vurdere studentenes læringsutbytte, nemlig ved å foreta en test av fysikkforståelse en stund etter avlagt eksamen, kan man evaluere resultat kvaliteten og kvaliteten på selve læringsprosessen. Det siste kan brukes til å forbedre undervisningsmetoder og læringsstrategier. Fra TIMSS Advanced [6] er det fremlagt alarmerende rapporter om den synkende kvaliteten i fysikkfaglig kunnskap og forståelse blant elever i den videregående skole. Denne artikkelen tar sikte på å kartlegge læringsutbytte av fysikkundervisning i høyere utdanning, ved å teste fysikk-kunnskapen til et utvalg ingeniørstudenter ved Høgskulen på Vestlandet. Det presiseres at artikkelen er ment som et «proof of concept», med søkelys på metoden. De fremlagte resultatene kan leses som en tendens. En større og mer omfattende kartlegging er nødvendig for å dra konklusjoner om ingeniørstudenters utbytte av fysikkundervisningen og hvorvidt den bør endres for å oppnå høyere kvalitet. Vi har valgt å sette søkelys på studentenes evne til å anvende Newtons lover i denne studien. Newtons lover står sentralt i vår makroskopiske konseptuelle forståelse av naturen rundt oss. Kunnskap om Newtons lover vektlegges også spesielt i nasjonale retningslinjer for ingeniørutdanning [2].

### Data og metode

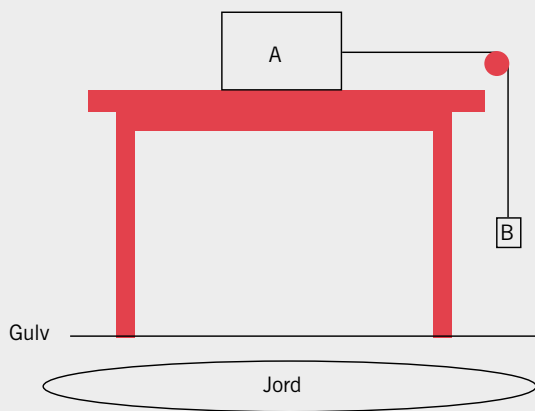
Undersøkelsen ble gjennomført med elektrofagstudenter ved Høgskulen på Vestlandet som hadde avlagt sin siste fysikkeksamen for ett eller flere semestre siden. Undersøkelsen har blitt gjennomført med to avgangskull. Basert på resultater fra disse to årskullene valgte vi å gjøre det samme i en andre klasse i elektronikk for å se om avstand i tid til eksamen hadde noe å si for resultatene.

Datainnsamlingen ble delt inn i to elementer. Den første delen kartla studentenes egen oppfatning av eget kunnskapsnivå innen mekanikk og deres forhold til faget. Det var fem spørsmål av generell art.

- Hvilket fysikkemne som var lettest?
- Hva synes du om snordragsoppgaver?

**Figur 1.** Oppgaven som studentene ble bedt om å gjøre.

På figuren har vi en klosse A med en masse  $m_A$  og et lodd B med masse  $m_B$ . Bordet er svært glatt, snoren svært lett og trinsen masseløs og uten friksjon.



- Tegn figur med alle kreftene som virker på klossen og loddet.
- Forklar tydelig hvordan du regner ut akselerasjonen for klossen. Finn formel.
- Finn snorkraften (snordraget) på klossen og loddet.
- Vi stanser klossen og holder den i ro. Hvor stor blir snorkraften da?

- Du synes fysikk var? – vanskelighetsgrad
- Du synes fysikk var? – følelser for
- Er fysikk nødvendig?

Denne undersøkelsen ble gjort med det direkte responssystemet Kahoot. 71 studenter responderte. Det var 36 studenter i avgangskull 2019, 22 studenter i avgangskull 2020 og 14 studenter i elektronikk andre klasse som deltok i undersøkelsen (Tabell 1). Utfra disse svarene kan vi konkludere med at studentene som deltok i undersøkelsen synes at temaet *Newtons lover og krefter* er lettest av de fire temaene som utga svaralternativene.

Etter det ble det delt ut uten forvarsel en snordragsoppgave for å teste kunnskapen i Newtons mekanikk. Oppgaven er velegnet til å avsløre om studentene har en god konseptuell forståelse av mekanikk og kan bruke den kunnskapen i praksis. Oppgaven er gjengitt i Figur 1.

Studentene ble bedt om å oppgi forkunnskaper og fikk et ark til å gjøre oppgaven på slik at en i ettertid kunne se hvordan de hadde arbeidet med den. Det ble avsatt en halv time til oppgaveløsning og det var kun få studenter som satt tiden ut. 45 studenter gjennomførte denne delen av undersøkelsen.

I etterkant ble materialet analysert i form av enkle statistikker og grundig gjennomgang av alle besvarelsene for å se etter kollektive mønster og hvor studentene mestret eller eventuelt feilet.

Spørsmål	Svaralternativer			
Hvilket fysikkemne var lettest?	Newtons lover og krefter	Energi	Termofysikk	Moderne fysikk
# responser	52	12	2	2
Hva synes du om snordragsoppgaver?	Uforståelig	Vanskelig	Lette	Har ikke hatt
# responser	8	29	29	2
Du synes fysikk var	Lett	Overkommelig	Forståelig	Vanskelig
# responser	5	35	16	11
Du synes fysikk var	Moro	Kjekt	Sånn passe	Nitrist
# responser	18	25	23	6
Er fysikk nødvendig?	Ja	Tja	Tnei	Nei
# responser	60	8	1	2

**Tabell 1.** Resultater fra undersøkelse.

## Resultater

Etter at undersøkelsen var utført ble studentene informert om at de skulle gjøre en snordragsoppgave for å teste påstanden om at Newtons lover og krefter var det enkleste. I det første tredjekull avgangskullet forlot 24 studenter lokalet umiddelbart, og kun tolv tok testen. Avgangskullet som ble testet året etter var det kun 3 studenter som gikk og 19 tok testen. I andre års elektronikk-klasse gjennomførte alle 14 testen. Resultater fra de tre testene med snordragsoppgaven er gjengitt i Figur 2.

## Diskusjon

Undersøkelsen viser at studentene klart mente at Newtons lover og krefter er lettest. På spørsmålet om hva de syntes om snordragsoppgaver spriker svarene litt mer, men de fleste responderte at de var enten lette eller vanskelig. At så mange mente snordragsoppgaver er vanskelige, er ikke i samsvar med å synes at Newtons lover og krefter er et lett fysikkemne da snordragsoppgaver på en meget god måte tester nettopp kunnskap og ferdighet med Newtons lover og krefter.

Med dette ble hypotesen om at Newtons lover og krefter var lett postulert og snordragsoppgaven ble gitt for å teste hypotesen.

I Figur 2 er resultatene for de tre kullene vist. Det er helt klart at brorparten av studentene ikke har forståelse for konsekvensene av treghet eller dynamikk. Mange satt opp formler, riktige eller uriktige, uten å kunne anvende dem.

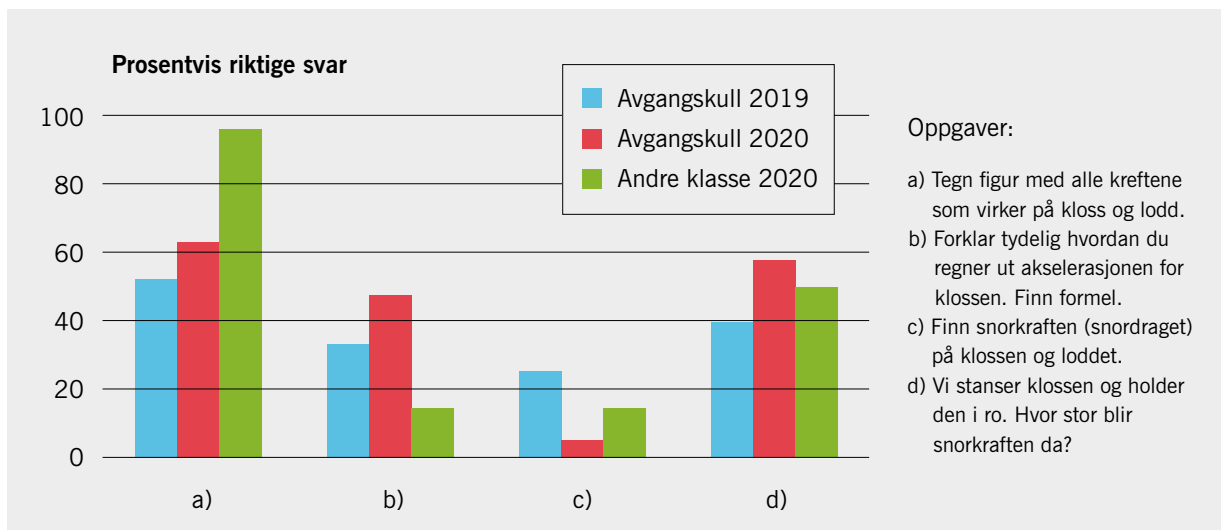
Når en ser på variasjon i andelen rette svar med utgangspunkt i forkunnskaper scorer ikke

uventet de som hadde FY1 og FY2 best på de fleste oppgavene.

Det er interessant å observere at studentene mente at Newtons krefter og lover var lette, men ikke klarte å gjøre en oppgave som brukes til å vurdere kunnskaper i klassisk mekanikk. En mulig forklaring som også andre har pekt på [7], er at en i en undervisning preget av forelesninger tror at en kan ting når en ser læreren utføre oppgaver. Fysikkundervisningen disse studentene har blitt utsatt for er ren forelesning uten laboratoriumsundervisning. Besvarelsene deres i snordragsoppgave tyder på at de ikke har gjort mange oppgaver eller har konseptuell forståelse av fysikk. En annen faktor som kan få studentene til å tro at Newtons lover og krefter er lett er at selve Newtons lover er enkle å formulere. At de er vanskelig å forstå og bruke er har de tydeligvis ikke oppdaget.

NOKUTs Studiebarometeret har som formål å måle studiekvalitet basert på tilbakemeldinger fra studenter. Ingeniørstudenter rapporterer en god studieinnsats, men skal læringstrykket økes kreves mer undervisning eller undervisning tilpasset studentenes behov [8]. Med de svake resultater som snordragsoppgaven ga tross god studieinnsats, kan det se ut som studentene ikke får undervisning tilpasset deres behov. Det som mangler er grunnleggende forståelse og øvelse. Vi bør vurdere om de lærebøker som brukes gir studentene den ønskede forståelse [9] og om vi har fornuftig utstyr til å demonstrere Newtons lover. En Atwood-maskin hadde vært en god start [10].





**Figur 2.** Variasjon i resultater basert på kull og avstand fra avlagt eksamen.

Er fremgangsmåten med å vurdere studentens fysikk-kunnskaper en god stund etter eksamen en god måte å måle kvaliteten på? Bruken av eksamen kritiseres blant annet for den kun vurderer kunnskap der og da og at mange studenter topper formen med instrumentelt pugg. Eksamen sees på som et nåløyne en må igjennom. Med tanke på at læring er det som sitter igjen over tid, er det å vurdere studenter en stund etter eksamen meget fornuftig og en god indikator for faglig kvalitet.

### Konklusjon og videre arbeid

Å bruke vurdering en god stund etter eksamen er en interessant måte å måle kvalitet på læringsutbytte og undervisningsmetoder. Med nåværende undervisningsmetoder som primært består av forelesninger innser ikke studentene egne manglende kunnskaper og ferdigheter. Besvarelsene til studentene viser at de har liten eller ingen konseptuell forståelse av klassisk mekanikk. Det kan virke paradoksalt å forsøke å måle kvalitet med en slik enkel metode som er presentert i denne artikkelen. Derfor vil en i det videre arbeid raffinere metoden og bruke den på større studentgrupper.

En mulighet er å teste rett før og etter eksamen i tillegg. Da kan vi hente ut det de kan om klassisk mekanikk på det tidspunktet, samt kunne bruke eksamensresultat sammen med testen vi foretar en god stund etter eksamen. I det videre arbeid ville vi også ha test med både kvalitative og kvantitative oppgaver. Det for å se hvilke oppgavetyper som studentene klarer best.

Det vil også bli sett på om nye arbeidsmetoder og læremidler kan forbedre situasjonen. ■

### Referanser

- [1] «Fysikk». Hentet 8. januar 2021 fra Store norske leksikon: <https://snl.no/fysikk>
- [2] Universitets- og høgskolerådet (2011). «Nasjonale retningslinjer for ingeniørutdanningen». Hentet fra: [http://www.uhr.no/documents/Retningslinjene\\_med\\_ny\\_versjon\\_av\\_kapitell\\_9\\_og\\_vedlegg\\_6\\_desember\\_2014\\_L\\_39590\\_.pdf](http://www.uhr.no/documents/Retningslinjene_med_ny_versjon_av_kapitell_9_og_vedlegg_6_desember_2014_L_39590_.pdf)
- [3] Meld. St. 16 (2016–2017). *Kultur for kvalitet i høyere utdanning*. Oslo: Kunnskapsdepartementet
- [4] Meld. St. 27 (2000–2001). *Gjør din plikt - Krev din rett. Kvalitetsreform av høyere utdanning*. Oslo: Kirke-, utdannings- og forskningsdepartementet
- [5] Clemet, K. (2003). «Mantra eller mening», P2-akademiet. Hentet 9. mars 2020 fra: [www.nrk.no/kultur/mantra-eller-mening\\_-1.1656144](http://www.nrk.no/kultur/mantra-eller-mening_-1.1656144)
- [6] Grønmo, L.S. & Hole, A. (2019). *20 år med fysikkprestasjoner i fritt fall*. Oslo: Cappelen Damm. Lenke: <https://doi.org/10.23865/noasp.83>
- [7] Deslauriers, L. med flere (2019). «Measuring actual learning versus feeling of learning in response to being actively engaged in classroom». PNAS vol. 116 no. 39 19251–19257. Lenke: [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1821936116](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1821936116)
- [8] Wiers-Jenssen, J. & Hovdhaugen, E. (2019). «Studieinnsats på lavere grad – hva kan Studiebarometeret fortelle oss?» Uniped Årgang 42, nr. 3-2019, s. 274-289 ISSN Online 1893-8991. Lenk: <https://doi.org/10.18261/issn.1893-8981-2019-03-04>
- [9] Knight, R.D. (2002). *Five Easy Lessons: Strategies for Successful Physics Teaching*. London: Pearson. ISBN-13 9780805387025
- [10] Goldstein, H. (1980). *Classical Mechanics (2nd ed.)*. Reading Massachusetts: Addison-Wesley. ISBN 0-201-02969-3



## Aasmund Sudbø

1951–2021

Professor Aasmund Sudbø døydde 8. juni i år, 70 år gamal. Med det er eit særst aktivt liv ved vega ende innan naturvitskapeleg forskning, utdanning, inn-ovasjon og formidling.

Aasmund Sudbø vart fødd i Morgedal 13. januar 1951. Han viste tidleg interesse og evner i realfag, ved sida av interesser for friluftsliv og musikk. Da matematikk-læraren på gymnaset vart sjukmeld for ei tid, vart Aasmund beden om å overta undervisninga.

Aasmund Sudbø tok til på fysikkstudium ved Almenavdelingen ved NTH hausten 1970. Diplomoppgåva var i teoretisk fysikk, i numerisk renormaliseringsgruppeteori for kritiske fenomen i Ising-modellar, med professor Per Christian Hemmer som rettleiar. Dette var nytt i 1974. Hans Fortran-kodar vart til stor nytte for fleire generasjonar diplom-studentar til godt utpå 1980-tallet. Sudbø vart uteksaminert som sivilingeniør i teknisk fysikk med den beste gjennomsnittskarakteren som hadde blitt oppnådd på NTH til då, 1,14. Som ein medstudent og seinare kollega uttrykte det ein gong på besøk i Morgedal: «Då Aasmund hadde forsynt seg av 1.0-ane, vart det ikkje så mange att til oss andre.»

Etter NTH reiste Aasmund Sudbø til USA, der han tok doktorgrad ved University of California, Berkeley, under rettleining av professorane Yuen-Ron Shen og Yuan-Tseh Lee. Lee fekk nobelprisen i kjemi i 1986. Sudbø arbeidde med laserindusert dissosiasjon av molekyl, spesifikt av svovelheksafluoridet SF<sub>6</sub>. Laserspektroskopi og laserinduserte kjemiske reaksjonar var eit aktivt forskingsfelt på den tida, i første omgang med lys i det synlege spekteret, men etter kvart også med infraraudt

lys på komplekse molekyl. Forskingsgruppa sitt arbeid bidrog i stor grad til å beskrive fysikken i denne type reaksjoner. Ein artikkel «Multiphoton dissociation of polyatomic molecules» i Ann. Rev. Phys. Chem. 1979, er sitert over 300 gonger i den vitskapelege litteraturen.

Sudbø vart engasjert som postdoc i laserspektroskopi ved IBM Research Labs, New York 1979–1981, før han vendte tilbake til Norge til ei stilling som forskar ved Televerkets forskningsinstitutt på Kjeller. Han kom til å spele ei viktig rolle som forskar og rådgivar til Teledirektoratet i samband med innføring av optiske fibrar i det norske telenettet. På den tida var Televerkets kommunikasjonsnettverk i første rekke kopar-kablar og radiolinjer. Satellittkommunikasjon var etablert, og ein såg mellom anna for seg at sat-kom ville kunne bli viktig i samband med breiband-overføringar mellom kontinenta. Men i 1954 hadde forskarar ved Imperial College i England vist at lys kunne transmitterast gjennom optiske fibrar, og i 1966 hadde forskarar ved Standard Telecommunication Laboratories i England vist at transmisjons-tapa i optiske fibrar har årsak i forureiningar som kan fjernast. I 1970 vart dei første vellykka optiske fibrar for kommunikasjonsformål demonstrert av Corning Glass Works, et amerikansk firma, med dempning på ca. 20 dB/km, omtrent samtidig med at dei første praktiske gallium-arsenid (GaAs) halvleiarlaserar vart tilgjengelege. Dei første fiberoptiske kommunikasjonslinjene vart demonstrert fleire stader i verda i andre halvdel av 1970-talet, med signalfart opp mot 150 Mbit/sekund.

Då Sudbø kom til Televerkets forskningsinstitutt (TF) i 1981 var verda i ferd med å utvikle

andre generasjons fiberoptiske system basert på indium-gallium-arsenid-fosfid (InGaAsP)-laserar ved 1,3 mikrometers bølgelengde og i første omgang multimodus-fibrar. Han gjekk straks i gang med å bygge opp eit laboratorium for fiberoptisk kommunikasjon ved TF, i første rekke for karakterisering av optiske fibrar, men etter kvart også meir samansette kommunikasjonssystem med sendarar, mottakarar og forsterkarar. Målingar vart kombinert med avansert modellering og berekningar.

I samband med omlegging til optiske fibrar for stamnettet mellom dei store byane på 1980–1990-talet kunne Sudbø gi det bestemte rådet til Teledirektoratet at ein burde legge standard single-modus optisk fibrar utan dispersjonsskifte, og satse på system ved 1,55 mikrometers bølgelengde. Dette vitner om djup forståelse av både den grunnleggende fysikken og av dei teknologiske aspekta av denne type system. Teledirektoratet hadde tillit til dette, og fulgte hans råd, som viste seg å vere klokt og framsynt. Bølgelengde-multipleksete (wdm) system, med over 100 forskjellige kanalar i 1,55 mikrometer bandet utgjør hovuddelen av det norske transportnettet, og i kablane som forbinder alle kontinentar. Kommunikasjonsfart med fleire terrabit per sekund er vanleg for slike system i dag.

I 1995 vart Aasmund Sudbø utnemnd til professor i elektrooptikk ved Universitetet i Oslo, med arbeidsstad Universitetssenteret på Kjeller (UNIK). Stiftelsen UNIK var eit samarbeid mellom UiO og fleire forskningsinstitutt på Kjeller, i første rekke TF, Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) og Institutt for energiteknikk (IFE). I 1995 kom også NTNU med i samarbeidet. Verksemda ved UNIK blei overført til UiO i 2017, og driven vidare som Institutt for teknologisystemer, der Aasmund Sudbø arbeidde til han runda 70 år.

Ved UiO fortsette Aasmund å arbeide med optiske kommunikasjons-nettverk, i tillegg til at han etter kvart dreide forskinga i retning av vekselvirkning mellom lys og mikro- og nano-strukturar i halvleiarar, og optisk spektroskopi.

Han samarbeidde med kollegaer ved både Fysisk institutt på UiO og ved Sintef, og med professor Olav Solgård ved Edward Ginzton laboratoriet ved Stanford University. Aasmund tilbrakte til saman to år som Visiting Scholar saman med Olav Solgaard i California, i 2002 og 2009.

Aasmund Sudbø har undervist fleire emner ved UiO, og har vore rettleiar for mange masterstudentar og om lag ti Ph.D.-studentar på sitt fagområde. Han var ein engasjert rettleiar, som alltid var tilgjengeleg for studentane sine.

Sudbø var også opptatt av at arbeidet hans skulle komme til praktisk nytte. Han har seks patentar på integrerte opto-elektroniske kretsar, sensorar og infraraud kjelder, og har bidratt til å danne tre start-up-verksemdar i opto-mikro-mekaniske system. Aasmund var opptatt av å dele entusiasmen sin for fysikk generelt og optikk spesielt med andre, og har skrive fem bidrag til *Fra Fysikkens Verden* (FFV), mellom anna i samband med FN's internasjonale år for lys i 2015. I tillegg har han fleire populærvitenskaplege artikkelar i andre publikasjonar.

Aasmund Sudbø var ein positiv person, som brann for vitskapen og professor-gjeringa, og som såg lyst på dei muligheter tilveret kunne bringe, trass i fleire underliggende plager han sleit med. Han var ofte på turar i marka, og turgleda hadde han med seg frå oppveksten i Telemark. Han gløymde ikkje røtene sine i Morgedal og Vest-Telemark; dei var han stolt av. Jamvel etter at han var ferdig med studia på Berkeley og hadde returnert til Norge, hjelpte han til med slåtta på Sudbø om somrane, og reparerte slåmaskiner og lekkasjar i silopressa.

Aasmund hadde lagt planar for eit aktivt emeritus-tilvere både ved Fysisk institutt og på Institutt for teknologisystemer. Det blei det diverre ikkje noko av. Aasmund Sudbø vil lenge bli hugsa for det han har gjennomført og for sin einestående og inspirerande personlegdom.

*Stian Løvold, Asle Sudbø  
og tidligare kollegaer ved Telenor*

RETURADRESSE:

FRA FYSIKKENS VERDEN  
FYSISK INSTITUTT, UNIVERSITETET I OSLO  
BOKS 1048 BLINDERN  
0316 OSLO  
NORGE

## Styret i Norsk Fysisk Selskap

### President

Professor Asle Sudbø, Institutt for fysikk, NTNU  
E-post: [asle.sudbo@ntnu.no](mailto:asle.sudbo@ntnu.no)

### Visepresident

Professor Sunniva Siem, Fysisk instiutt, UiO, Kjerne- og energifysikk  
E-post: [sunniva.siem@fys.uio.no](mailto:sunniva.siem@fys.uio.no)

### Styremedlemmer

Forsker Annett Thøgersen, SINTEF Oslo, kondenserte fasers fysikk og atomfysikk  
Førsteamanuensis Magnus Borstad Lilledahl, NTNU, biofysikk  
Postdoktor Audun Theodorsen, UiT, atmosfære-, rom- og plasmafysikk  
Professor Håvard Helstrup, HiB, subatomær fysikk og astrofysikk  
Professor Jon Samseth, OsloMet, industri- og energifysikk  
Professor Astrid Aksnes, NTNU, optikk  
Lektor Kaja Nordby, Kongsbakken vgs., Norsk Fysikklærerforening

### Vara

Førsteamanuensis Arne Auen Grimenes, Fakultet for realfag og teknologi, NMBU

### Adresse

Norsk Fysisk Selskap  
Institutt for fysikk, NTNU  
7491 Trondheim  
Internettadresse: [www.norskfysisk.no](http://www.norskfysisk.no)

Sekretær: Haakon Thømt Simensen  
E-post: [nfs.styret@gmail.com](mailto:nfs.styret@gmail.com)  
Bankgiro: 7878.06.03258  
Org.nr.: 940 340 829

### Bedriftsmedlemmer av NFS

Vi takker for støtten fra våre bedriftsmedlemmer:



UiT / NORGES ARKTISKE  
UNIVERSITET



UiO : Universitetet i Oslo

ISSN-0015-9247