

Uddrag af KNUD projekt: studentercentrerede klassesimer i kvantemekanik

K. Splittorff

Niels Bohr Institutet, Blegdamsvej 17, 2100, København Ø, Danmark

(Dated: May 6, 2009)

I. INTRODUKTION

Projektet her er en redegørelse for mine erfaringer med og de studerendes respons på en studentercentreret undervisningsform. Først beskrives og motiveres den valgte undervisningsform til klassesetimerne. Afviklingen og den løbende tilpasning af undervisningsplanen diskuteres. Videre analyseres de studerendes evaluering af undervisningen og endelig afsluttes rapporten med en række refleksioner over mulige nye tiltag.

II. VALG AF UNDERVISNINGSFORM

Som del af lærerteamet bag Fysik 8 var det min opgave at afholde 4 ugentlige regneøvelsestimer fordelt på to dobbelttimer. Oplægget fra kurssets forelæser blev specificeret på ugesedler og bestod af udvalgte opgaver fra lærebogen til diskussion i timerne samt opgaver, de studerende kunne aflevere til instruktør og få rettet. Der var intet krav til de studerende om at aflevere opgaver. Bortset fra valget af opgaver, som var fastlagt af forelæser, var der frie hænder til at strukturere regneøvelsestimerne. I dette afsnit beskrives den undervisningsform, jeg benyttede i klassesetimerne og intentionerne bag.

Formålet med regneøvelserne var at maksimere den tid den enkelte studerende arbejdede aktivt med kvantemekaniske problemstillinger. Ikke blot til klassesetimerne men også hjemme. Som middel til at opnå dette arbejdes konkret med 3 elementer

• 1 Spørgsmål i kategorierne:

Kategori

- a) afklarende notation og slang
- b) forståelse
- c) perspektiv

Eksempel

Hvad er en diskret symmetri ?
Hvorfor er diamant gennemsigtig ?
Hvad er nordlys ?

• 2 Lavere indgangsniveau i opgaver.

For at undgå at de studerende gik for hurtigt fast i opgaveregningen hjemme blev der givet hints og stillet delopgaver. Desuden var det muligt at få tilsendt ekstra hints/hjælp via e-mail.

• 3 Grupper sammensat efter problemer.

Til regneøvelsestimerne arbejdede de studerende i grupper sammensat efter hvilke problemer, de var løbet ind i hjemmefra.

Formatet af timerne blev udarbejdet ud fra tidligere erfaringer med studentercentreret undervisning og med inspiration fra [1]. Der blev fra min side lagt op til to ugentlige dobbelttimer (105 min) af formen:

- **10 min** Summemøder over og fælles diskussion af spørgsmål stillet forrige gang (Hold-aktiv)
samt af spørgsmål fra de studerende.
- **10 min** Opfølgning på problemer fra sidst, afleveringsopgaver eller afklaring af notation. (Hold-passiv)
- **5 min** Identifikation af problemer og dannelse af grupper herefter. (Studerer-aktiv)
- **60 min** Gruppearbejde med vejledning af instruktør. (Studerer-aktiv)
- **20 min** Grupper fremlægger udvalgte problemer og løsning heraf. (Gruppe-aktiv)

Dette oplæg blev diskuteret med de studerende i de første to dobbelttimer i blokken. Specielt lagde jeg op til at succeskriteriet for arbejdet hjemme skulle være at identificere de problemer, der hindrer løsningen af opgaverne og opstillede følgende

Læringsmål: at øve og forbedre analysen af umiddelbart uoverskuelige opgaver. Herunder at konkretisere hvilke elementer, der hindrer løsningen af opgaven.

Generelt var modtagelsen yderst positiv, men det skal bemærkes, at enkelte studerende efterfølgende søgte over på de andre, mere traditionelle regneøvelseshold. Dette frafald blev dog opvejet af studerende, der tilgik holdet efter første øvelsesgang.

Motivationen for den valgte undervisningsform var at skabe et forum, hvori de studerende kunne arbejde sig ind i kvantemekanikken. Ved en passiv indlæringsprocess risikerer man at de studerende opfatter kvantemekanik som en separat disciplin i stedet for en forlængelse af deres eksisterende viden. Det er min opfattelse, at de studerendes selvstændige arbejdsprocess er særligt vigtig når emnet for undervisningen ikke blot er nyt for de studerende, men også ofte er i direkte modstrid med deres klassiske intuition. I løbet af kurset indarbejdes en ny intuition for kvantemekaniske systemer, men inden den er på plads vil selv teknisk dygtige studerende lave en del fejl. Det er afgørende for læringen at der gives plads til at lave og erkende disse fejl. Ideen med den valgte undervisningsform var at fejlene primært ville blive lavet i forbindelse med den studerendes forberedelse hjemme. En central motivation for at bruge gruppearbejde i klassetimerne var, at de studerende med deres studiekammarater skulle identificere disse fejl og sammen søge en løsning. For at et sådant samarbejde kan lykkedes kræves en fælles viden blandt de studerende. Denne fælles basisviden og dermed det fælles grundlag for læringsprocessen søgtes styrket igennem diskussionerne af spørgsmålene først i timerne.

At bruge de studerendes forberedelse som grundlag for indholdet i regneøvelserne giver et stærkt incitament til de studerendes hjemmearbejde (se studenterevalueringen nedenfor). Det er derfor essentielt, at de stillede opgaver har en passende sværhedsgrad. Et problem på dette kursus i kvantemekanik var at en stor del af de studerende ikke kunne komme igang med opgaverne på trods af indædte forsøg. Det betød, at de studerende trods lang tids arbejde hjemme ikke kom til et punkt hvor de kunne drage nytte af opgaverne. For at afhjælpe dette konkrete problem arbejdede jeg løbende med at sænke indgangsniveauet i opgaverne. Dels ved at give hints eller decideret hjælp til at komme igang, dels ved at stille simplere versioner af samme opgave, som de studerende kunne forsøge sig med først.

I samme ånd blev der fra starten lagt op til at succeskriteriet for de studerendes forberedelsesfase ikke var at løse opgaverne til fulde, men derimod at identificere de problemer, der evt hindrede løsningen af opgaven. Motivationen for dette succeskriterie var dels at give de studerende en bedre chance for at opleve foreberedelsesfasen hjemme som en succes, dels at understøtte udviklingen af deres tilgang til umiddelbart uoverskuelige problemstillinger og endeligt at gøre det lettere at sammensætte grupper, der var løbet ind i samme problemer.

III. STUDENTEREVALUERING

I løbet af kurset blev der to gange uddelt skemaer til studenterevaluering. Et skema blev uddelt halvvejs igennem blokken og et andet skema blev udleveret ved næstsidste øvelsesgang.

Med det første skema søgte jeg at klarlægge den generelle stemning overfor de enkelte elementer i undervisningen. Skemaet (se bilag 1) var derfor udformet så de studerende i egne ord skulle give feedback på hvert enkelt af elementerne i undervisningen.

Tilbage meldingen fra de studerende var yderst positiv. Både opbygningen af timerne samt den tid der var afsat til de enkelte elementer, var tilfredsstillende. Flere bemærkede, at det store hold (30-35 studerende) betød, at en gruppe godt kunne sidde lidt længe med et problem. Opfølgningen på dette var **1)** en diskussion af hvorvidt det var spild af tid at sidde fast i et problem og mere konkret **2)** at noget af den løbende hjælp til de enkelte grupper blev erstattet af generel hjælp på tavlen til hele holdet.

Fordelen ved det sidste tiltag var at flere grupper kunne få et fælles hint. Ulempen var at hjælpen ikke længere kunne differentieres efter den enkelte gruppes faglige niveau. I relation til de studerendes meget brede niveau havde jeg ellers arbejdet specifikt med at tilpasse mine hints og hjælp til de enkelte grupper. Vi diskuterede denne problemstilling på holdet og stemningen var til fordel for de fælles hints.

Det andet skema udgjorde 20 spørgsmål, se bilag 2. De studerendes svar og gennemsnits scoren på de enkelte spørgsmål er opgjort på bilag 3. Bemærk at scoren maksimalt kan være 5 og minimalt 1.

A. Klare målsætninger og forventninger

Under overskriften *Klare målsætninger og forventninger* har jeg samlet spørgsmål 1, 8, 9, 20. *Scoren* i denne kategori blev

Spørgsmål: 1, 8, 9, 20

Gennemsnit: 3.9

Det har altså været klart for de studerende hvad intentionerne og forventningerne var. Det er dog værd at bemærke at enkelte studerende giver svar betydeligt under gennemsnittet for kategorien. Dette kunne skyldes at cirka en trediedel af de studerende tilgik holdet i løbet af de første uger og dermed ikke var til stede under den indledende diskussion af undervisningsformen.

B. God undervisning

Spørgsmål 2, 5, 11, 12, 15, 16, 18 refererer alle til de studerendes opfattelse af undervisningen på regneøvelsesholdet. *Scoren* i denne kategori blev

Spørgsmål: 2, 5, 11, 12, 16, 18

Gennemsnit: 4.3

Denne positive tilbagemelding fra de studerende er en stor opmundring til at fortsætte med studentercentreret undervisning på kommende kurser. Spørgsmål 2 og spørgsmål 16 har begge en gennemsnitsscore på 4.5, hvilket er high-score for denne evaluering. Snitscoren på spørgsmål 12 ligger lidt under gennemsnittet for kategorien og tyder dermed på at jeg bør arbejde mere med mine tilbagemeldinger til de studerende. Det bemærkes dog (jvf. spørgsmål 9), at de studerende har en god opfattelse af, hvor godt de klarer sig.

C. Forståelse og feedback

De studerendes opfattelse af at der blev lagt vægt på forståelsen og ikke på paratviden samt af den feedback de fik på deres arbejde blev testet ved spørgsmål 3, 4, 13, 17, 19. *Scoren* i denne kategori blev

Spørgsmål: 3, 4, 13, 17, 19

Gennemsnit: 3.8

Specielt bemærkes det at scoren på spørgsmål 17 er 3.5. Denne relativt negative tilbagemelding skyldes sandsynligvis de spørgsmål, vi diskuterede først i timerne. Spørgsmålene i kategorien *afklarende notation og slang* kunne måske opfattes som en test af paratviden. Ideen med disse spørgsmål var at få klarlagt den terminologi og notation, der blev brugt i lærebogen. I kommende undervisning er det værd at fremhæve dette yderligere for de studerende samt at lægge mere vægt på eksempler hvor termerne indgår.

D. Indflydelse og selvstændighed

Spørgsmål 6, 7, 10, 14 dækker de studerendes indflydelse på undervisningen og elementer af undervisningen, der søgte at fremme de studerendes selvstændighed. *Scoren* i denne kategori blev

Spørgsmål: 6, 7, 10, 14

Gennemsnit: 3.9

De studerende indikerer at de synes at de har en tilfredsstillende indflydelse på undervisningen. Det er værd at fremhæve, at de studerende i høj grad havde mulighed for at lære af hinanden (spørgsmål 14 score 4.2). Dette viser at grupperne fungerede efter hensigten.

E. Løbende dialog

Ud over de to skemaer var jeg i løbende dialog med holdet om undervisningsformen. En del af de svageste studerende udtrykte usikkerhed pga manglende noter. Nok lærte de meget, men da vi ikke gennemgik opgaverne fra ende til anden savnede de løsninger, de kunne støtte sig til i forbindelse med eksamenslæsningen. Det bør for god orden skyld nævnes, at forelæser lagde løsninger på samtlige opgaver på kursets hjemmeside ugen efter de blev stillet. De studerende savnede dog eksplicitte udregninger og ikke blot en beskrivelse af metoderne som givet af forelæser. For at støtte disse elever udvalgte jeg cirka en trediedel af opgaverne og udleverede eksplicit gennemregnede løsninger af disse til holdet inden eksamensperioden.

IV. OPSUMMERING OG UDSIGTER

En undervisningsform til klassetimer, hvor de studerendes aktive indsats er i centrum, er beskrevet og motiveret. Denne undervisningsform blev benyttet i undervisning på andet år af fysikstudiet og de studerendes respons i form af til spørgeskemaer er blevet analyseret. Afsluningsvis vil der her blive reflekteret over mulige tiltag, der kunne være med til optimere sådanne studentercentrerede klassetimer.

For at lægge fokus yderligere over på de studerendes aktive læring kunne det være interessant at arbejde mere direkte med deres forberedelsesfase. Specielt kunne det være interessant at bryde formen af de 2 dobbelttimer op således at den øvelsesgang, der ligger først på ugen primært består af gruppearbejde, imens dobbelttimen sidst på ugen har større fokus på gennemgang fra grupperne. Grupperne kunne dermed få ansvaret for gennemgangen af et problem med hjem. Dette element går naturligt i spænd med *lektie-cafe* initiativet der afprøves for første gang i efterårs semesteret 2006. Halvdelen af regneøvelserne (2 ugentlige undervisnings timer) bliver erstattet af en lektie-cafe (typisk 4-8 timer ugentligt) hvor de studerende kan arbejde sammen og konsultere en instruktør.

En udlicitering af hjemmearbejdet til de enkelte grupper kan virke motiverende for de studerende der ikke i forvejen bruger meget tid hjemme. Derimod kan et sådan tiltag også virke som en sovepude for de i forvejen aktive studerende: *hvorfor løse en opgave som man ved de andre gennemgår på fredag ?*

Et andet tiltag som kunne medvirke til at give de studerende en mere hel forståelse af kvantefysik kunne være at integrere laboratorie-øvelserne og regneøvelsestimerne. I stedet for at man til regneøvelserne alene diskuterer opgaver, der primært belyser bogens pensum kunne man også inddrage opgaver, der knytter sig til eksperimenterne fra laboratorie-øvelserne. Selv om dette ville kræve en del koordination lærer-teamet imellem synes det værd at skabe en tættere kontakt imellem forelæsningsne, regneøvelserne og laboratorie-øvelserne. Specielt er det tillokkende at afprøve en problembaseret undervisning med afsæt i de eksperimenter, de studerende selv opbygger.

Bilag 1

Feedback

- Fys 8 regnehold med instruktør Kim Splittorff

Vi er nu næsten halvvejs gennem blok 3 og I kender indholdet af vores mandags- og onsdagstimer: Først fælles diskussion af spørgsmål, så opfølgning på opgaver fra sidst eller en kort gennemgang af notation etc, dernæst arbejder vi med de problemer, I er stødt på derhjemme. Hvis I giver mig feedback til hvert af disse elementer så kan vi evt lave justeringer i anden halvdel af blok 3.

Feedback til diskussion af spørgsmål:

Til opfølgning på opgaver:

Til gennemgang af notation etc:

Til arbejdet med jeres problemer:

Øvrige kommentarer:

Bilag 2

Evaluering af regneøvelser

- Fys 8 regnehold med instruktør Kim Splittorff

Jeg vil sætte stor pris på at I svarer på vedlagte evalueringsskema. Jeres feedback på regneøvelserne er af stor betydning for mig og de studerende, jeg kommer til at undervise fremover.

Bemærk: Dette er udelukkende en evaluering af min undervisning til regneøvelserne og **ikke** en evaluering af forelæserne eller noterne.

Hvis du har deltaget for lidt i regneøvelserne til at kunne besvare skemaet, så sæt kryds her

[] Jeg har ikke deltaget tilstrækkeligt til at kunne besvare skemaet.

Skemaet udfyldes ved at sætte en ring rundt om tallet, der svarer til det udsagn, der mest præcist giver udtryk for dit synspunkt.

- 5 betyder at du er helt enig
- 4 betyder at du er enig med forbehold
- 3 betyder at du ikke er sikker, eller at udsagnet ikke er relevant
- 2 betyder at du er uenig
- 1 betyder at du er helt uenig

For at kunne lave statistik på jeres svar er det afgørende at I svarer på alle punkterne.

- 5** betyder at du er helt enig
4 betyder at du er enig med forbehold
3 betyder at du ikke er sikker, eller at udsagnet ikke er relevant
2 betyder at du er uenig
1 betyder at du er helt uenig

- | | |
|--|------------------|
| 1. I regneøvelserne er det altid nemt at finde ud af hvilke forventninger, der er til ens arbejdsindsats | 5 4 3 2 1 |
| 2. I regneøvelserne motiverer underviseren de studerende til at gøre deres bedste | 5 4 3 2 1 |
| 3. Det virker, som om underviseren i regneøvelserne er mere interesseret i at teste, hvad vi kan huske, end hvad vi har forstået | 5 4 3 2 1 |
| 4. I regneøvelserne giver underviseren ofte indtryk af at de studerende ikke kan lære ham noget | 5 4 3 2 1 |
| 5. Formen af regneøvelserne ansporer de studerende til at forberede sig grundigt hjemmefra | 5 4 3 2 1 |
| 6. I regneøvelserne bruger vi meget tid på at diskutere de problemer de studerende har med opgaverne | 5 4 3 2 1 |
| 7. De studerende på regneøvelsesholdet har i høj grad indflydelse på den måde hvorpå de lærer | 5 4 3 2 1 |
| 8. I regneøvelserne har man som regel en klar forestilling om hvad der skal arbejdes med og hvor man er på vej hen | 5 4 3 2 1 |
| 9. Som studerende på regneøvelsesholdet har man en klar fornemmelse af hvor godt man klarer sig | 5 4 3 2 1 |
| 10. I regneøvelserne kan de studerende selv vælge hvilke problemer de vil arbejde med | 5 4 3 2 1 |

- 5** betyder at du er helt enig
4 betyder at du er enig med forbehold
3 betyder at du ikke er sikker, eller at udsagnet ikke er relevant
2 betyder at du er uenig
1 betyder at du er helt uenig

- | | |
|---|------------------|
| 11. Regneøvelses-underviseren bestræber sig virkelig på at forstå de vanskeligheder, de studerende kan have med deres arbejde | 5 4 3 2 1 |
| 12. Underviseren giver normalt nyttige tilbagemeldinger om, hvordan man klarer sig | 5 4 3 2 1 |
| 13. Vi diskuterer ofte med underviseren hvordan vi skal bære os ad med virkelig at lære kvantemekanik | 5 4 3 2 1 |
| 14. I regneøvelsestimerne har de studerende rig mulighed for at lære af hinanden | 5 4 3 2 1 |
| 15. Til regneøvelserne er underviseren virkeligt god til at forklare tingene for os | 5 4 3 2 1 |
| 16. I regneøvelserne anstrenger underviseren sig meget for at gøre emnerne interessante for de studerende | 5 4 3 2 1 |
| 17. Underviseren i regneøvelserne stiller for ofte kun spørgsmål om facts til os | 5 4 3 2 1 |
| 18. I regneøvelserne udviser underviseren ikke nogen virkelig interesse for hvad de studerende har at sige | 5 4 3 2 1 |
| 19. Tilbage meldinger på de studerendes arbejde gives som regel <i>kun</i> som rettelser og karakterer | 5 4 3 2 1 |
| 20. Underviseren gør det lige fra starten klart, hvad han forventer af de studerende i forbindelse med regneøvelserne | 5 4 3 2 1 |

Bilag 3

Score på de enkelte spørgsmål. Omvendt scoring for spørgsmål 3, 4, 17, 18 og 19.

Spg	de enkelte svar	gennemsnit
1	44523 45545 22453 44424 45445 435	score: 3.9
2	55544 55545 44454 55544 54445 445	score: 4.5
3	45445 34544 44345 34545 54434 345	score: 4.1
4	35334 35335 45353 45544 54433 3 5	score: 3.9
5	45534 55544 45454 54343 54522 344	score: 4.1
6	35423 44444 42442 45424 54424 345	score: 3.7
7	35324 35554 33444 54324 54352 445	score: 3.8
8	43552 54444 24245 54525 32424 535	score: 3.8
9	34535 53455 32424 55424 44444 434	score: 3.9
10	45554 55555 44341 45242 34444 444	score: 4.0
11	43553 55455 34554 55535 55445 445	score: 4.4
12	44353 55444 34433 33424 54534 225	score: 3.7
13	35324 35444 42442 44434 55343 3 5	score: 3.7
14	35555 45534 45454 54423 44445 445	score: 4.2
15	54444 54555 44554 55534 54545 435	score: 4.4
16	55544 55555 43454 54544 44545 5 5	score: 4.5
17	45334 34423 33353 24443 44335 4 3	score: 3.5
18	45253 55555 43445 45545 54445 4 5	score: 4.4
19	44353 54545 32353 23544 44344 345	score: 3.8
20	43534 55445 32454 55535 44554 445	score: 4.2

[1] Camilla Rump, *Nogle overvejelser over tavlegennemgang og alternativer*
<https://isis.ku.dk/kurser/blob.aspx?feltid=78168>.