

De internationale fysikolympiader

Niels Hartling, Birkerød Gymnasium og HF

I sommeren 1996 deltog Danmark den internationale fysikolympiade i Oslo. Det var første gang var med.

Den første fysikolympiade fandt sted i Warszawa allerede i 1967, og der har med et enkelt års undtagelse været afholdt fysikolympiade hvert år siden. I de første år var der tale om en rent østeuropæisk konkurrence, men fra midten af halvfjserne begyndte flere vestlige lande at deltage bl.a. Vesttyskland, Sverige og Finland. Fra først i firserne kom bl.a. Holland, Østrig, Italien, Island, Storbritanien, Norge og Australien til, og fra midt i firserne bl.a. USA, Kina og Canada. Ved olympiaden i Oslo var over 50 lande med, inklusive næsten alle lande, som vi med rimelighed kan sammenligne os med, dog med et par markante undtagelser: Frankrig var ned i nogle år, men har ikke deltaget i de seneste år, fordi landet ikke kan forlige sig med, at arbejdssproget er engelsk og ikke (også) fransk. Japan er af en eller anden grund heller ikke med. Det kan siges, at det er lidt sært, at Danmark ikke kom med tidligere. Det er nok til dels et tilfælde, men det hænger også sammen med, at initiativet til en sådan deltagelse i Danmark ikke tages i offentligt regi. Det bliver kun til noget, hvis nogle har tid og kræfter til at gå i gang! Og i 1996 lykkedes det som sagt. En gruppe i Fysiklærerforeningen (for gymnasielærerne) fik gang i sagen. Fysiklærerforeningen lovede i et år at stå inde for det økonomiske, så vi ikke kom personligt i klemme: Et arrangement som en fysikolympiade med udtagelseskonkurrencer, rejser, ophold, forplejning o.s.v. løber bare i Danmark op i nærheden af 100.000 kr.

Foreningen opnåede i øvrigt sidenhen støtte fra bl.a. universiteterne til formålet, så de "rå" udgifter netop kunne dækkes. Danmark har i adskillige år deltaget i de tilsvarende kemi- og matematikolympiader. Da man har erkendt, at det af mange grunde er i landets interesse at være med i disse arrangementer, er der nu (fra og med 1997) afsat et beløb på finansloven til at støtte deltagelsen i alle olympiaderne.

Fysikolympiaderne henvender sig til unge under 20, som er optaget af faget, og som endnu ikke har indledt en videreuddannelse i fysik. Det vil for Danmark i praksis sige matematiske 3.g.gymnasiaster med fysik på højt niveau. Selve olympiaden finder sted efter overstået studentereksamen.

Det var med lidt bange anelser, vi lærere i olympiadeudvalget gik i gang med arbejdet. Ville der overhovedet være interesse for sagen blandt danske gymnasieelever? Ville der være nogle der meldte sig? Vi havde ikke behøvet at være bekymrede. Trods en travl hverdag, med studentereksamen for døren og trods mange andre gode tilbud, meldte der sig mellem 150 og 200 ud af de i alt ca. 1900 elever med fysik på højt niveau til første

runde, som var en prøve ude på skolerne.

I nogle år har der i Danmark, ja i det meste af Europa og USA, været problemer med at tiltrække tilstrækkeligt med dygtige studenter til ingeniørstudierne og til andre tekniske og naturvidenskabelige videreuddannelser. Disse problemer har givet anledning til debat i både folketing og medier. Nok ikke mindst på grund af denne debat mærkede vi, at der fra mediernes side var stor interesse for sagen. I de større aviser var der interviews, artikler og billeder af disse "mærkelige" unge mennesker, som lavede fysikforsøg for deres fornøjelses skyld, som fx Politiken skriver den 4. februar 1996:

"Hvad får en gruppe unge fra hele landet i den diskofile alder til at droppe alle aftaler og rejse til København for at lave fysikforsøg i fritiden på en bidende kold vinterdag? Det kan ikke være præmierne, der har lokket de 20 unge til Fysikolympiade. En bog og en rejse til Oslo er trods alt ikke specielt eksotisk lokkemad i vore dage."

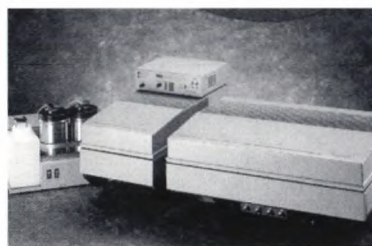


optilas

Optilas Danmark, den lokale internationale leverandør med specialer indenfor:

Optik og lasere til forskning og industri

Continuum, Inc. - Corion Corp. - CVI Laser Corp. - Ion Laser Technology, Inc. - Labsphere, Inc. - Laservision - Optical Surfaces Ltd. - Physical Optics Corp. - Research Electro Optics - Santa Fe Laser Co. - Synrad, Inc. - m.fl.



Spektroskopisk udstyr

Chromex, Inc. - McPherson Milton Roy - Photek Ltd. m.fl.



Elektronik

Directed Energy, Inc. - Maxwell Laboratories, Inc. - Quantum Design, Inc. - Stanford Research Systems, Inc. - Trek, Inc. - m. fl.

Optilas Danmark

Billedvej 2

DK-2100 København Ø

Telefon: 3543 0133

Fax: 3543 8334

E-mail: optilas@inet.uni-c.dk

Vi kan bekræfte, at set ud fra erfaringen med arrangementet af fysikolympiaden fejler interessen for fysik og naturvidenskab ikke noget! De 20, som kvalificerede sig til finalen, mødte alle op til en weekend på Ørsted Laboratoriet: En hel lørdag fik de lov til at lave fysikeksperimenter, og en halv søndag var de til skriftlig prøve. Men vi mærkede, at de nød oplevelsen og samværet med de andre unge fra hele landet. De glædede sig vist også over at få anerkendelse for en kunnen, som der ellers ikke bliver lagt så meget mærke til.

Søndag den 30. juni 1996 tog de fem vindere, på det tidspunkt nyudsprungne studenter, til den internationale fysikolympiade i Oslo. Lektor Malte Olsen fra KU og jeg (Niels Hartling) var med som ledere. Lige efter studenterfestlighederne og lige inden turen havde vi nået to intense forberedelsesdage, hvor eleverne arbejdede med fysik. Det krævede olympiadenpensum er ca. 40% større end det danske kernestof, så vi måtte i gang med teori og opgaver indenfor accelererede koordinatsystemer, impulsmoment, stive legemer, speciel relativitetsteori, induktion, vekselstrøm, svingningskredse og fejlophobningsloven - for blot at nævne nogle af de større bidder. Men ret beset var det utroligt, hvad der blev nået på de 2 dage, vi havde oplevelsen af elever, som virkelig kunne "tage fra".

Vi blev som de andre delegationer modtaget i Oslos Lufthavn. Hele søndag den 30. juni gik busser i pendulfart mellem lufthavnen og overnatningsstederne for de henholdsvis knap 300 studenter og ca. 100 ledere. Studenterne fra alle landene blev indlogeret på samme kollegium. Det gav et enestående sjovt og godt samvær. Det er selvfølgelig studenter, som er optaget af fysik, men hverken i Danmark eller i andre lande er der af den grund tale om kedelige "fysiknørdere". Det er levende og højtbegavede unge med masser af interesser. Fx viste den festlige afslutningsaften, at der var mange - inklusive de danske studenter - som var dygtige musikudøvere. Næsten alle studenterne - også de fem danske - var af hankøn. Tendensen til af fysik er et drengefag, slår kraftigt igennem ved et arrangement som en fysikolympiade: I Oslo var kun ca. 5% af studenterne piger!

Den første dag efter ankomsten var der stor velkomst på Oslo Rådhus, med fanfarer, flag og indtogsmarch som ved en "rigtig" olympiade. De følgende dage så lederne ikke studenterne, som var på arrangerede turistture, mens vi forberedte opgaver, og som løste opgaver, mens vi turistede. På den sidste dag havde vi alle, ledere og studenter, en pragtfuld sejltur på Oslofjorden.

Hver dag blev der udgivet en avis med dagens program, fysikolympiadenyheder, fysikstof og turiststof. Man mærkede i øvrigt, at der i den norske offentlighed var stor interesse for olympiaden.

Også for lederne blev det nogle udbytterige dage. Mange af lederne havde været med flere gange før og kendte hinanden godt. Fra Danmark blev vi modtaget varmt, og igen og igen hørte vi, at det er vel nok dejligt, at vi nu endelig er kommet med. Netop Danmark "som har så stolte fysiktraditioner", som det blev udtrykt.

Det internationale ved arrangementet var inspirerende.

Det var spændende at være med til den fælles behandling af de foreslåede opgaver med efterfølgende oversættelse af opgaverne til over 50 udgaver. Der blev arbejdet i mange timer natten igennem på computerne i alle slags skriftsprog: Arabisk, russisk, dansk osv. Den venlige og afslappede stemning var uden ubehagelige politiske overtoner. Deltagere fra forskellige lande fra det tidligere Jugoslavien sås fx i hyggelig indbyrdes samtale, og på afslutningsaftenen lavede studenter fra Kina, fra Taiwan og fra Hongkong fælles optræden.

Prøverne bestod af en 5 timers teoretisk og en 5 timers eksperimentel prøve. De fleste af de teoretiske opgaver var vanskelige: Døm selv! Jeg har vedlagt den danske oversættelse af sidste af de tre teoretiske opgaver, som vore studenter fik udleveret. Alligevel var der ca. 15 studenter inklusive en amerikansk dreng på 12 år, som havde det hele eller så godt som det hele rigtigt.

Den eksperimentelle prøve indeholdt en undersøgelse af et indstilleligt fysisk pendul. Udstyret var fremstillet i 150 kopier, så hver student kunne arbejde med eget udstyr, idet den ene halvdel af studenterne lavede eksperimenter om formiddagen og den anden halvdel om eftermiddagen. Udstyret var på en gang enkelt og raffineret, automatisk tidstagnung vha en infrarød sender/modtager. Der indgik bestemmelse af g , måling af magnetisk fluxtæthed med en hallsonde og bestemmelse af det magnetiske dipolmoment for en lille magnet ud fra magnetisk dæmpning af pendulet mm. Studenterne skulle gennemføre en række måleserier, tegne grafer og besvare en række spørgsmål.

Besvareelserne bedømmes efter et pointssystem med op til 50 points i alt. Den bedste besvarelse får naturligvis "guldmedalje". Men der er mere end én guldmedalje: Alle besvarelser med en pointssum svarende til 90% eller mere af den bedste besvarelse vil også få guldmedalje. Tilsvarende procentsatser for sølv- og bronzemedaljer er 75 og 60. Der er således ikke et bestemt antal medaljer, og studenterne konkurrerer ikke hinanden ud: Alle topbesvarelser får medaljer.

Hvordan gik det så for de danske studenter? De danske besvarelser gav gennemgående 5-10 points (ud af 30 mulige) i den teoretiske prøve og 10-15 points (ud af 20 mulige) i den eksperimentelle prøve. Lad mig med det samme slå fast, at det var et stykke fra at kunne give medaljer. Der var i øvrigt ingen studenter fra de nordiske lande, som fik medaljer, det siger lidt om, hvor skrap konkurrencen er. Kina var den suveræne topscorer med fem guldmedaljer. Af lande fra vesten klarede USA og Tyskland sig fint.

Omstændighederne taget i betragtning klarede vi os hæderligt. Ikke mindst klarede vore studenter sig over gennemsnittet til den eksperimentelle opgave. Det er måske den danske tradition for fysikeksperimenter i skolen, som gør sig gældende.

Men vi må se i øjnene, at vi ikke har mulighed for at skovle medaljer ind ved et sådant arrangement. Fysikolympiaden prioriteres overordentlig højt i mange lande, hvor der også afsættes store ressourcer til forberedelserne. I Kina er der fx tale om lang tids koncentreret

undervisning af håndplukkede studenter, som er fundet ved hårde interne konkurrencer i det store land. Dertil kommer, at vore studenter meget brede og meget almene gymnasieuddannelse i denne sammenhæng er et handicap. Meget af stoffet ligger som sagt uden for pensum i Danmark, den basale træning i at løse problemer er ikke særlig stor, og vore studenter er heller ikke vant til, at man skal kunne formlerne udenad. Muligheden for en egentlig forberedelse oven i den normale studentereksamen er beskednen, og var specielt i 1996 beskednen, fordi olympiaden lå så tidligt på sommeren.

Man kunne så drage den konklusion, at det ikke er noget for os i fremtiden. Men det ville efter vores opfattelse være helt forkert, og det bekræftes af erfaringerne: De danske studenter var begejstrede for oplevelsen, og var end ikke antydningvis skuffede over, at de ikke kom på medaljeskamlen. De gav alle udtryk for, at de meget gerne, hvis det ellers havde været muligt, ville deltage igen. De fik kontakter med unge fra hele verden, og de lærte utrolig meget i en inspirerende sammenhæng. Ved en fysikolympiade gælder den gamle floskel i højere grad end ved en rigtig olympiade: Det vigtigste er at være med.

I arrangementgruppen har vi i øvrigt fået mange er-

faringer, som vi tror kan betyde, at Danmark resultatmæssigt kan nå længere, også uden at det nødvendigvis bliver meget mere tidskrævende.

Vi er nu i gang med forberedelserne til dette års olympiade. Også i år meldte der sig 150-200 gymnasiaster til den indledende prøve, og også i år gik de 20 finaledeltagere ind for fysikweekenden med liv og sjæl. Vi har netop i skrivende stund udtaget det kommende hold med fem studenter til den 28. fysikolympiade, som finder sted d. 13.-21. juli 1997 i Sudbury i Canada.



Niels Hartling er lektor i fysik og matematik på Birkerød Gymnasium og HF, medlem af opgavekommissionen til studentereksamen i fysik og medlem af censorformandskabet i fysik ved de højere læreanstalter. I perioden 1989-94 fagkonsulent i fysik for Undervisningsministeriets Gymnasieafdeling.

OPGAVE 3

I denne opgave vil vi overveje størrelsen af tidevandet (på Jorden) midt i verdenshavene ifølge en grov model. Vi forenkler problemet med nedenstående antagelser:

- (i) Systemet Jord-Måne antages at være et isoleret system,
- (ii) afstanden imellem Jorden og Månen antages at være konstant,
- (iii) Jorden antages at være fuldstændigt dækket af hav,
- (iv) der ses bort fra de dynamiske virkninger som følge af Jordens rotation om sin akse, og
- (v) gravitationskraften fra Jorden kan bestemmes, som om Jordens masse var samlet i Jordens centrum.

Følgende data er givet:

$$\text{Jordens masse: } M = 5.98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$\text{Månens masse: } M_m = 7.3 \cdot 10^{22} \text{ kg}$$

$$\text{Jordens radius: } R = 6.37 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$\text{Afstanden imellem centrene af Jorden og Månen: } L = 3.84 \cdot 10^8 \text{ m}$$

$$\text{Gravitationskonstanten: } G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}.$$

a) Systemet bestående af Månen og Jorden roterer om deres fælles massemidtpunkt C med en vinkelhastighed ω .

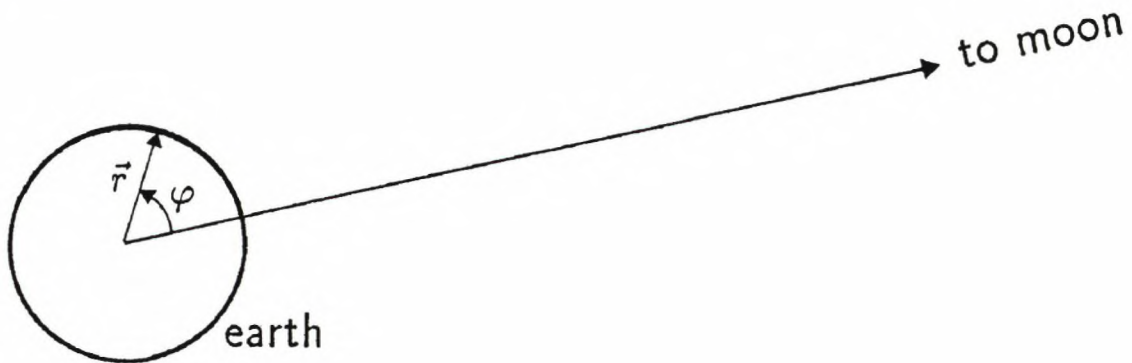
Hvor langt er C fra jordens centrum (kald denne afstand for l)?

Bestem den numeriske størrelse af ω .

(2 points)

Vi vil nu anvende et koordinatsystem, som følger såvel Månecentrets- som Jordcenterets rotation omkring C. I dette roterende koordinatsystem er formen af Jordens væskeformige overflade statistisk (uforanderlig).

I planen P (papirets plan) som indeholder C og står vinkelret på rotationsaksen kan stedkoordinaterne for en punktformig masse i væskeoverfladen på Jorden beskrives ved hjælp af polære koordinater r, φ , som det vises på figuren. Her angiver r afstanden fra Jordens centrum.



Vi vil undersøge formen

$$r(\varphi) = R + h(\varphi)$$

af Jordens havoverflade i planen P .

b) Lad os betragte en punktformig masse (betegnes med m) i havoverfladen på Jorden (i planen P). I det roterende koordinatsystem påvirkes den af centrifugalkraften og gravitationskræfter fra Månen og Jorden.

Angiv et udtryk for den potentielle energi svarende til disse tre kræfter.

Bemærk: Enhver kraft $F(r)$ hvis størrelse kun er en funktion af r , og som virker langs en radius i forhold til sit udgangspunkt kan skrives som den negative differentialkvotient af en kuglesymmetrisk potentiel energi $V(r)$: $F(r) = -V'(r)$. (3 points)

c) Angiv en formel for $h(\varphi)$, der approximerer (tilnærmer) tidevandsbølgens form og indeholder de givne størrelser M, M_m , etc.

Hvad er højdeforskellen i meter imellem højt tidevand (højvande) og lavt tidevand (lavvande) i denne model?

Under løsningen af spørgsmålet kan man eventuelt anvende udtrykket

$$\frac{1}{\sqrt{1 + a^2 - 2a \cos \theta}} \approx 1 + a \cos \theta + \frac{1}{2} a^2 (3 \cos^2 \theta - 1),$$

som gælder for a meget mindre end 1.

Under gennemførelse af løsning af c) bør der foretages forenklende approximationer overalt hvor det kan vurderes, at det er rimeligt. (5 points)