

Kræftvækst – breddeopgave 52 med didaktisk kommentar

Jens Højgaard Jensen, IMFUFA, NSM, RUC

Mit formål med artikelserien om breddeopgaver er – udover at gøre opmærksom på RUCs fysikuddannelse – dobbelt: Dels udvælger jeg opgaverne, så de kan have interesse som fysikproblemer i egen ret. Dels udvælger jeg dem med henblik på at kunne knytte didaktiske overvejelser til dem af interesse for fysikundervisere. I første omgang i forhold til universitetsundervisning. Men i anden omgang kunne der måske også trækkes paralleller til andre undervisningsniveauer.

Her bringes løsning og kommentar til opgaven fra forrige nummer samt en ny opgave. Opgaven i sidste nummer af KVANT var denne breddeopgave (nr. 52 i rækken her i KVANT):

Breddeopgave 52. Kræftvækst

Tilvæksten af kræftceller per tid er for en kræftsvulst proportional med kræftsvulstens overflade. Hvordan vokser kræftsvulsten med tiden? Begrund svaret.

Løsning

Vi antager ens form af kræftsvulsten, når den er stor og lille. Så vil dens overflade være proportional med $V^{\frac{2}{3}}$, hvis V er dens volumen. Altså gælder:

$$\frac{dV}{dt} = K_1 \cdot V^{\frac{2}{3}}, \quad (1)$$

eller $V^{-\frac{2}{3}} dV = K_1 \cdot dt$, som ved integration giver:

$$V = K_2 \cdot t^3, \quad (2)$$

hvis t regnes fra det tidspunkt, da svulsten var forsvindende lille (Hvad værdierne af konstanterne K_1 og $K_2 = (K_1/3)^3$ er, er et medicinsk problem).

Kommentar

I min undervisning introducerer jeg blandt andet kurserne, som er bygget op omkring breddeopgaverne, ved hjælp af følgende karakteristik af den ikke eksperimentelle side af fysik:

Fysik kan karakteriseres ved fagets begrænsede række af matematisk formulerede teoribygninger. Mekanik, speciel og generel relativitetsteori, hydrodynamik og elasticitetsteori, termodynamik og statistisk mekanik, elektrodynamik, kvantemekanik og kvanteelektrodynamik. I modsætning hertil er matematik ifølge min matematikkollega Mogens Niss som et selvgenererende svampemycelium uden en endelig afgrænsning. Hvorimod fysik altså har en endelig kanon af teoribygninger. Og denne kanon udgør en fælles referenceramme for fysikere opbygget gennem deres uddannelse. Kanonen kan aflæses af lærebøgerne.

Fysik kan også karakteriseres ved de emner fysikere forsker i. Elementarpartikelfysik, kernefysik, atom- og

molekylfysik, kondenseret stofs fysik, geofysik, astrofysik, biofysik. Det er en karakterisering vinkelret på teoribygningsskarakteriseringen. Der forskes ikke i særlig høj grad i udviklingen af teoribygningerne. Der er mere tale om, at de forskellige emner studeres med varierende afsæt i den allerede eksisterende kanon. Normalt oplever fysikstuderende denne dimension af fysik i deres specialearbejde. Der oplever de også, at fysikere samtidigt på den ene side har meget til fælles i kraft af deres fælles teoribygningsskanon og på den anden side er meget opsplittede og specialiserede i forhold til deres forskningsemner. Rækken af fysikforskningsemner kan fx aflæses af indholdsfortegnelsen til Physics Abstracts.

Endelig kan fysik karakteriseres ved den måde fysikere tænker på. Start enkelt. Vælg den simplest mulige model og regn først på den. Fang den essensen? Hvis ikke så komplicer gradvist indtil essensen er fanget. Men komplicer ikke mere end nødvendigt. Det er den typiske måde for fysikere at nærme sig et problem på. Og tænke måden kan få os fysikere til på andre at virke som nogen der bilder sig ind, at de i princippet forstår alle mulige ting, som de ikke i praksis har fod på. Men faktisk har fysikeres måde gennem matematisk modellering at nærme sig problemer på undertiden vist sig produktiv i både kemi, datalogi, molekylærbiologi, geologi, geografi, økonomi, finansiering, trafikregulering og mange slags ingeniørfag. Og tænke måden har jo rødder langt tilbage i historien. I fx Platons hulemetafor er pointen den samme som i fysikertænkning. Stands ikke op ved at iagttage skyggerne af personerne på væggen modsat huleåbningen, som du sidder med ryggen til. Skyggerne er blot fremtrædelser. Essensen er personerne. Og det er personerne du skal nå frem til en erkendelse af gennem dine iagttagelser af skyggerne. At fysik i nyere tid er kommet til at stå som faget, der i udpræget grad inkarnerer essensorienteringen ses fx af Karl Marx's forord til hans hovedværk Kapitalen. Han siger blandt andet heri, at nogen har fremført, at hans analyse af det kapitalistiske samfund ikke rækker til at beskrive datidens Tyskland og alene er en beskrivelse af datidens England. Og til dem siger han, at han opererer som fysikeren (Galilei), der undersøger det frie fald ved at måle på faldet af en sten og ikke et blad. Og herved finder frem til essensen i det frie fald, som også er styrende for bladets fald uanset luftmodstandens modifikationer. På samme måde er studiet af datidens

England det, der kan føre frem til forståelsen af de drivende kræfter bag også Tysklands udviklinger.

Den ikke eksperimentelle side af fysik kan altså både karakteriseres ved fysikkens række af teoribygninger, fysikforskningens emneområder og fysikers måde at tænke på. Da kurserne bygget op omkring breddeopgaverne på RUC primært har til formål at lære de studerende at tænke som fysikere, sekundært at lære dem noget fysik, giver det mening ind imellem at stille eksamensopgaver i matematisk modellering, som opgaven om kræftvækst her. Det er en fysikeropgave, selvom det ikke er en fysikopgave.

Breddeopgave 53. Kulde og temperatur

Inden næste nummer af KVANT udkommer, kan læserne eventuelt overveje løsningen til denne opgave fra breddekurset på RUC (fra vintereksamen 2011, nr. 53 i rækken her i KVANT):

Når det blæser, fryser man mere i kulden, end når det er vindstille. Hvorfor påvirker blæsten ikke uden-dørstermometerets visning? Begrund svaret.

Løsning og kommentar bringes i næste nummer.

PFEIFFER  **VACUUM**

PFEIFFER-adixen-TRINOS

samt vore partnere

VAT-COMVAT-GAMMA-HSR

TAKKER FOR I ÅR OG
ØNSKER ALLE VORE KUNDER

**Glædelig Jul
&
Godt nytår**

På gensyn i 2013

Tlf. 4352 3800 Fax 4352 3850
Erik.Fjeldgaard@pfeiffer-vacuum.dk
www.pfeiffer-vacuum.com